



TESIS - RE185401

***APLIKASI STRUCTURAL EQUATION  
MODELLING DALAM EVALUASI FAKTOR  
PENCEMARAN AIR KALI SURABAYA SEGMENT  
KARANGPILANG - GUNUNGSARI***

RIZKI YULISTIANTO

03211650010002

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

PROGRAM MAGISTER

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019



TESIS - RE185401

**APLIKASI STRUCTURAL EQUATION MODELLING  
DALAM EVALUASI FAKTOR PENCEMARAN AIR  
KALI SURABAYA SEGMENT KARANGPILANG -  
GUNUNGSARI**

RIZKI YULISTIANTO  
NRP 03211650010002

DOSEN PEMBIMBING  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

PROGRAM MAGISTER  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019



THESIS - RE185401

**APPLICATION OF STRUCTURAL EQUATION  
MODELLING IN KALI SURABAYA KARANGPILANG  
- GUNUNGSARI SEGMENT WATER POLLUTION  
FACTOR EVALUATION**

RIZKI YULISTIANTO  
ID 03211650010002

SUPERVISOR  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

MAGISTER PROGRAM  
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND GEO ENGINEERING  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019

# LEMBAR PENGESAHAN TESIS

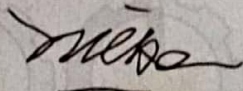
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
**Magister Teknik (M.T.)**

di  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :  
**Rizki Yulistianto**  
**NRP. 03211650010002**

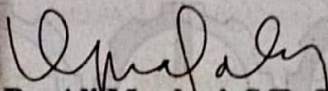
Tanggal Ujian : 16 Januari 2019  
Periode Wisuda : Maret 2019

Disetujui oleh :



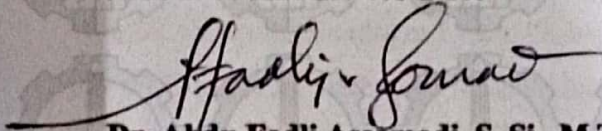
**Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M. Sc.**  
**NIP. 19550128 198503 2 001**

(Pembimbing)



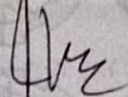
**Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.**  
**NIP. 19680128 199403 1 003**

(Penguji)



**Dr. Abdu Fadli Assomadi, S. Si., M.T.**  
**NIP. 19751018/200501 1 003**

(Penguji)

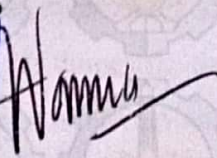


**Ipung Fitri Purwanti, S.T., M.T., Ph.D.**  
**NIP. 19711114 200312 2 001**

(Penguji)



**Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Dekan,**



**D.A. Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.**  
**NIP. 19750212 199903 2 001**



APLIKASI STRUCTURAL EQUATION MODELLING DALAM EVALUASI  
FAKTOR PENCEMARAN AIR KALI SURABAYA SEGMENT  
KARANGPILANG - GUNUNGSARI

Nama : Rizki Yulistianto  
NRP : 03211650010002  
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

ABSTRAK

Diperlukan suatu upaya untuk mengurangi beban pencemar yang masuk ke dalam Kali Surabaya khususnya pada segmen Karangpilang - Gunungsari. Untuk mendapatkan strategi pengendalian pencemaran yang tepat sasaran maka harus diketahui terlebih dahulu sumber pencemar yang berpengaruh besar dan signifikan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi besar pengaruh dan signifikansi dari faktor pencemaran air Kali Surabaya. Analisis faktor penyebab pencemaran kali surabaya ini menggunakan teknik SEM-PLS berbasis varians. Dalam penelitian ini terdapat 4 variabel laten dengan 2 variabel independen (eksogen) yang terdiri dari “Kondisi Hulu” dan “Peran Serta Masyarakat” dan 2 variabel dependen (endogen) yaitu “Kondisi Limbah Domestik” dan “Status Mutu Hilir”. Persamaan matematis model struktural yang diperoleh adalah “Status Mutu Air di Hilir = 0,477[Kondisi Air di Hulu] + 0,127[Peran Serta Masyarakat – 0,239[Kondisi Air Limbah Domestik]”. Peringkat faktor yang memiliki pengaruh terhadap pencemaran air Kali Surabaya dari yang paling besar adalah faktor Kondisi Hulu, Kondisi Limbah Domestik dan Peran Serta Masyarakat dengan persentase pengaruh masing-masing 28,19%; 10,08%; dan 7,95%.

Strategi yang dapat dilakukan dalam upaya pengelolaan kualitas air Kali Surabaya berdasarkan hasil analisis SEM antara lain membangun IPAL komunal, Melakukan sosialisasi mengenai pengelolaan dan pengendalian pencemaran air, mendorong upaya minimisasi limbah, membentuk kelompok swadaya masyarakat (KSM) dalam pengelolaan air limbah domestik, dan melaksanakan pengawasan terhadap seluruh sektor yang berpotensi menyumbang pencemaran.

**Kata Kunci:** Faktor Pencemaran, Kali Surabaya, Partial Least Square, Structural Equation Modelling

APPLICATION OF STRUCTURAL EQUATION MODELLING IN KALI  
SURABAYA KARANGPILANG – GUNUNGSARI SEGMENT WATER  
POLLUTION FACTOR EVALUATION

Name : Rizki Yulistianto  
Student ID : 03211650010002  
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

ABSTRACT

An effort to minimize pollution load which enter Kali Surabaya Karangpilang – Gunungsari segment is required. In order to obtain appropriate controlling strategy, the most significant pollution factor has to be discovered beforehand.

This study was conducted to evaluate the impact of all factors and their significancy on Kali Surabaya water pollution. Variance based PLS-SEM was utilized to analyze the pollution factors. There were 4 variables which divided into 2 independent variables and 2 dependent variables. The independent variables were “Upstream Water Quality” and “Community Participation” whereas The dependent variables were “Domestic Wastewater Quality” and “Downstream Water Quality”. The result was stated in mathematical equation where “Downstream Water Quality = 0,477[Upstream Water Quality] + 0,127[Community Participation] – 0,239[Domestic Wastewater Quality]”. The factor were ranked based on their impact in Kali Surabaya Pollution in which Upstream Water Quality, Domestic Wastewater Quality and Community Participation were as much as 28,19%; 10,08%; dan 7,95% respectively.

The numbers of strategy which could be applied based on SEM analysis were establishing Communal Wastewater Treatment Plant, Socialization of water pollution control, waste minimization promotion, establishing private community group in wastewater management, and monitoring on all sectors which potentially contribute in pollution.

**Keywords:** Kali Surabaya, Partial Least Square, Pollution Factor, Structural Equation Modelling

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, hingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “*Aplikasi Structural Equation Modelling Dalam Evaluasi Faktor Pencemaran Air Kali Surabaya Segmen Karangpilang - Gunungsari*”. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, petunjuk, dan arahnya dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST., MT., Dr. Abdu Fadli Assomadi, SSi., MT, Dr. Ir. Mohammad Razif, MM dan Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., PhD. selaku dosen penguji, yang telah memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun.
3. Ibu Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., PhD selaku dosen wali akademik yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam bidang akademik selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tesis.
4. Seluruh dosen dan karyawan program studi Pascasarjana Teknik Lingkungan ITS yang telah memberikan bimbingan, dan pelayanan selama perkuliahan.
5. Kedua Orang Tua atas segala bantuan moril, materil, dan doa dukungan untuk menyelesaikan tesis ini.
6. Dita Auliya I. N., S.Si atas kerja sama dan bantuan selama perkuliahan dan penyusunan tesis ini.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan ITS yang telah memberi dukungan dan bantuan selama masa studi pascasarjana.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan, referensi dan pengalaman, penulis mengharapkan saran dan masukan demi lebih baiknya tesis ini. Akhirnya harapan penyusun semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 28 Januari 2019

Rizki Yulistianto



## **DAFTAR ISI**

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pencemaran Air Sungai.....	5
2.1.1 Pengaruh Air Limbah pada Badan Air.....	5
2.1.2 Air Limbah Domestik.....	6
2.1.3 Kualitas Air Sungai.....	7
2.2 Indikator Zat Pencemar.....	8
2.3 Gambaran Umum Segmen Karangpilang-Gunungsari.....	10
2.4 Penentuan Status Mutu Air.....	11
2.4.1 Metode STORET.....	11
2.4.2 Metode Indeks Pencemaran Air.....	12
2.5 Pengendalian Pencemaran Air.....	13
2.6 Structural Equation Modeling (SEM).....	14
2.7 Partial Least Square (PLS).....	19
2.8 Penelitian Terdahulu.....	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Umum.....	25
3.2 Tahapan Penelitian.....	25

3.3 Identifikasi Variabel.....	29
3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	31
3.5 Penentuan Status Mutu Air.....	32
3.6 Structural Equation Modelling – Partial Least Square (SEM-PLS)	33
3.6.1 Konseptualisasi Model.....	33
3.6.2 Pembuatan Diagram Jalur.....	34
3.6.3 Evaluasi Model.....	35
3.7 Analisis Data dan Pembahasan.....	36
3.8 Kesimpulan dan Saran.....	36
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1 Hasil Pengumpulan Data.....	37
4.1.1 Kualitas Air Hulu Segmen.....	37
4.1.2 Kualitas Air Limbah Domestik.....	39
4.1.3 Peran Serta Masyarakat.....	41
4.2 Analisis Status Mutu Air di Hilir.....	46
4.3 Hasil Running <i>Structural Equation Modelling</i> (SEM).....	49
4.3.1 Konseptualisasi Model.....	49
4.3.2 Evaluasi Outer Model.....	50
4.3.3 Evaluasi Inner Model.....	54
4.3.4 Interpretasi Model.....	58
4.4 Strategi Pengelolaan Kali Surabaya.....	59
<b>BAB 5 KESIMPULAN.....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2.1</b> Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air.....	12
<b>Tabel 2.2</b> Klasifikasi Status Mutu Air Menurut “US-EPA”.....	12
<b>Tabel 2.3</b> Kriteria Penggunaan SEM-CB dan SEM-PLS.....	15
<b>Tabel 2.4</b> Kriteria GoF.....	21
<b>Tabel 2.5</b> Hasil Penelitian Terdahulu.....	22
<b>Tabel 3.1</b> Deskripsi Variabel Penelitian.....	29
<b>Tabel 3.2</b> Panduan Menentukan Ukuran Sampel Metode SEM-PLS.....	31
<b>Tabel 4.1</b> Status Mutu Air Metode Indeks Pencemaran (2015-2018).....	48
<b>Tabel 4.2</b> Variabel dalam Penentuan Faktor Pencemar Kali Surabaya.....	49
<b>Tabel 4.3</b> Nilai <i>Loading Factor</i> .....	51
<b>Tabel 4.4</b> Nilai <i>AVE (Average Variance Extracted)</i> .....	51
<b>Tabel 4.5</b> Nilai <i>Cross Loading</i> .....	52
<b>Tabel 4.6</b> T-Value Antar Konstruksi Variabel Pada <i>Inner Model</i> .....	55
<b>Tabel 4.7</b> Koefisien Jalur <i>PLS Algorithm</i> .....	56
<b>Tabel 4.8</b> Pengaruh Total.....	56
<b>Tabel 4.9</b> Nilai Korelasi Variabel Laten.....	57
<b>Tabel 4.10</b> Prosentase Pengaruh Pada Konstruksi Model SEM.....	57
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Evaluasi <i>Inner Model</i> dalam SmartPLS 3.0.....	58

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Contoh Model Jalur SEM.....	17
<b>Gambar 2.2</b> Ilustrasi Diagram Jalur.....	18
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	27
<b>Gambar 3.2</b> Sistem Kali Surabaya Segmen Karangpilang – Gunungsari.....	27
<b>Gambar 3.3</b> Peta Lokasi Penelitian.....	28
<b>Gambar 4.1</b> Data BOD Hulu Segmen.....	37
<b>Gambar 4.2</b> Data COD Hulu Segmen.....	38
<b>Gambar 4.3</b> Data TSS Hulu Segmen.....	38
<b>Gambar 4.4</b> Data DO Hulu Segmen.....	39
<b>Gambar 4.5</b> Data BOD Limbah Domestik.....	40
<b>Gambar 4.6</b> Data COD Limbah Domestik.....	40
<b>Gambar 4.7</b> Data TSS Limbah Domestik.....	41
<b>Gambar 4.8</b> Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin.....	42
<b>Gambar 4.9</b> Karakteristik Responden Berdasarkan Usia.....	
<b>Gambar 4.10</b> Karakteristik Responden Berdasarkan Pendidikan.....	43
<b>Gambar 4.11</b> Hasil Survey Terhadap Indikator Pengetahuan.....	43
<b>Gambar 4.12</b> Hasil Survey Terhadap Indikator Teknis.....	44
<b>Gambar 4.13</b> Hasil Survey Terhadap Indikator Sikap dan Perilaku.....	45
<b>Gambar 4.14</b> <i>PLS Algorithm</i> Output.....	50
<b>Gambar 4.15</b> <i>Bootstrap</i> Output.....	53
<b>Gambar 4.16</b> Model Struktural ( <i>Inner Model</i> ).....	55

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kali Surabaya merupakan bagian dari Sungai Brantas yang mengalir sepanjang 41 km dari DAM Mlirip, Kabupaten Mojokerto melewati Gresik, Sidoarjo dan berakhir di DAM Jagir, Kota Surabaya (Prahutama, 2013). Menurut penelitian Nurdin, dkk. (2015) Kali Surabaya memasok 96% dari kebutuhan air baku PDAM Kota Surabaya. Oleh karena fungsinya tersebut sudah selayaknya air kali surabaya memiliki kualitas yang sesuai dengan baku mutu bagi pemanfaatannya. Akan tetapi menurut Soemarwoto (2009) penggunaan berbagai sumber daya untuk pembangunan selalu disertai dengan terjadinya pencemaran yang dapat menurunkan kemampuan *self purification* sehingga berdampak pada penurunan kualitas air sungai. Kali Surabaya dinyatakan telah mengalami pencemaran berdasarkan pemantauan Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya tahun 2013. Berdasarkan hasil pemantauan Perum Jasa Tirta I tahun 2014, sebesar 62% pencemaran tersebut berasal dari kegiatan rumah tangga (domestik). Berdasarkan PP No 82 tahun 2001, Kali Surabaya digolongkan dalam kategori I karena digunakan sebagai sumber air baku PDAM yang memiliki baku mutu BOD 2mg/l, COD 10 mg/l, TSS 50 mg/l. Akan tetapi, dari data yang dimiliki dinas kominfo provinsi jawa timur tahun 2009, kisaran kualitas air kali surabaya untuk parameter BOD yaitu 5mg/l, COD dan TSS masing-masing sebesar 16mg/l dan 120mg/l. Status mutu air selama satu tahun pemantauan menunjukkan 69,45% berstatus tercemar ringan, 22,22% berstatus tercemar sedang, dan 8,33% berstatus tercemar berat pada parameter BOD dan TSS.

Masuknya bahan pencemar ke badan air sampai pada batas tertentu tidak akan menurunkan kualitas air sungai, namun apabila beban bahan pencemar yang masuk tersebut melebihi kemampuan sungai untuk membersihkan diri sendiri (*self purification*), maka akan menimbulkan permasalahan yang serius yaitu pencemaran perairan (Turadarmarikma, 2013). Pencemaran kali surabaya telah

menjadi salah satu permasalahan pencemaran air yang menjadi perhatian banyak pihak karena fungsi pentingnya dalam aspek sosial, ekonomi dan budaya. Menurut Nugroho (2014), Kali Surabaya telah diteliti berulang kali dan hasilnya menyatakan bahwa Kali Surabaya telah tercemar, akan tetapi masih belum diketahui faktor apa yang paling signifikan dalam proses terjadinya pencemaran tersebut. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2017, Kali Surabaya segmen Karangpilang – Gunungsari melewati banyak pemukiman penduduk dari 3 Kecamatan dan 9 Kelurahan dengan jumlah penduduk total mencapai 142.549 jiwa dan sebanyak 61.737 bermukim di bantaran sungai atau 500 meter berbatasan dengan Kali Surabaya. Hal ini menjadikan wilayah Karangpilang - Gunungsari memiliki jumlah penduduk terbanyak jika dibandingkan dengan 7 kecamatan lain yang dilalui Kali Surabaya dari Kabupaten Mojokerto hingga Kota Surabaya. Menurut Pemerintah Kota Surabaya, Kali Surabaya segmen Karangpilang – Gunungsari mendapatkan masukan dari saluran sekunder Kali Kedurus yang menjadi limpasan hujan dan saluran buangan daerah pemukiman di kawasan kebraon dan gunungsari. Selain itu, dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2014) dinyatakan bahwa kualitas air Kali Surabaya segmen Gunungsari – Jagir secara kuat dipengaruhi oleh kondisi kualitas air di hulu. Letak hulu pada segmen penelitian tersebut adalah sebelum dam gunungsari.

Meninjau dari permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu upaya untuk mengurangi beban pencemar yang masuk ke dalam Kali Surabaya. Untuk mendapatkan strategi pengendalian pencemaran yang tepat sasaran maka harus diketahui terlebih dahulu sumber pencemar yang berpengaruh besar dan signifikan. Dalam penelitian ini digunakan metode Structural Equation Modelling (SEM) untuk menguji hipotesa dan mengetahui variabel yang berpengaruh signifikan dalam pencemaran Kali Surabaya Segmen Karangpilang - Gunungsari. Menurut Sarwono (2010) Analisis multivariable dari Structural Equation Modelling (SEM) mampu mengilustrasikan hubungan antar variable yang ada secara linier. Model persamaan struktural (SEM) digunakan untuk mengeksplorasi pengaruh antara faktor kualitatif dari masyarakat di daerah penelitian dengan faktor kuantitatif dari kualitas sungai. SEM adalah metode statistik multivariat dan dengan menggunakannya, peneliti dapat membangun konsep teoritis, uji



reliabilitas pengukurannya, berhipotesis dan mengevaluasi hubungan antar variabel (Venkatesh, 2012). Menurut Ulum, dkk. (2014), SEM memiliki kemampuan analisis dan prediksi yang lebih baik dibandingkan analisis jalur dan regresi berganda karena mampu menganalisis sampai pada level terdalam variabel atau model yang diteliti. Oleh karena itu, digunakan SEM-PLS pada penelitian ini.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Seberapa besar nilai pengaruh dari masing-masing faktor pencemaran kali surabaya yang dianalisis?
2. Strategi apakah yang dapat dilakukan dalam pengelolaan kualitas air kali surabaya?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mendapatkan nilai pengaruh dari masing-masing faktor pencemaran kali surabaya yang dianalisis.
2. Menentukan strategi yang dapat dilakukan dalam pengelolaan kualitas air kali surabaya.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah memberikan kontribusi ilmiah pada pemetaan faktor pencemar dalam upaya melakukan pengelolaan terhadap sumber daya air di kota surabaya. Menjaga daya dukung dan daya tampung Kali Surabaya terhadap beban pencemaran yang secara dominan masuk akibat dari aktivitas domestik di wilayah penelitian juga diharapkan menjadi manfaat dari penelitian ini. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penerapan metode structural equation modelling yang menggabungkan aspek kualitatif dan kuantitatif di bidang teknik lingkungan.

## **1.5 Ruang Lingkup**

1. Analisis structural equation modelling dengan metode partial least square (PLS)
2. Software yang digunakan adalah SmartPLS 3.0
3. Variabel latent independent (Eksogen) yang diteliti antara lain:
  - a. Kondisi hulu sungai
  - b. Peran serta masyarakat

4. Variabel latent dependent (Endogen) yang diteliti antara lain:
  - a. Kondisi limbah domestik yang dipengaruhi oleh peran serta masyarakat
  - b. Tingkat pencemaran air sungai yang diukur menggunakan indikator status mutu air di hilir berdasarkan metode Indeks Pencemaran
5. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data primer dari pengambilan langsung pada saat penelitian berupa kuesioner, dokumentasi dan pengamatan langsung, sedangkan data sekunder berupa kualitas air sungai eksisting dan limbah domestik didapatkan dari instansi terkait, literatur dan penelitian terdahulu.
6. Wilayah penelitian berada pada kali surabaya segmen Karangpilang – Gunungsari

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Air Sungai**

Peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 1 tahun 2010 tentang tata laksana pengendalian pencemaran air, mendefinisikan pencemaran air sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Suripin (2002) mendefinisikan pencemaran air sebagai pembuangan substansi dengan karakteristik dan jumlah yang mengganggu dan/atau menimbulkan potensi kontaminasi estetika, bau dan rasa.

Berubahnya unsur kimia, suhu, atau kadar organik dalam badan air yang diakibatkan penambahan bahan atau zat oleh manusia dengan tujuan apapun dan mengakibatkan efek samping yang dapat membahayakan biota alami atau manusia juga disebut dengan pencemaran air. Pencemaran air dapat berakibat buruk pada kesehatan manusia baik secara langsung melalui air minum maupun tidak langsung akibat akumulasi yang terjadi pada rantai makanan (Heath,1995).

##### **2.1.1 Pengaruh Air Limbah pada Badan Air**

Meningkatnya jumlah kontaminan yang masuk ke dalam air sungai akan menimbulkan dampak negatif yang serius pada kualitas air sungai tersebut, dimana pencemaran akan terjadi. Apabila air limbah tersebut secara terus menerus dibuang ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu akan mengakibatkan kualitas air sungai menjadi semakin buruk. Hal ini dapat menyebabkan semakin menurunnya kemampuan sungai untuk memulihkan diri (self purification) dan akan mempercepat perubahan morfologi sungai atau pendangkalan sungai akibat bertambahnya sedimen (Slamet dan Karnaningroem, 2003).

- **Limbah Industri**

Air buangan industri adalah buangan dari industri yang sangat bervariasi antara industri satu dengan yang lain. Beberapa macam industri menghasilkan buangan dengan bahan organik yang tinggi dan

buangan ini biasanya dapat ditangani dengan metode yang serupa dengan yang dipakai oleh air limbah rumah tangga (Widiadi, 1986). Baku mutu limbah industri ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

- **Limbah Domestik**

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (PermenLH No. 68 Tahun 2016). Jumlah buangan domestik ditentukan oleh BOD yang dihasilkan per orang per hari. Berdasarkan Mara (1976), nilai BOD yang cocok untuk negara tropis berkembang adalah 40 gram/orang.hari. Ukuran pembuangan limbah domestik tanpa pengolahan dapat diindikasikan berdasarkan pendekatan perbandingan sebagai berikut:

- $BOD_5 : COD = 0,5$
- $BOD_5 : SS = 2/3$

Diasumsikan hanya rumah tangga yang letaknya berada pada jarak 0,5 km dari tepi sungai yang diperhitungkan (Ditjen Cipta Karya Departemen PU dalam Sastrawijaya, 1991).

### **2.1.2 Air Limbah Domestik**

Limbah cair domestik atau air limbah rumah tangga merupakan buangan manusia yang dihasilkan dari jamban/kakus, pencucian, dapur serta kegiatan rumah tangga lainnya (Sugiharto, 1987). Air limbah rumah tangga berpotensi sebagai pencemar lingkungan apabila tidak dikelola dengan semestinya. Buangan rumah tangga baik berupa limbah padat (sampah) maupun cair (air limbah) yang dibuang ke badan air akan mempengaruhi kondisi badan air tersebut. Semakin padat penduduk yang berada di suatu wilayah akan semakin banyak limbah yang harus dikendalikan.

Air limbah domestik secara historik telah memberi dampak yang merugikan bagi manusia dan lingkungan. Bahan pencemar yang ada dalam limbah domestik dapat terbawa ke badan air dan mencemari Apabila air buangan tersebut tidak melewati proses pengolahan sebelumnya. Peningkatan jumlah penduduk suatu

wilayah juga dapat menyebabkan meningkatnya air buangan domestik yang berkorelasi dengan tingkat pencemaran badan air atau sungai (Razif dan Yuniarto, 2004). Menurut Mukhtasor (2007), air limbah domestik lebih sulit untuk dikendalikan jika dibandingkan dengan air limbah industri karena sifatnya yang menyebar.

### **2.1.3 Kualitas Air Sungai**

Menurut Suwari (2010) Kualitas air terkait dengan sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air. Kualitas air juga menggambarkan kesesuaian air untuk penggunaan tertentu, misalnya untuk air minum, perikanan, irigasi, industri, rekreasi, dan sebagainya. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisika, kimia, dan biologi. Setiap penggunaan air memiliki persyaratan kualitas air tertentu. Oleh karena itu, pada umumnya kualitas air ditunjukkan dengan adanya beberapa kombinasi parameter kualitas air.

- **Karakteristik Fisik**

Karakteristik fisik yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi suhu, warna, bau, rasa, kekeruhan, konduktivitas, padatan terlarut, padatan tersuspensi, salinitas, dan lain-lain.

- **Karakteristik Kimia**

Karakteristik kimia yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi pH, DO, BOD, COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Kadar logam berat, dan lain-lain.

- **Karakteristik Biologis**

Organisme dalam perairan dapat dijadikan indikator pencemaran suatu lingkungan perairan, misalnya bakteri, ganggang, benthos dan ikan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang kualitas dan pengendalian pencemaran air mengklasifikasikan mutu air menjadi 4 kelas berikut:

- a) Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

- b) Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c) Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d) Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Dalam kegiatan pengelolaan kualitas, pemahaman tentang baku mutu kualitas air sangatlah penting. Beberapa definisi yang perlu dipahami adalah sebagai berikut:

- Daya dukung sumber-sumber air untuk komponen pencemar adalah kemampuan sumber-sumber air untuk mendukung banyaknya komponen pencemar dalam sumber-sumber air berdasarkan baku mutu lingkungan.
- Beban komponen pencemar yang ada pada sumber-sumber air adalah banyaknya komponen pencemar yang dihitung berdasarkan debit dikalikan dengan konsentrasi komponen pencemar yang terukur.
- Daya dukung = debit x konsentrasi baku mutu lingkungan
- Beban yang ada pada sumber-sumber air = debit x konsentrasi komponen pencemar yang terukur.

(Razif, 2004)

## **2.2 Indikator Zat Pencemar**

Indikator yang umum pada pencemaran air adalah pH atau konsentrasi ion Hidrogen, Oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biokimia (BOD), dan kebutuhan oksigen kimiawi (COD).

### **a. Konsentrasi ion Hidrogen atau pH**

Air yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5-7,5. Bila pH dibawah rentang tersebut maka bersifat asam, sedangkan diatas

rentang tersebut maka bersifat basa. Air limbah domestik yang masuk akan mengubah pH badan air sungai dan mengganggu kehidupan biota akuatik (Hadiyanti, 2017).

b. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut berfungsi dalam proses degradasi senyawa organik dalam air. Oksigen dapat dihasilkan dari atmosfer atau dari reaksi fotosintesis. Kelarutan oksigen dalam air tergantung pada temperatur dan tekanan atmosfer. Berdasarkan data-data temperatur dan tekanan, maka kelarutan oksigen jenuh dalam air pada 25°C dan tekanan 1 atm adalah 8,32 mg/l. (Effendi, 2003)

c. Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)

BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam lingkungan air untuk mendegradasi bahan organik yang berasal dari pencemar menjadi karbon dioksida dan air. Jumlah mikroorganisme dalam air bergantung pada konsentrasi zat organik dan tingkat toksisitas airnya. Apabila terdapat kandungan fenol, deterjen dan senyawa toksik lainnya maka jumlah mikroorganisme semakin kecil. Sehingga, nilai BOD dapat menunjukkan tingkat pencemaran bahan organik dan tingkat biodegradabilitas dari suatu senyawa yang terkandung dalam badan air sungai atau air limbah.

d. Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar suatu senyawa baik yang biodegradable maupun non-biodegradable dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Jika pada suatu sampel air terdapat senyawa yang toksik bagi mikroorganisme seperti fenol, maka pengukuran nilai organik COD lebih cocok karena sifat dari sampel tersebut yang non-biodegradable. Hampir setiap zat organik dapat teroksidasi hingga 95%-100% oleh oksidator kuat seperti kalium permanganat ( $K_2Cr_2O_7$ ) dalam suasana asam. Pencemaran di badan air sungai dapat diketahui melalui uji COD (BBTKL-PPM, 2010)

e. Total Padatan Tersuspensi (TSS)

TSS merupakan padatan yang tersuspensi pada air yang menyebabkan kekeruhan yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik. TSS terdiri dari partikel yang berat jenisnya lebih kecil dari sedimen sehingga tidak dapat menjadi endapan.



### **2.3 Gambaran Umum Segmen Karangpilang - Gunungsari**

Kali Surabaya segmen Karangpilang - Gunungsari merupakan bagian dari sungai utama di Surabaya yang merupakan DAS Brantas. Aktivitas rumah tangga (domestik) yang menjadi penyumbang terbesar pencemaran dengan prosentase hingga sebesar 62% berdasarkan data oleh Perum Jasa Tirta I (2014) di sepanjang bantaran segmen ini telah menyebabkan degradasi lingkungan dan menyebabkan penurunan kualitas air. Kali Surabaya segmen ini berperan penting bagi kehidupan masyarakat, khususnya yang tinggal di Kota Surabaya karena menjadi sumber air baku PDAM yang melayani lebih dari tiga juta penduduk Kota Surabaya. Selain itu, Kali Surabaya juga memberikan peranan penting bagi industri yang memanfaatkan air sungai sebagai salah satu komponen dalam proses produksinya. Menurut BLH Kota Surabaya, Kali Surabaya memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Sebagai sumber air baku bagi PDAM Surabaya, kegiatan industri, kawasan perumahan, dan pertanian;
- b. Pengendali banjir Kota Surabaya dan sekitarnya, dengan pengaturan debit di pintu air Gunungsari;
- c. Pemasok air sebagai aliran dasar (base flow) sebesar  $\pm 7,5$  m<sup>3</sup>
- d. Sebagai sarana wisata dan olahraga air; pengenceran limbah industri dan limbah domestik untuk mempertahankan ekosistem sungai, baik di Kali Surabaya sendiri maupun saluran drainase kota;
- e. Sebagai sarana transportasi air.

Pembuangan limbah terutama yang berasal dari kegiatan rumah tangga (domestik) ke sungai akan menyebabkan menurunnya kualitas air sehingga meningkatkan biaya penyediaan air bersih bagi masyarakat, terutama masyarakat menengah ke bawah. Air sungai yang terpolusi juga membahayakan kesehatan dan kehidupan masyarakat yang tinggal dan bekerja di area sekitar sungai, selama mereka tetap menggunakannya secara langsung. Hal ini terjadi karena keterbatasan mereka yang tinggal di sepanjang sungai. Sebagian besar masyarakat yang tinggal di sekitar sungai adalah masyarakat dengan sosial ekonomi rendah.

Aliran Kali Surabaya secara umum dikontrol oleh Perum Jasa Tirta (PJT) menggunakan pintu air di Mlirip dengan debit yang diatur dari 80 – 100 m<sup>3</sup>/detik

selama musim hujan dan 15 – 20 m<sup>3</sup>/detik selama musim kemarau. Sebagian besar kebutuhan air minum kota Surabaya disuplai dari Kali Surabaya melalui PDAM Surabaya. Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum Prov. Jawa Timur dalam Al Baduwi (2011), Kondisi Hidrolis Kali Surabaya dari segi Kedalaman, Lebar, dan Kecepatan Aliran rata-rata yaitu masing-masing 3,6 m, 46,5 m, dan 0,3 m/detik.

## **2.4 Penentuan Status Mutu Air**

Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan/atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003). Terdapat dua metode untuk menentukan status mutu badan air, yakni metode STORET dan metode Indeks Pencemaran. Metode STORET menggunakan skor dalam menentukan besaran cemar suatu badan air, Sedangkan metode Indeks Pencemaran membentuk nilai indeks dari kumpulan parameter-parameter pencemar badan air.

### **2.4.1 Metode STORET**

Metode STORET merupakan salah satu Metode yang bisa digunakan untuk menentukan status mutu air. Penentuan status mutu air dilakukan dengan cara membandingkan data kualitas air dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya. Dengan 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 mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas seperti pada tabel 2.2 (Kepmen LH Nomor 115, 2003).

Penentuan status mutu air dengan menggunakan Metode STORET dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data mutu air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data).
2. Mencari nilai maksimum, minimum dan rata-rata dari data mutu air tersebut.

3. Membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
4. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0.
5. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka di beri skor sesuai dengan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah Parameter	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 : Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003

6. Menghitung total jumlah negatif dari seluruh parameter dengan menggunakan status mutu airnya dengan melihat Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Klasifikasi Status Mutu Air Menurut “US-EPA”

No	Kelas	Kategori	Skor	Keterangan
1	Kelas A	Baik sekali	0	Memenuhi baku mutu
2	Kelas B	Baik	-1 s/d -10	Tercemar ringan
3	Kelas C	Sedang	-11 s/d -30	Tercemar sedang
4	Kelas D	Buruk	< -30	Tercemar berat

Sumber : Kepmen LH No. 115

#### 2.4.2 Metode Indeks Pencemaran Air

Metode indeks pencemaran dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. Metode ini menghubungkan tingkat pencemaran dengan dapat tidaknya air yang diperiksa dipakai untuk penggunaan

tertentu dengan nilai – nilai parameter tertentu. Kementerian Lingkungan Hidup (2011) menjelaskan dalam Indeks Kualitas Lingkungan Hidup 2010 mengenai indeks pencemaran air sebagai berikut.

$$PI_j = \frac{\sqrt{\left[\frac{C_i}{L_{ij}}\right]^2 M + \left[\frac{C_i}{L_{ij}}\right]^2 R}}{2}$$

Keterangan:

PI<sub>j</sub>: indeks pencemaran j

C<sub>i</sub>: konsentrasi parameter kualitas air i

L<sub>ij</sub>: konsentrasi parameter kualitas air I yang dicantumkan dalam baku mutu air j

(C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)<sub>M</sub> adalah nilai maksimum dari (C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)

(C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)<sub>R</sub> adalah nilai rata-rata dari (C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)

Evaluasi terhadap PI<sub>j</sub> adalah sebagai berikut:

0 ≤ PI<sub>j</sub> ≤ 1,0 → memenuhi baku mutu

1,0 < PI<sub>j</sub> ≤ 5,0 → tercemar ringan

5,0 < PI<sub>j</sub> ≤ 10 → tercemar sedang

PI<sub>j</sub> > 10 → tercemar berat

## 2.5 Pengendalian Pencemaran Air

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kualitas air tetap dalam kondisi alamiahnya. Sedangkan pengendalian pencemaran air adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air. Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air bertujuan untuk memelihara ketersediaan air pada sumber-sumber air agar memenuhi kriteria mutu air peruntukannya secara berkelanjutan (Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Pemerintah Pusat, Pemerintah Propinsi, dan Pemerintah Kabupaten/Kota sesuai dengan kewenangan masing-masing dalam rangka pengendalian pencemaran air pada sumber air antara lain:

1. menetapkan daya tampung beban pencemaran;
2. melakukan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar;
3. menetapkan persyaratan air limbah untuk aplikasi pada tanah;
4. menetapkan persyaratan pembuangan air limbah ke air atau sumber air;
5. memantau kualitas air pada sumber air; dan
6. memantau faktor lain yang menyebabkan perubahan mutu air.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010, Peraturan Menteri ini bertujuan memberikan pedoman bagi Pemerintah dan pemerintah daerah dalam melaksanakan pengendalian pencemaran air. Ruang lingkup yang diatur dalam Peraturan Menteri ini meliputi:

1. inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air;
2. penetapan daya tampung beban pencemaran air;
3. penetapan baku mutu air limbah;
4. penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air;
5. perizinan;
6. pemantauan kualitas air;
7. pembinaan dan pengawasan; dan
8. penyediaan informasi.

Sedangkan menurut Peraturan Daerah Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008, Ruang lingkup pengendalian pencemaran air meliputi kegiatan:

1. penetapan pedoman perhitungan daya tampung beban pencemaran ;
2. pelaksanaan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemaran;
3. penetapan baku mutu air limbah ;
4. penetapan persyaratan pembuangan air limbah ke air atau sumber air;
5. pemantauan kualitas air; dan
6. penanggulangan dan Pemulihan kualitas air.

## **2.6 Structural Equation Modelling (SEM)**

*Structural Equation Modeling* (SEM) adalah salah satu teknik analisis statistik yang memungkinkan pengujian sebuah rangkaian hubungan secara simultan. Hubungan itu dibangun antara satu atau beberapa variabel independen (Ghazali, 2006). Menurut Sarwono (2010), SEM (*Structural Equation Modeling*) dapat difungsikan sebagai model sebab akibat (*causal modeling*) atau disebut juga

analisis jalur (*path analysis*), yang menyusun hipotesa hubungan-hubungan sebab akibat (*causal relationships*) diantara variabel-variabel dan menguji model-model sebab akibat (*causal models*) dengan menggunakan sistem persamaan linier. Model-model sebab akibat dapat mencakup variabel-variabel manifest (indikator), variabel-variabel laten atau keduanya.

Menurut Yamin dan Kurniawan (2011), SEM memiliki dua pendekatan. SEM dengan dasar *covariance* (CB-SEM: *Covariance Based SEM*) dan SEM dengan pendekatan *variance* (biasa dikenal SEM-PLS atau PLS-PM: *Partial Least Square Path Modeling* atau VB-SEM: *Variance Based SEM*). Pemilihan pendekatan-pendekatan tersebut berdasarkan dari tujuan penggunaan model tersebut. Ketika peneliti memiliki landasan teori yang kuat terhadap model tersebut, maka pemilihan SEM berbasis kovarian atau SEM-CB sangat disarankan. Pendekatan SEM-PLS bertujuan untuk menguji hubungan prediktif antar konstruk dengan melihat apakah ada hubungan atau pengaruh antar variabel tersebut (Nugroho, 2014).

Menurut Haryono (2015), SEM-CB dan SEM-PLS memiliki perbedaan yang mendasar sehingga pada prinsipnya seorang peneliti yang akan menggunakan model persamaan struktural harus terlebih dahulu mengetahui atau menentukan alat analisis apa yang akan digunakan. Pada Tabel 2.4 dijelaskan pedoman penggunaan jenis SEM.

Tabel 2.3 Kriteria Penggunaan SEM-CB dan SEM-PLS

Kriteria	SEM-CB	SEM-PLS
<b>Tujuan Penelitian</b>	Untuk mengkonfirmasi antara model teori dengan keadaan empiris	Untuk memprediksi pengaruh antar konstruk
<b>Pendekatan</b>	Berdasarkan <i>covariance</i>	Berdasarkan <i>variance</i>
<b>Spesifikasi Model</b>	Mensyaratkan adanya <i>error terms</i> dan indikator hanya berbentuk <i>reflective</i> . (indikator bisa juga berbentuk formatif tetapi	Indikator dapat berbentuk formatif dan reflektif serta tidak mensyaratkan adanya <i>error terms</i>

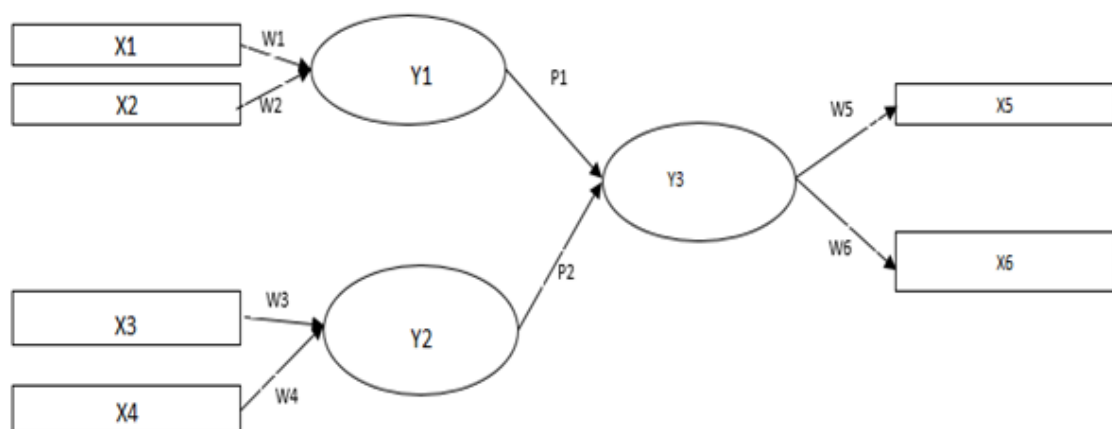
Kriteria	SEM-CB	SEM-PLS
	memerlukan prosedur yang kompleks)	
<b>Model Struktural</b>	Model dapat berbentuk <i>recursive</i> dan <i>non-recursive</i> dengan tingkat kompleksitas kecil sampai menengah	Model dengan kompleksitas besar dengan banyak konstruk dan banyak indikator
<b>Karakteristik Data dan Alogaritma</b>	Mensyaratkan jumlah sampel yang besar dan asumsi <i>multivariate normality</i> terpenuhi (parametrik)	Jumlah sampel dapat kecil dan bisa dilanggarnya asumsi <i>multivariate normality</i> (non-parametrik)
<b>Evaluasi Model</b>	Mensyaratkan terpenuhinya kriteria <i>goodnes of fit</i> sebelum estimasi parameter	Estimasi parameter dapat langsung dilakukan tanpa kriteria <i>goodnes of fit</i>
<b>Software Error</b>	Sering menghadapi masalah	Relatif tidak menghadapi masalah ( <i>crashing</i> ) dalam proses iterasi model
<b>Besar Sampel</b>	Minimal 200 sampai 800 sampel	Minimal 30 sampai 100 sampel
<b>Asumsi</b>	Multivariate normal <i>distribution, independence observation</i>	Spesifik prediktor ( <i>nonparametric</i> )
<b>Implikasi</b>	Optimal untuk ketepatan parameter	Optimal untuk ketepatan prediksi
<b>Estimasi Parameter</b>	Konsisten	Konsisten sebagai indikator dan <i>sample size</i> meningkat ( <i>consistency at large</i> )
<b>Kompleksitas</b>	Kompleksitas kecil sampai	Kompleksitas besar (100



Kriteria	SEM-CB	SEM-PLS
<b>Model</b>	menengah (Kurang dari 100 indikator)	konstruk dan 1000 indikator)
<b>Skor Variabel Laten</b>	<i>Indeterminate</i>	Secara eksplisit diestimasi

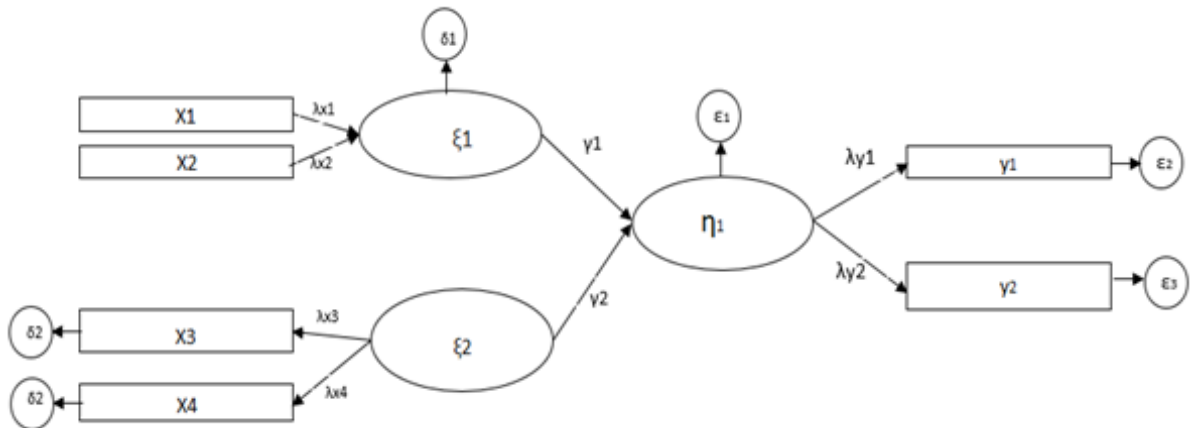
Sumber : Haryono, 2015

Menurut Gefen, *dkk.* (2000), secara garis besar struktur model dalam SEM terdiri dari dua sub-model, yaitu *measurement model* (model pengukuran atau *outer model*) dan *structural model* (model struktural atau *inner model*). Model pengukuran merupakan model yang menjelaskan hubungan antara indikator dan variabel laten dari penelitian, sedangkan model struktural adalah model yang menjelaskan mengenai hubungan antar variabel laten penelitian. Sub-model pada SEM dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1. Pada Gambar 2.1 model struktural direpresentasikan oleh koefisien P dan model pengukuran direpresentasikan oleh koefisien W.



Gambar 2.1 Contoh Model Jalur SEM

Menurut Nugroho (2014), setelah suatu model teoritis dikembangkan kemudian digambarkan dalam diagram jalur, maka peneliti mampu mengkonversikan model tersebut kedalam model persamaan dan model pengukuran. Gambar 2.2 merupakan ilustrasi dari diagram jalur suatu model yang kemudian akan konversi menjadi persamaan matematis.



Gambar 2.2 Ilustrasi Diagram Jalur

Berdasarkan Gambar 2.2, diagram jalur dapat dikonversikan menjadi persamaan sebagai berikut :

a. Persamaan *Measurement Model*

Persamaan Model Pengukuran Formatif

$$\xi_1 = \lambda_{x1}X_1 + \lambda_{x2}X_2 + \delta_1 \quad (2.2)$$

Persamaan Model Pengukuran Reflektif

$$X_3 = \lambda_{x3}\xi_2 + \delta_2 \quad (2.3)$$

$$X_4 = \lambda_{x4}\xi_2 + \delta_3 \quad (2.4)$$

$$Y_1 = \lambda_{y1}\eta_1 + \epsilon_2 \quad (2.5)$$

$$Y_2 = \lambda_{y2}\eta_1 + \epsilon_3 \quad (2.6)$$

b. Persamaan Struktural

$$\eta_1 = \gamma_1 \xi_1 + \gamma_2 \xi_2 + \zeta_1 \quad (2.7)$$

Keterangan :

$\xi$  = Ksi, variabel latent eksogen

$\eta$  = Eta, variabel laten endogen

$\lambda_x$  = Lamnda (kecil), loading faktor variabel latent eksogen

$\lambda_y$  = Lamnda (kecil), loading faktor variabel latent endogen

$\Lambda_x$  = Lamnda (besar), matriks loading faktor variabel latent eksogen

$\Lambda_y$  = Lamnda (besar), matriks loading faktor variabel laten latent endogen

$\beta$  = Beta (kecil), koefisien pengaruh variabel endogen terhadap variabel endogen

$\gamma$  = Gamma (kecil), koefisien pengaruh variabel eksogen terhadap variabel endogen

$\zeta$  = Zeta (kecil), *error term* model

$\delta$  = Delta (kecil), *error term* pengukuran pada variabel manifest untuk variabel laten eksogen

$\varepsilon$  = Epsilon (kecil), *error term* pengukuran pada variabel manifest untuk variabel latent endogen

## 2.7 Partial Least Square (PLS)

Menurut Hussein (2015), PLS memiliki tujuan yaitu melakukan prediksi. Dalam analisis ini PLS melakukan prediksi hubungan antar konstruk. Pendekatan PLS berguna secara khusus untuk memprediksi hubungan antara variable dependen dengan beberapa variable independen yang ada. Pendekatan PLS memiliki berbagai fungsi yang dapat dimanfaatkan yaitu sebagai *confirmatory factor analysis* (CFA), dan *exploratory factor analysis* (EFA) ketika dasar teori konstruk atau model masih lemah. Selain itu, pendekatan model PLS bersifat *asymptotic distribution free* (ADF). *Asymptotic distribution free* atau ADF dimaksudkan data yang akan dianalisis tidak memiliki pola distribusi tertentu, sehingga dapat berupa rasio, kategori, nominal, ordinal, dan interval (Haryono, 2015).

PLS memiliki beberapa kelebihan antara lain:

- a. Dapat digunakan untuk hubungan antara indikator dengan variabel latennya bersifat formatif,
- b. Dapat digunakan untuk ukuran sampel yang relatif kecil ,
- c. Dapat digunakan untuk model yang sangat kompleks,
- d. Dapat digunakan bila data tidak normal (Yamin dan Kurniawan, 2011).

Analisis data dan pemodelan persamaan struktural dengan menggunakan *software* PLS, adalah sebagai berikut (Ghazali,2006):

1. Merancang Model Struktural (*Inner Model*)

Model struktural menggambarkan hubungan antar variabel laten berdasarkan teori yang telah dikaji. Hubungan antar variabel laten didasarkan pada rumusan masalah atau hipotesis penelitian.

## 2. Merancang Model Pengukuran (*Outer Model*)

Model pengukuran sangat penting karena dapat menjelaskan hubungan masing-masing indikator dengan variabel latennya. Dalam tahap ini sifat indikator terhadap variabel latennya ditentukan, bersifat formatif maupun reflektif (Jaya dan Sumertajaya, 2008).

## 3. Konversi Diagram Jalur ke Model Persamaan

Menurut Jaya dan Sumertajaya (2008),

- a. Outer model, yaitu spesifikasi hubungan antara variabel laten dengan indikator. Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$X = \lambda_x \xi + \delta$$

(2.8)

$$Y = \lambda_y \eta + \varepsilon$$

(2.9)

Dimana  $x$  adalah indikator untuk variabel laten eksogen ( $\xi$ ) atau variabel yang mempengaruhi, sedangkan  $y$  untuk variabel endogen ( $\eta$ ) atau variabel yang dipengaruhi.

- b. Inner model, menggambarkan hubungan antar variabel laten berdasarkan teori substansif penelitian.

## 4. Estimasi

Proses perhitungan dilakukan dengan cara iterasi, dimana iterasi akan berhenti jika telah tercapai kondisi konvergen. Pendugaan parameter di dalam PLS meliputi 3 hal, yaitu:

- a. *Weight estimate* yang digunakan untuk menghitung data variabel laten.
- b. *Path estimate* yang menghubungkan antar variabel laten dan estimasi loading antara variabel laten dengan indikatornya.
- c. *Means* dan parameter lokasi (nilai konstanta regresi, intersep) untuk indikator dan variabel laten.

## 5. Evaluasi *Goodness of Fit*

GoF digunakan dalam mengevaluasi model struktural dan pengukuran secara keseluruhan. GoF merepresentasikan indeks untuk melakukan validasi model PLS-PM secara global. Semakin tinggi nilai GoF, maka model tersebut semakin baik (Stefani dan Sunardi, 2014).

Menurut Solimun, *dkk.* (2017), kriteria Tenenhaus GoF yaitu:

Tabel 2.4 Kriteria GoF

Kriteria GoF	Kategori
GoF < 0,25	<i>Small</i>
$0,25 \leq \text{GoF} < 0,36$	<i>Medium</i>
GoF $\geq 0,36$	<i>Large</i>

Sumber: Solimun *dkk.*, 2017

## 6. Pengujian Hipotesis

Pengujian Hipotesis dilakukan dengan metode *resampling Bootstrap* yang dikembangkan oleh Geisser & Stone. Statistik uji yang digunakan adalah statistik t atau uji t. Penerapan metode *resampling*, memungkinkan berlakunya data berdistribusi bebas (*distribution free*) tidak memerlukan asumsi distribusi normal, serta tidak memerlukan 12 sampel yang besar (direkomendasikan sampel minimum 30). Pengujian dilakukan dengan *t-test*.

Menurut Hair, *dkk.* (2011), terdapat 2 evaluasi model dalam metode SEM yaitu:

### a. Uji Model Pengukuran / *Outer Model*

#### • Uji Validitas

Menurut Hidayat dan Otok (2012), uji validitas dapat diketahui dari nilai *loading factor* tiap konstruk. Uji validitas bertujuan untuk mengetahui data yang digunakan sudah konsisten atau belum. Nilai *loading factor* yang diharapkan harus  $>0,5$ ; ketika nilai *loading factor*  $<0,5$  maka indikator tersebut harus dihilangkan karena dianggap tidak cukup baik untuk memprediksi variabel laten.

#### • Uji Reliabilitas

Menurut Rozandy, *dkk.* (2012), tujuan dari uji reliabilitas adalah untuk menunjukkan akurasi, konsistensi dan ketepatan suatu alat ukur dalam melakukan pengukuran. Menurut Irwan dan Adam (2015), ketentuan suatu variabel laten dikatakan reliable yaitu nilai *cornbach's alpha*  $\geq 0,5$  dan nilai *composite reliability*  $\geq 0,6$ .

## b. Uji Model Struktural/ Inner Model

Menurut Stefani dan Sunardi (2014), GoF digunakan dalam mengevaluasi model struktural dan pengukuran secara keseluruhan. GoF merepresentasikan indeks untuk melakukan validasi model SEM-PLS secara global. Semakin tinggi nilai GoF, maka model tersebut semakin baik.

- **Uji Korelasi**

Uji korelasi dilakukan untuk melihat besarnya hubungan antar variabel laten. Koefisien korelasi merupakan angka yang menunjukkan derajat asosiasi atau keeratan hubungan antara variabel laten eksogen dengan variabel laten endogen (Lukman, *dkk.*, 2016).

- **Uji Signifikansi**

Signifikansi parameter yang diestimasi memberikan informasi yang sangat berguna mengenai hubungan antar variabel-variabel penelitian (Irwan dan Adam, 2015). Uji signifikansi dapat dilakukan dengan melihat nilai dari *p-value* dengan nilai  $\alpha$  yang biasa digunakan yaitu  $\alpha = 5\% = 0,05$ . Apabila diperoleh nilai *p-value*  $\leq 0,05$ , maka disimpulkan signifikan. Demikian juga sebaliknya (Jaya dan Sumertajaya, 2008).

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berfungsi sebagai referensi atau tambahan literatur yang juga menjadi pedoman dalam pelaksanaan penelitian berikutnya. Berikut daftar penelitian terdahulu:

Tabel 2.6 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Sumber	Hasil Penelitian
1	Nugroho, 2014	Faktor pencemar Kali Surabaya segmen Gunungsari – Jagir yang signifikan adalah kondisi hulu sungai dengan model persamaan struktural yang didapat: Tingkat Pencemaran = 0,215 (Kondisi Hulu) + 0,466 (Kualitas Air Limbah Domestik) – 0,129 (Persepsi Masyarakat)
2	Novitasari, 2015	Ditemukan 215 titik sumber limbah domestik dan 10 titik sumber limbah industri dengan persentase total beban pencemaran untuk parameter BOD; COD; TSS pada limbah

		domestik dan industri masing-masing 66%; 52%; 85% dan 34%; 48%; 15%.
3	Febriyana dan Masduqi, 2016	Pada Kali Surabaya segmen Tambangan Cangkir – Gunungsari harus menurunkan beban COD sebesar 65.518,65 kg/hari dan BOD sebesar 68.967,59 kg/hari.
4	Masduqi et al, 2010	Penggunaan SEM untuk menilai faktor yang mempengaruhi ketahanan sistem penyediaan air pedesaan beserta nilai pengaruhnya yaitu Sumber Air (0,465); Pilihan Teknologi (0,555); Biaya Investasi (0,238); Teknis Dan Operasi (0,112); Lembaga Pengelola (0,095); Operator (0,187); Suku Cadang (0,144); Biaya Operasional (0,130), Partisipasi Masyarakat (0,103)
5	Trisnawati, 2014	Parameter pencemar air kali surabaya segmen Gunungsari – Jagir adalah BOD, DO, TSS, nitrit, minyak, dan fenol dengan status mutu indeks pencemaran tercemar ringan
6	Suwari, 2010	Total beban pencemaran BOD Kali Surabaya adalah 55.49 ton/hari, COD 132.58 ton/hari, dan TSS 210.13 ton/hari. Kontribusi limbah domestik, industri, dan pertanian terhadap beban BOD berturut-turut adalah 59.77, 40.05, dan 0.18%, terhadap beban COD 54.1, 45.74, dan 0.15%, dan kontribusi terhadap TSS adalah 80.37, 19.30, dan 0.33%
7	Priyono, 2013	Status mutu air Kali Surabaya menurut metode STORET dan Indeks pencemaran masing-masing 49,44% atau tercemar berat dan 100% atau tercemar sedang untuk peruntukkan kelas dua



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Penelitian ini secara umum menganalisis faktor – faktor yang berpengaruh terhadap tingkat pencemaran sungai di Kali Surabaya segmen Karangpilang – Gunungsari. Variabel independen (eksogen) yaitu kondisi hulu sungai dan peran serta masyarakat, sedangkan variabel dependen (endogen) yaitu Kondisi Limbah Domestik dan status mutu air di hilir. Metode yang dilakukan berupa penelitian lapangan dengan berpedoman kepada kajian pustaka dan data-data penunjang yang ada.

#### **3.2 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian secara menyeluruh diilustrasikan oleh diagram alir penelitian pada Gambar 3.1. Secara garis besar, penelitian akan dilakukan dalam tahapan sebagai berikut:

a. Tahap pengkajian awal

Tahap ini dilakukan studi literatur berkaitan dengan teori pencemaran air, status mutu air, kondisi daerah penelitian, dan teori Structural Equation Modelling (SEM).

b. Tahap konseptualisasi model

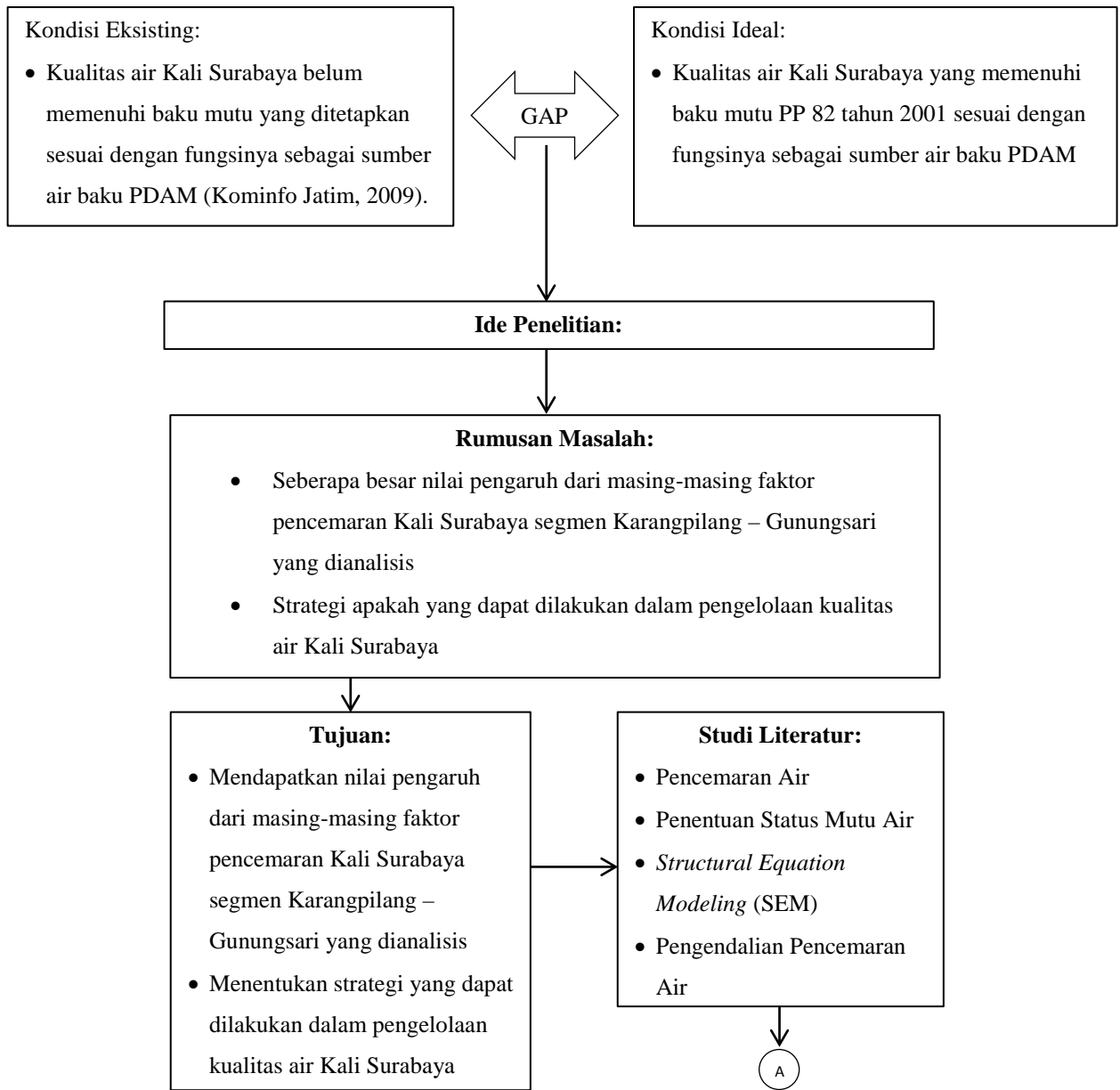
Dalam tahap ini model struktural untuk analisis dikonsepsi dan digambarkan serta ditentukan metode pengumpulan datanya.

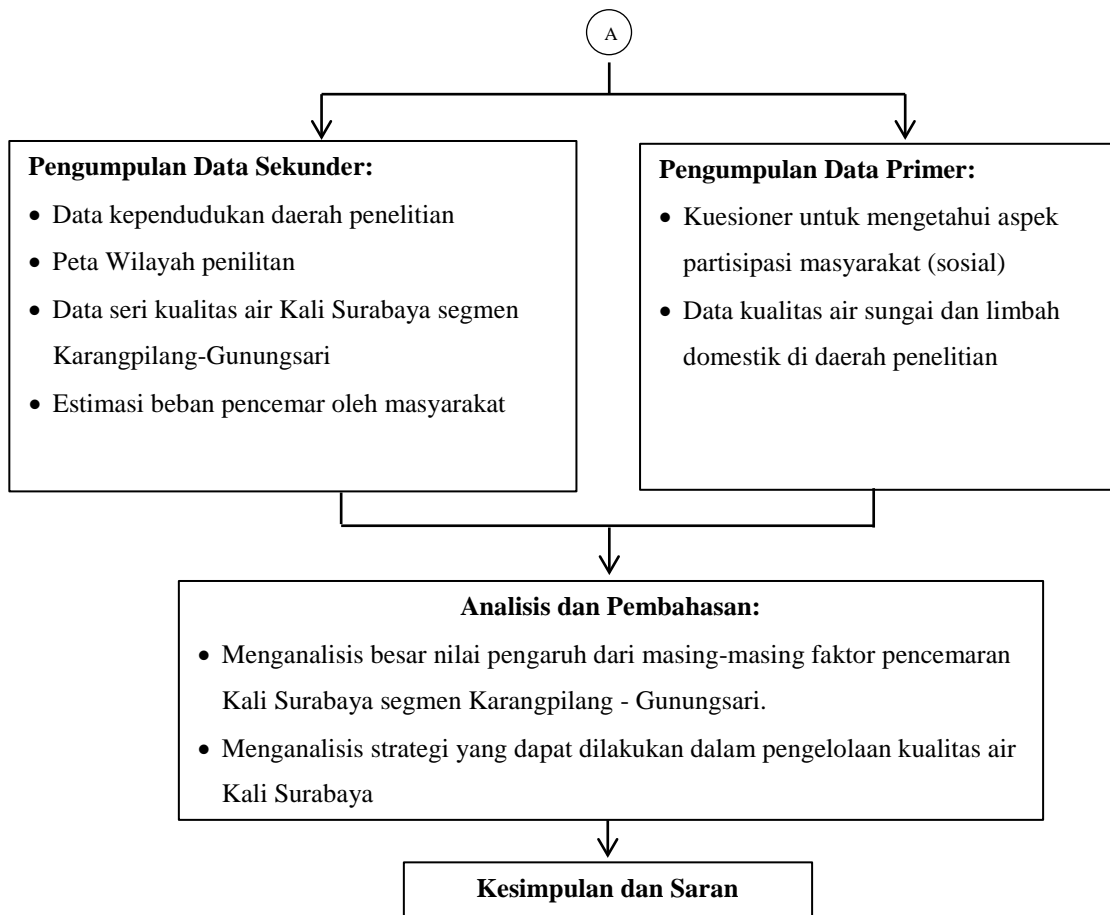
c. Tahap pengumpulan data

Tahap ini merupakan implementasi dari tahapan sebelumnya. Data yang dikumpulkan meliputi data primer yang berupa kuesioner dan data sekunder yang berupa kualitas air sungai dan air limbah domestik dari instansi terkait

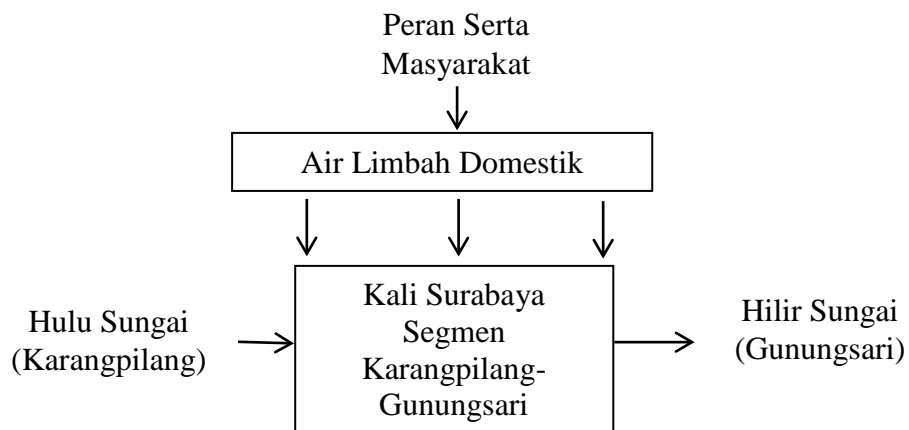
d. Tahap analisis data

Data yang telah dikumpulkan diolah untuk selanjutnya dianalisis dengan menggunakan software SmartPLS 3.0.

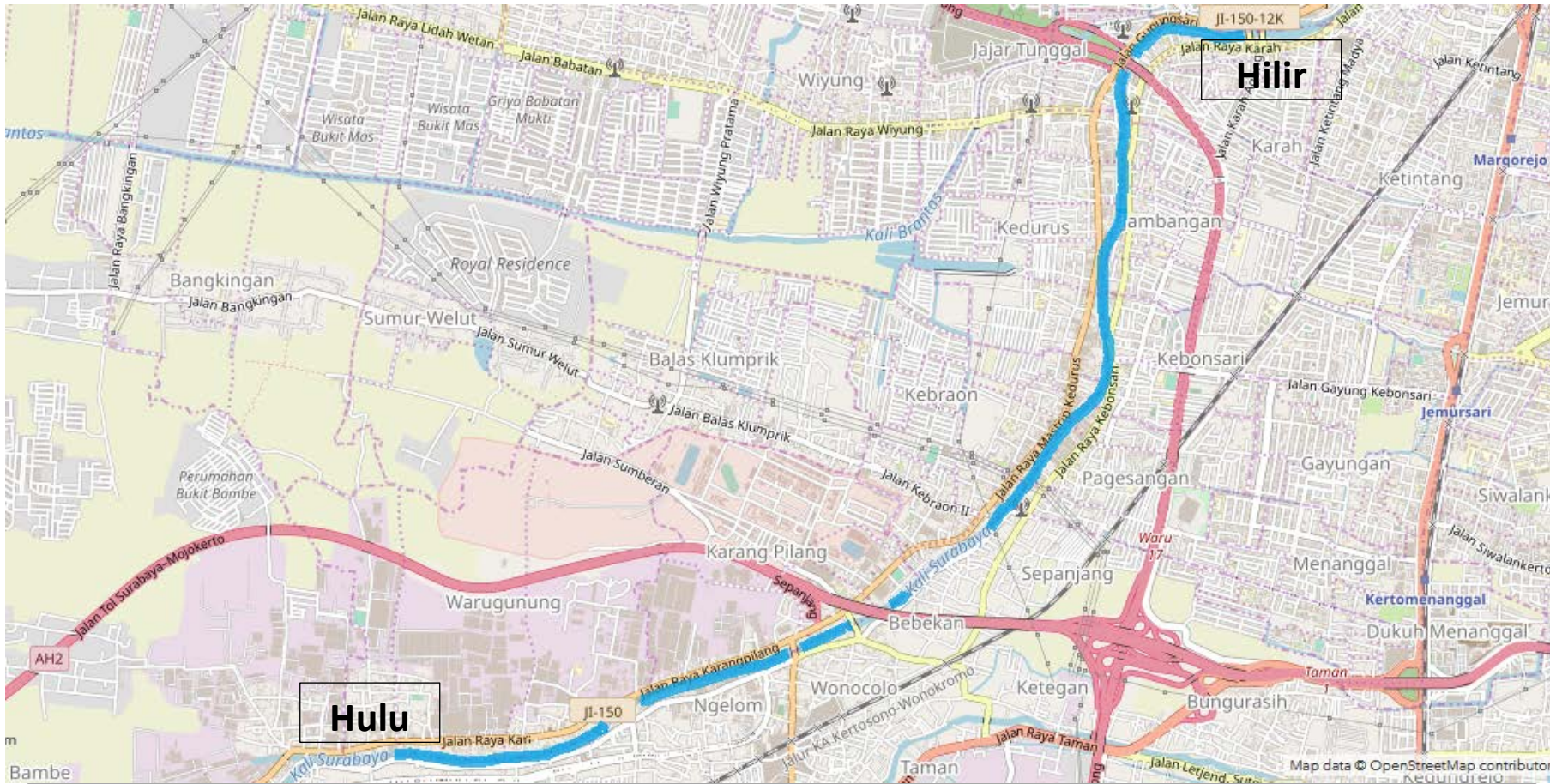




Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Sistem Kali Surabaya Segmen Karangpilang – Gunungsari



	<p><b>Gambar 3.3 Peta Lokasi Penelitian</b></p>		<p><b>KETERANGAN</b></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Kali Surabaya</td> <td></td> <td>Jalan Tol</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Batas Wilayah</td> <td></td> <td>Jalan Besar</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Jalan Raya</td> <td></td> <td>Anak Sungai</td> </tr> </table>		Kali Surabaya		Jalan Tol		Batas Wilayah		Jalan Besar		Jalan Raya		Anak Sungai
	Kali Surabaya		Jalan Tol												
	Batas Wilayah		Jalan Besar												
	Jalan Raya		Anak Sungai												

Sumber: Peta RBI Bakosurtanal dan Hasil Analisis

### 3.3 Identifikasi Variabel

Variabel dalam penelitian ini merupakan faktor-faktor pencemar yang mempengaruhi kali surabaya yaitu kondisi hulu sungai, kondisi limbah domestik, dan peran serta masyarakat. Kajian pustaka dan hipotesis menjadi dasar dari penentuan faktor pencemaran tersebut. Menurut Nugroho (2014), Terdapat dua jenis variabel laten pada SEM, antara lain variabel dependen (endogen) dan variabel independen (eksogen). Variabel dependen (endogen) adalah variabel yang nilainya dipengaruhi atau ditentukan oleh variabel independen (eksogen) dalam model, sedangkan variabel independen (eksogen) adalah variabel yang nilainya ditentukan di luar model atau tidak ditentukan variabel lain. Dalam konsep model SEM di penelitian ini variabel dependen (endogen) disimbolkan dengan Y, sedangkan variabel independen (eksogen) disimbolkan dengan X. Variabel dalam penelitian ini dirinci pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Deskripsi Variabel Penelitian

Variabel Laten	Variabel Indikator		Sumber Data
	Simbol	Nama Indikator	
<b>Kondisi air di hulu</b> (X <sub>1</sub> )	X <sub>1.1</sub>	BOD hulu	Sekunder
	X <sub>1.2</sub>	COD hulu	Sekunder
	X <sub>1.3</sub>	TSS hulu	Sekunder
	X <sub>1.4</sub>	DO hulu	Sekunder
<b>Kondisi air limbah domestik</b> (Y <sub>1</sub> )	Y <sub>1.1</sub>	BOD air limbah domestik	Sekunder
	Y <sub>1.2</sub>	COD air limbah domestik	Sekunder
	Y <sub>1.3</sub>	TSS air limbah domestik	Sekunder
<b>Peran serta masyarakat</b> (X <sub>2</sub> )	X <sub>2.1</sub>	Teknis	Kuisisioner
	X <sub>2.2</sub>	Pengetahuan	Kuisisioner
	X <sub>2.3</sub>	Sikap dan Perilaku	Kuisisioner
<b>Status mutu air di hilir</b> (Y <sub>2</sub> )	Y <sub>2</sub>	Metode Indeks	Sekunder dan
		Pencemaran	Perhitungan

Penjelasan terkait definisi dan metode pengukuran masing-masing variabel laten diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Kondisi Hulu Sungai

Data kondisi hulu sungai menggambarkan kualitas air yang masuk ke sistem lokasi studi. Kualitas air dengan parameter BOD, COD, dan TSS yang semakin tinggi dan DO yang rendah menjadi indikasi tingginya beban pencemaran.

## 2. Kualitas Air Limbah Domestik

Data kualitas BOD, COD, dan TSS dari air limbah domestik yang masuk ke dalam saluran sekunder Kali Kedurus akan digunakan untuk menunjukkan pengaruh limbah domestik terhadap Kali Surabaya.

## 3. Peran Serta Masyarakat

Variabel laten ini menjelaskan peran serta masyarakat sekitar daerah penelitian yang dianggap berkontribusi dalam pencemaran Kali Surabaya. Melalui kuesioner diberikan pertanyaan seputar pengetahuan, sikap dan perilaku, serta teknis dalam pengelolaan air limbah. Kebutuhan data untuk dianalisis sebanyak 42 sampel. Data untuk masing-masing indikator didapatkan dari kuesioner di lokasi yang telah ditentukan. Responden yang dipilih adalah warga sekitar pada lokasi yang telah ditentukan. Tujuan dari kuesioner pada penelitian ini diharapkan mampu merepresentasikan peran serta masyarakat dalam mempengaruhi kualitas air Kali Surabaya secara langsung maupun tidak langsung. Pertanyaan yang disampaikan pada responden melalui kuesioner diharapkan dapat menjawab indikator pada peran serta masyarakat antara lain, pengetahuan, sikap dan perilaku serta teknis. Pada indikator “pengetahuan”, semakin paham masyarakat terhadap pencemaran dan akibatnya, maka semakin kecil dampak yang ditimbulkan. Pada dua indikator lainnya, semakin besar kemungkinan masyarakat untuk menyebabkan pembuangan air limbah maupun ke badan air, maka semakin besar pula tingkat pencemaran yang terjadi.

## 4. Status Mutu Air Hilir

Variabel endogen ini dibuat untuk mengkonfirmasi pengaruh pencemaran yang ditimbulkan oleh variabel lainnya. Status mutu air dipilih karena merupakan cara yang tepat untuk menjelaskan tingkat pencemaran di suatu badan air. Terdapat dua metode penilaian status mutu air dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Data untuk indikator ini didapat dari hasil penentuan status mutu air Kali Surabaya dengan metode STORET dan Indeks Pencemaran.

### 3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder meliputi data pantauan kondisi air sungai, kondisi air limbah domestik, dan jumlah penduduk di sekitar sungai didapatkan dari berbagai instansi terkait, literatur, serta penelitian terdahulu. Sedangkan data primer meliputi pengamatan langsung di lapangan, dokumentasi, dan kuesioner. Jumlah data yang dibutuhkan sebanyak 42 sampel, hal ini didasarkan pada pendekatan yang mempertimbangkan statistical power dan effect size ketika menentukan sampel. Sesuai Panduan Menentukan Ukuran Sampel Metode SEM-PLS pada Tabel 3.2, penelitian ini memiliki indikator terbanyak sebesar 4 parameter dan diharapkan signifikansi pada 0,05 (5%) sehingga taraf kebenarannya sebesar 95% dan  $R^2$  minimum 0,50. Oleh karena itu, jumlah sampel minimum yang dibutuhkan adalah 42. Adapun kebutuhan data-data tersebut sebagai berikut:

Tabel 3.2 Panduan Menentukan Ukuran Sampel Metode SEM-PLS

Jumlah maksimal arah panah menuju konstruk	Tingkat ( <i>level</i> ) Signifikansi											
	1%				5%				10%			
	Minimum $R^2$				Minimum $R^2$				Minimum $R^2$			
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75
2	158	75	47	38	110	52	33	26	88	41	26	21
3	176	84	53	42	124	59	38	30	100	48	30	25
4	191	91	58	46	137	65	42	33	111	53	34	27
5	205	98	62	50	147	70	45	36	120	58	37	30
6	217	103	66	53	157	75	48	39	128	62	40	32
7	228	109	69	56	166	80	51	41	136	66	42	35
8	238	114	73	59	174	84	54	44	143	69	45	37
9	247	119	76	62	181	88	57	46	150	73	47	39
10	256	123	79	64	189	91	59	48	156	76	49	41

#### 1. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan penelitian. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Data pemantauan kondisi air sungai yang meliputi parameter kimia antara lain BOD, COD, TSS dan DO. Data ini dapat diperoleh di Perum Jasa Tirta I dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.
- Data kondisi air limbah domestik dengan parameter BOD, COD, dan TSS yang diperoleh dari Perum Jasa Tirta I dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.



## 2. Data Primer

Data primer secara langsung diperoleh dengan survey kuesioner di lapangan, wawancara dengan instansi terkait, serta analisis data terhadap hasil survey. Kuesioner dirancang serelevan mungkin dengan variabel dan jenis data yang ingin diperoleh. Bentuk kuesioner adalah dengan jawaban bebas dengan rentang skor 1 - 4 untuk sangat baik - buruk, sehingga responden dengan mudah menjawab sesuai dengan caranya masing-masing. Jumlah kuesioner yang dibagikan sebanyak 42. Jumlah distribusi sampel ditentukan berdasarkan kepadatan penduduk di daerah penelitian

### 3.5 Penentuan Status Mutu Air

Status mutu air di bagian Hilir dapat diperoleh melalui metode perhitungan STORET dan Indeks Pencemaran sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Namun dari hasil pengumpulan data tidak didapatkan pengukuran yang menunjukkan nilai minimum dan maksimum tiap satuan waktu untuk dilakukan perhitungan nilai rata-ratanya. Oleh karena itu, penentuan status mutu air dalam penelitian kali ini hanya dilakukan dengan metode Indeks Pencemaran saja. Metode penentuan status mutu air yang digunakan dalam penelitian akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai Ci dan Li. Nilai Ci adalah data kualitas parameter, sedangkan nilai Li adalah baku mutu untuk parameter tersebut. Data yang digunakan untuk metode ini sama dengan data yang digunakan pada metode STORET, yaitu 42 data dalam kurun waktu September 2016 hingga Agustus 2018. Kali surabaya digolongkan pada sungai kelas II sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010, sehingga baku mutu sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 sebagai berikut:

Baku mutu BOD = 3 mg/L	Baku mutu COD = 25 mg/L
Baku mutu TSS = 50 mg/L	Baku mutu DO = 4 mg/L

2. Dihitung Ci/Li masing-masing parameter di tiap bulan.

3. Khusus parameter DO perhitungan Ci/Li-nya berbeda sebab baku mutu DO adalah batas minimum bukan batas maksimum seperti parameter yang lain. Perhitungan Ci/Li tersebut sebagai berikut:

$$Ci/Li = (Cim - Ci)/(Cim - Li)$$

Keterangan:

Cim = DO maksimum atau DO jenuh

4. Jika terdapat Ci/Li yang bernilai lebih besar dari 1, maka perlu dihitung Ci/Lij baru dengan rumus:

$$(Ci/Li) \text{ baru} = 1 + 5 \cdot \log(Ci/Li) \text{ lama}$$

5. Ditentukan nilai maksimum dan nilai rata-rata dari hasil perhitungan Ci/Li semua parameter di satu waktu (bulan).
6. Dihitung Plj tiap satuan waktu (bulan) dengan menggunakan rumus:

$$Plj = Plj = \sqrt{\frac{\{(Ci/Lij)^2 R + (Ci /Lij)^2 M\}}{2}}$$

(Ci/Lij)R = (Ci/Lij) rata-rata untuk bulan j

(Ci/Lij)M = (Ci/Lij) maksimum untuk bulan j

### 3.6 Structural Equation Modelling – Partial Least Square (SEM-PLS)

Analisis data pada penelitian ini menggunakan teknik analisis SEM-PLS (structural equation modelling – partial least square) dengan menggunakan software smartPLS 3.0. Prosedur yang dilalui dalam pemodelan SEM-PLS terdiri dari berbagai tahapan sebagai berikut:

1. Konseptualisasi model
2. Pembuatan diagram jalur (pathway)
3. Estimasi model
4. Evaluasi model
5. Interpretasi model

#### 3.6.1 Konseptualisasi Model

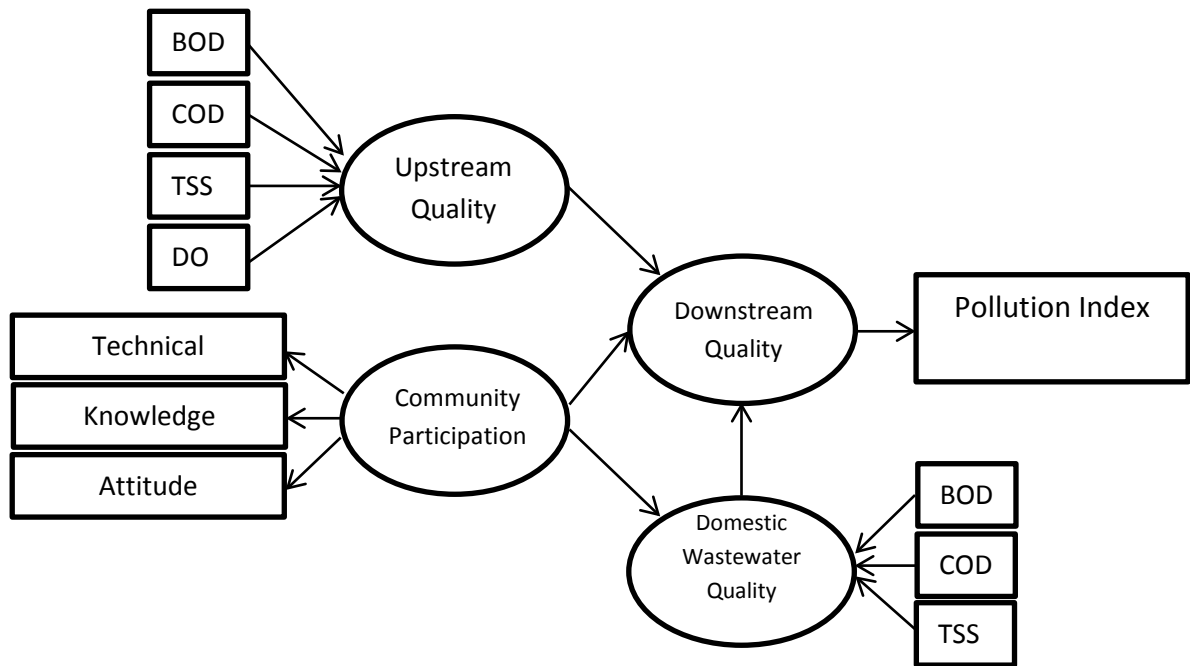
Tahapan ini meliputi identifikasi variabel laten, penentuan indikator untuk tiap variabel laten dan perancangan hubungan antar variabel. Identifikasi variabel laten dilakukan sesuai dengan teori dan pengalaman empiris. Dalam metode SEM-PLS, pengukuran variabel laten dapat menggunakan indikator yang bersifat

reflektif maupun formatif. Indikator yang bersifat reflektif menyatakan hasil yang diakibatkan oleh variabel laten, sedangkan indikator yang bersifat formatif menyatakan penyebab atau pembentuk variabel laten. Dalam perancangan hubungan antar variabel laten perlu diperhatikan kesesuaian teori dan model.

### **3.6.2 Pembuatan Diagram Jalur**

Tahap ini merupakan tahap penggambaran variabel dan indikator yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan teori-teori terkait hubungan dan pengaruh antar variabel beserta indikatornya. Selain berdasarkan teori-teori ilmiah, pembuatan diagram jalur juga dapat dilakukan berdasarkan kajian yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu. Fungsi utama dari membangun diagram jalur adalah untuk memvisualisasikan hubungan antara konstruk yang akan mempermudah peneliti untuk melihat model secara keseluruhan. Konsep awal diagram jalur SEM pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.4.

Secara umum variabel dalam SEM dibagi menjadi variabel laten dan variabel indikator. Menurut Antara, dkk. (2013), variabel laten merupakan variabel yang tidak terukur besarnya namun terdiri dari indikator-indikator yang dapat diukur. Variabel ini sering digunakan pada penelitian bidang kesehatan, psikologi, dan sosial yang melibatkan hubungan dengan masyarakat. Pada diagram jalur, variabel laten digambarkan menggunakan lingkaran elips, sedangkan variabel indikator menggunakan kotak. Menurut arah panah dari variabel indikator menuju variabel laten disebut model pengukuran formatif, sebaliknya arah panah dari variabel laten menuju indikator disebut model pengukuran reflektif. Konsep diagram jalur SEM dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.4 Konsep Diagram Jalur

Menurut kajian yang dilakukan oleh Nugroho (2014), ditemukan bahwa variabel Persepsi Masyarakat mempengaruhi Kondisi Air Limbah Domestik yang dihasilkan. Selanjutnya perilaku masyarakat dalam membuang air limbah pada saluran sekunder ataupun saluran drainase memberikan dampak pada kualitas badan air Kali Surabaya. Oleh karena itu, variabel Peran Serta Masyarakat dalam diagram jalur SEM terhubung langsung dengan Kondisi Air Limbah Domestik pada penelitian kali ini.

### 3.6.3 Evaluasi Model

#### 3.6.3.1 Evaluasi Outer Model

Evaluasi model SEM mula-mula dilakukan pada *outer model* (model pengukuran) dengan melihat validitas dan reliabilitasnya. Jika model pengukuran sudah valid dan reliabel maka dapat dilakukan evaluasi model struktural, akan tetapi jika belum valid dan reliabel maka diagram jalur perlu direkonstruksi. Pengujian validitas dan reliabilitas pada masing-masing variabel laten dilakukan dengan menggunakan software SmartPLS. Pada uji validitas, nilai loading factor yang diharapkan harus  $>0,5$ , ketika nilai loading factor  $<0,5$  maka indikator tersebut harus dihilangkan karena dianggap tidak cukup baik untuk memprediksi variabel laten (Otok,2012). Sedangkan uji reliabilitas menurut Setara dan

Nusantara (2013), ketentuan suatu variabel laten dikatakan reliable yaitu nilai composite reliability  $\geq 0,7$ .

### **3.6.3.2 Evaluasi Inner Model**

Evaluasi model struktural atau inner model bertujuan untuk memprediksi hubungan antar variabel laten. Model struktural dievaluasi dengan melihat nilai  $R^2$  untuk melihat kekuatan model dalam memprediksi. Perubahan nilai  $R^2$  berpengaruh pada seberapa besar kekuatan prediksi variabel laten independent (eksogen) terhadap variabel laten dependent (endogen) terkait.

Selain nilai  $R^2$ , evaluasi inner model juga dilihat dari nilai koefisien parameter jalur. Nilai koefisien jalur menunjukkan sebesar apa pengaruh langsung variabel eksogen terhadap variabel endogen. Nilai koefisien jalur yang dihimpun akan menghasilkan persamaan model struktural. Persamaan model struktural ini menyatakan besarnya tingkat pencemaran dalam persamaan matematis linier. Signifikansi tiap variabel eksogen dalam mempengaruhi variabel endogen juga dilihat dari nilai t-statistik.

## **3.7 Analisis Data dan Pembahasan**

Tahapan yang dilalui setelah pemodelan SEM dilakukan yaitu analisis hasil pemodelan dan dilanjutkan dengan penentuan strategi yang dipilih dalam upaya mengelola kualitas air Kali Surabaya. Pilihan strategi dilakukan dengan mengacu pada Draft Strategi Sanitasi Kota Surabaya tahun 2010 dan Rancangan Peraturan Daerah Kota Surabaya Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air tahun 2015.

## **3.8 Kesimpulan dan Saran**

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan, diperoleh kesimpulan tentang model struktural yang dinyatakan dalam persamaan matematis dan nilai persentase pengaruh dari masing-masing variabel terhadap tingkat pencemaran air Kali Surabaya.



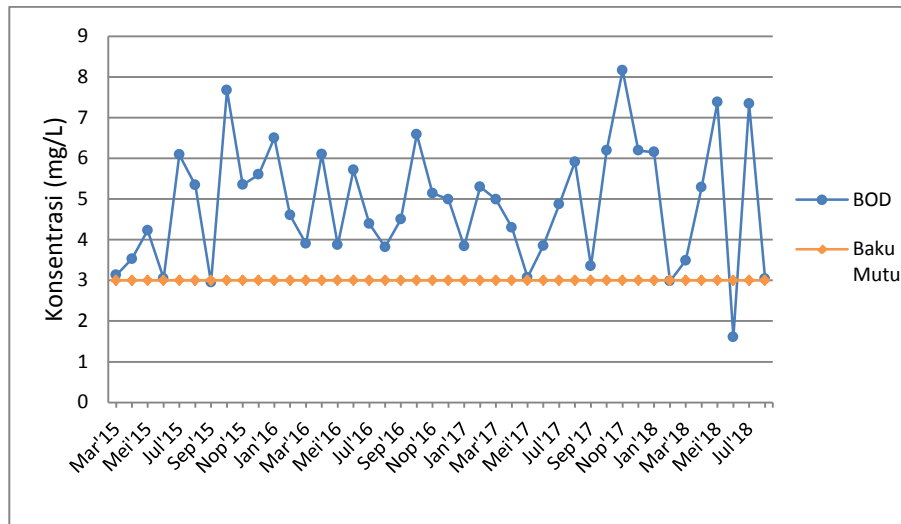
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Kualitas Air Hulu Segmen

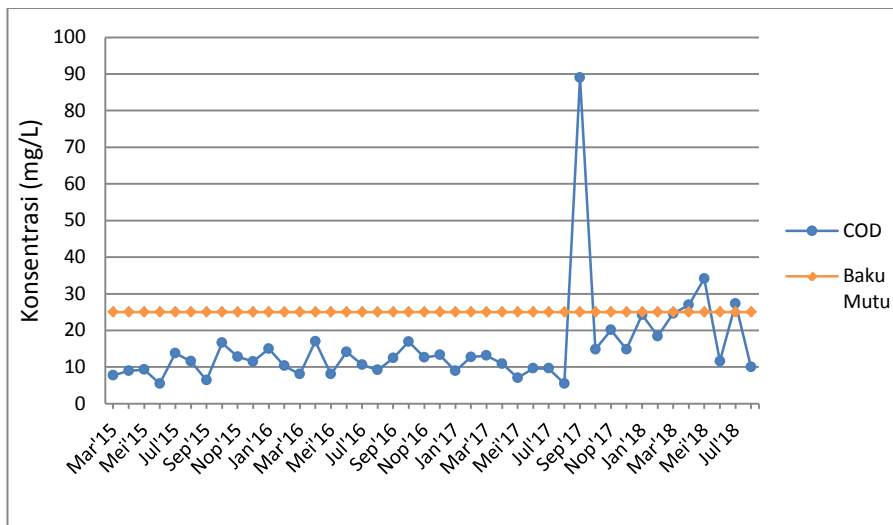
Data kualitas air dengan parameter BOD, COD, TSS, dan DO di hulu segmen merupakan data sekunder. Data didapatkan dari instansi terkait yang melakukan pemantauan secara time-series sejak Maret 2015 hingga Agustus 2018. Data untuk masing-masing parameter akan ditampilkan dalam Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4 sebagai berikut:



Sumber: Hasil Analisis, 2018

Gambar 4.1 Data BOD Hulu Segmen

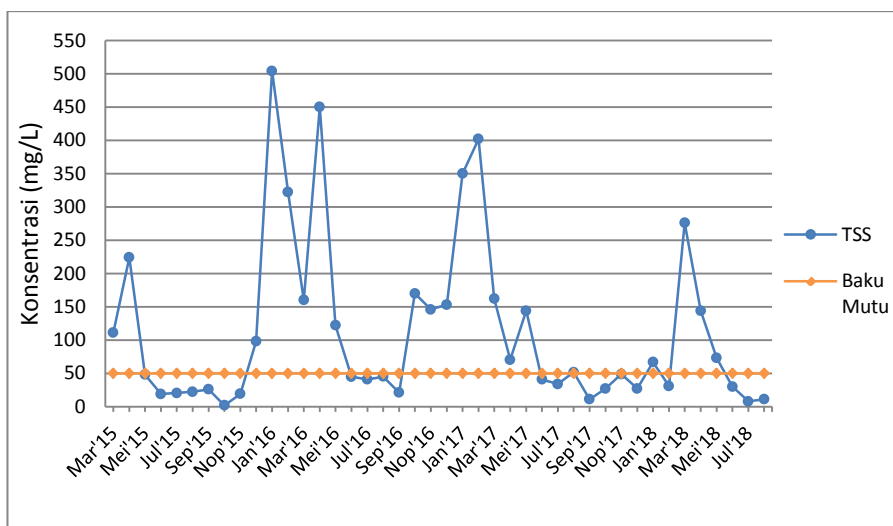
Berdasarkan Gambar 4.1, rata-rata parameter BOD melebihi baku mutu air kelas II dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku mutu BOD sungai kelas II adalah 3 mg/L, sedangkan nilai rata-rata BOD dari 42 data seri yang diambil adalah 4,8 mg/L.



Sumber: Hasil Analisis, 2018

Gambar 4.2 Data COD Hulu Segmen

Berdasarkan Gambar 4.2, rata-rata parameter COD dibawah baku mutu air kelas II dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku mutu COD sungai kelas II adalah 25 mg/L, sedangkan nilai rata-rata COD dari 42 data seri yang diambil adalah 15,3 mg/L.



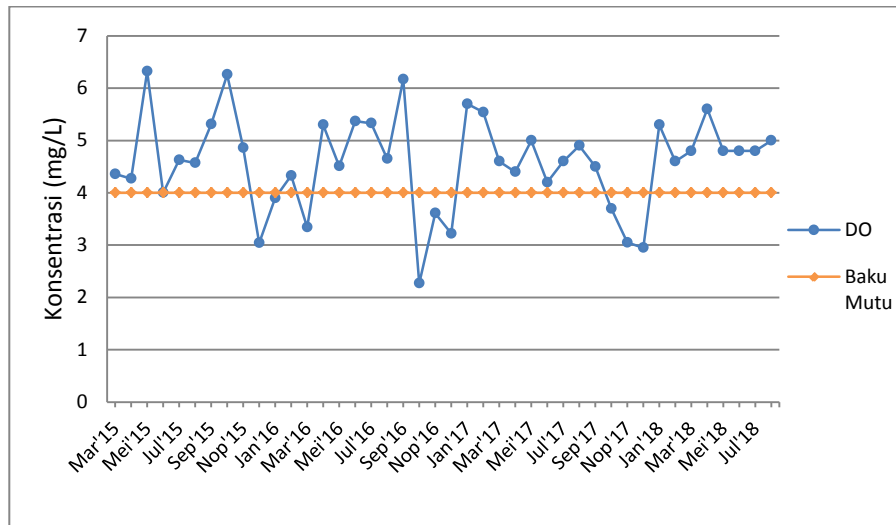
Sumber: Hasil Analisis, 2018

Gambar 4.3 Data TSS Hulu Segmen

Berdasarkan Gambar 4.3, rata-rata parameter TSS melebihi baku mutu air kelas II dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku mutu TSS sungai kelas II adalah 50



mg/L, sedangkan nilai rata-rata TSS dari 42 data seri yang diambil adalah 113,8 mg/L.



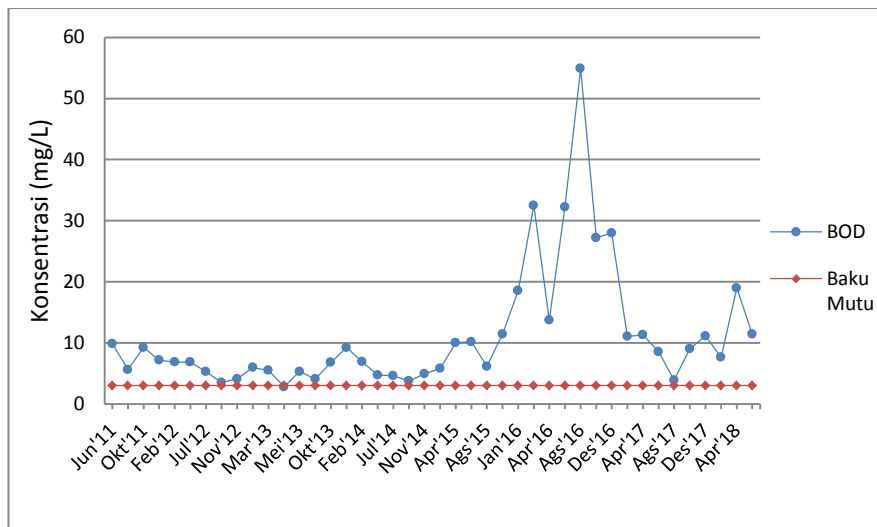
Sumber: Hasil Analisis, 2018

Gambar 4.4 Data DO Hulu Segmen

Berdasarkan Gambar 4.4, rata-rata parameter DO sedikit melebihi baku mutu air kelas II dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Kandungan oksigen terlarut dalam air dalam kondisi yang baik apabila nilainya diatas baku mutu. DO sungai kelas II memiliki baku mutu sebesar 4 mg/L, sedangkan rata-rata DO dari 42 data seri yang diambil adalah 4,6 mg/L.

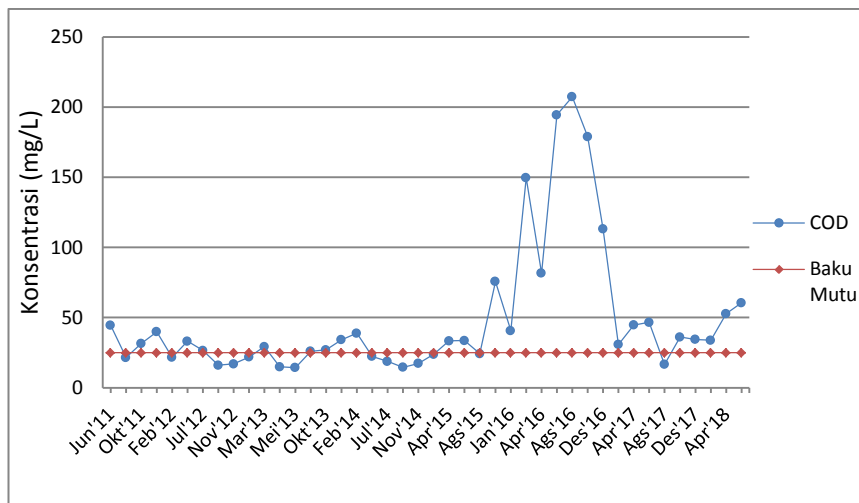
#### 4.1.2 Kualitas Air Limbah Domestik

Data kualitas air limbah domestik diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur yang diambil dari Kali Kedurus. Air limbah domestik berasal dari kegiatan rumah tangga (domestik) seperti bekas cucian, mandi, dapur, ataupun penyiraman masyarakat di sekitar aliran Kali Kedurus. Data untuk masing-masing parameter pencemar akan ditampilkan dengan grafik pada Gambar 4.5, Gambar 4.6, dan Gambar 4.7.



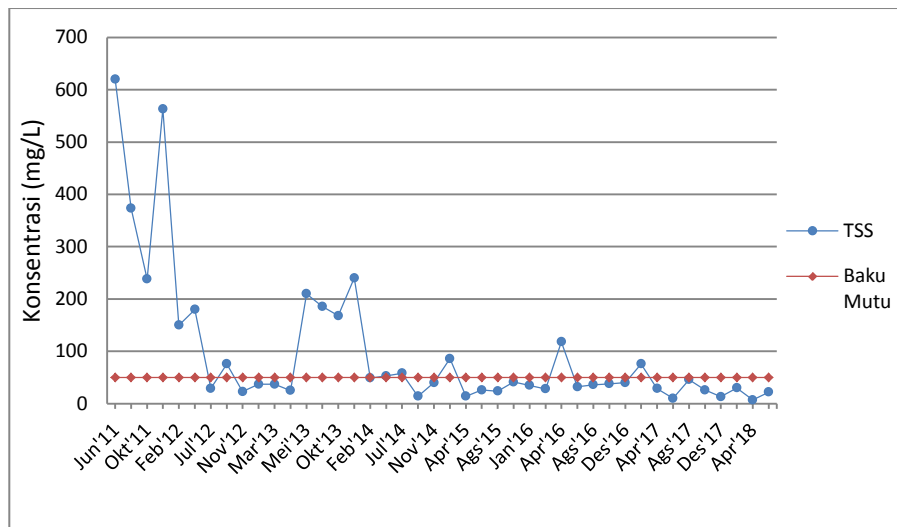
Gambar 4.5 Data BOD Limbah Domestik

Berdasarkan Gambar 4.5, rata-rata parameter BOD melebihi baku mutu air kelas II dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku mutu parameter BOD adalah 3 mg/L, sedangkan rata-rata parameter BOD pada kualitas air limbah domestik dari Kali Kedurus adalah 11,12 mg/L.



Gambar 4.6 Data COD Limbah Domestik

Berdasarkan Gambar 4.6, rata-rata parameter COD melebihi baku mutu air kelas II dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku mutu parameter COD adalah 25 mg/L, sedangkan rata-rata parameter COD pada kualitas air limbah domestik dari Kali Kedurus adalah 48,68 mg/L.



Gambar 4.7 Data TSS Limbah Domestik

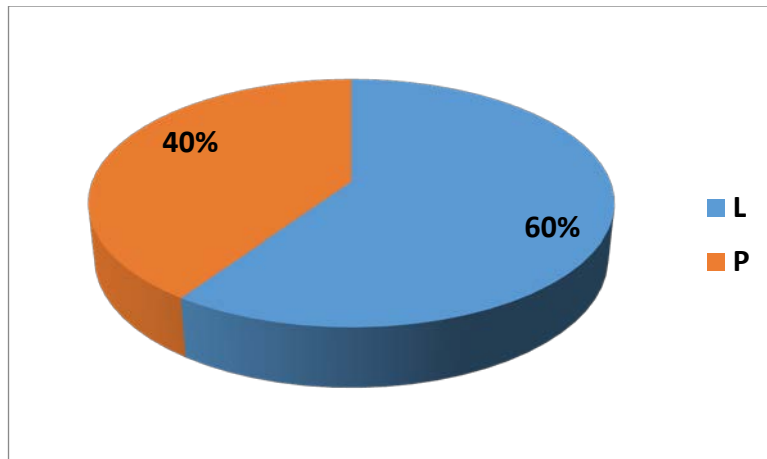
Berdasarkan Gambar 4.7, rata-rata parameter TSS melebihi baku mutu air kelas II dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku mutu parameter TSS adalah 50 mg/L, sedangkan rata-rata parameter TSS pada kualitas air limbah domestik dari Kali Kedurus adalah 98,72 mg/L.

#### 4.1.3 Peran Serta Masyarakat

Data diperoleh melalui pengisian kuesioner yang telah diwawancarakan kepada masyarakat secara langsung. Wawancara dilakukan pada bulan September hingga November tahun 2018 di 3 Kecamatan, yaitu Karangpilang, Jambangan dan Dukuh Pakis. Jumlah responden berturut-turut pada masing-masing kecamatan sesuai dengan perhitungan pada metode penelitian yaitu 23, 14, dan 5 orang. Masing-masing variabel terdiri dari tiga indikator, yaitu pengetahuan masyarakat terhadap lingkungan; teknis pengelolaan air limbah; serta sikap dan perilaku masyarakat terhadap lingkungan.

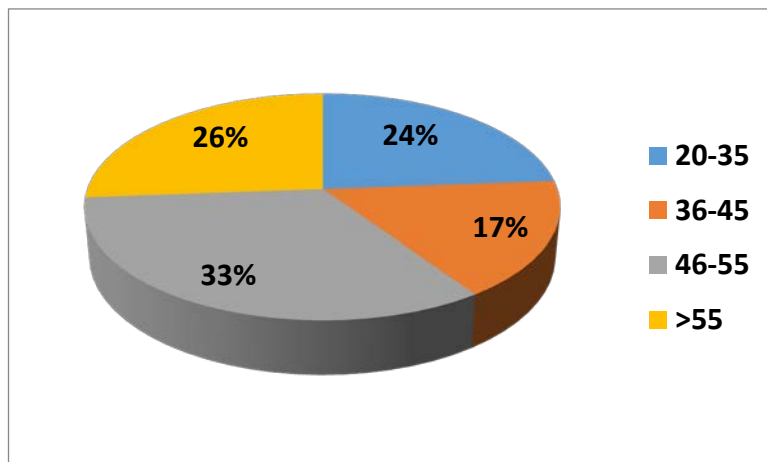
##### 4.1.3.1 Karakteristik Responden

Karakteristik responden dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin, usia, dan pendidikan. Berikut ini akan ditampilkan grafik mengenai tiga karakteristik dari responden dalam penelitian ini dalam Gambar 4.8, Gambar 4.9, dan Gambar 4.10:



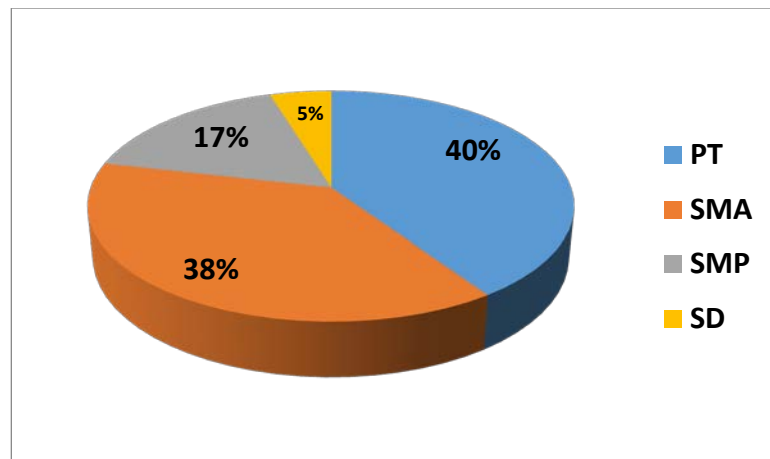
Gambar 4.8 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Data hasil pengisian kuesioner kemudian ditabulasi dan dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Hasil analisis karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin sesuai Gambar 4.8 dengan laki-laki sejumlah 60% atau 25 responden, sedangkan perempuan sejumlah 40% atau 17 responden.



Gambar 4.9 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Data hasil pengisian kuesioner kemudian ditabulasi dan dikelompokkan berdasarkan rentang usia. Hasil analisis karakteristik responden berdasarkan usia sesuai Gambar 4.9 yaitu usia rentang 20-35 tahun sebesar 24% atau 10 responden, 36-45 tahun sebesar 17% atau 7 responden. Pada rentang usia 46-55 dan diatas 55 tahun masing-masing sebesar 33% dan 26% atau sejumlah 14 dan 11 responden.

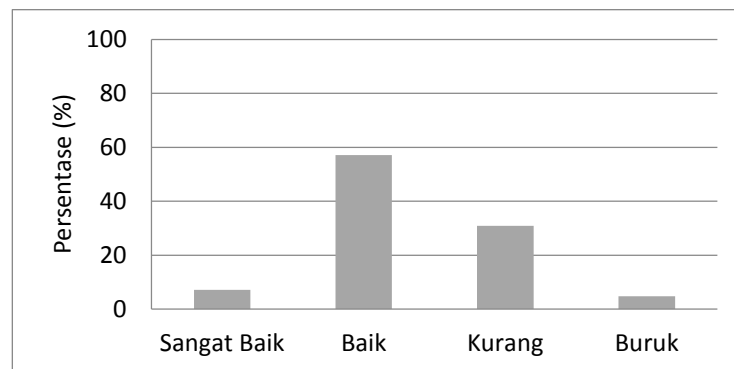


Gambar 4.10 Karakteristik Responden Berdasarkan Pendidikan

Data hasil pengisian kuesioner kemudian ditabulasi dan dikelompokkan berdasarkan tingkat pendidikan. Hasil analisis karakteristik responden berdasarkan tingkat pendidikan sesuai Gambar 4.10 yaitu Perguruan Tinggi sebesar 40% atau 17 responden, SMA sebesar 38% atau 16 responden. Responden dengan tingkat pendidikan SMP dan SD masing-masing sebesar 17% dan 5% atau sejumlah 7 dan 2 responden.

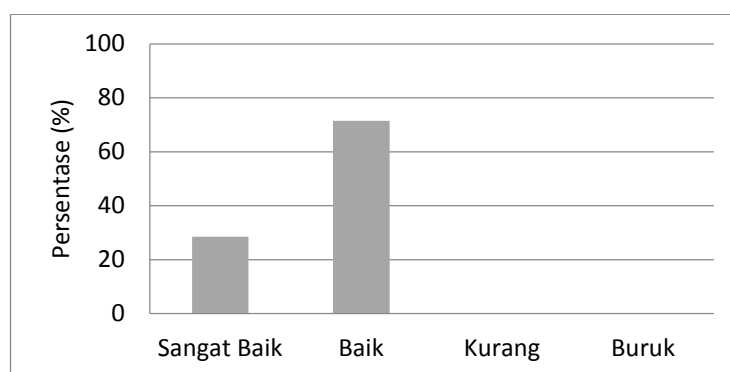
#### 4.1.3.2 Analisis Deskriptif Variabel

Pada penelitian ini digunakan variabel peran serta masyarakat untuk mengetahui seberapa besar kontribusi masyarakat terhadap status mutu air sungai di segmen penelitian. Variabel ini terdiri dari 3 indikator, yaitu pengetahuan masyarakat terhadap lingkungan, teknis pengelolaan air limbah, serta sikap dan perilaku masyarakat terhadap lingkungan. Data yang terkumpul kemudian ditampilkan dalam Gambar 4.11, Gambar 4.12, dan Gambar 4.13.



Gambar 4.11 Hasil Survey Terhadap Indikator Pengetahuan

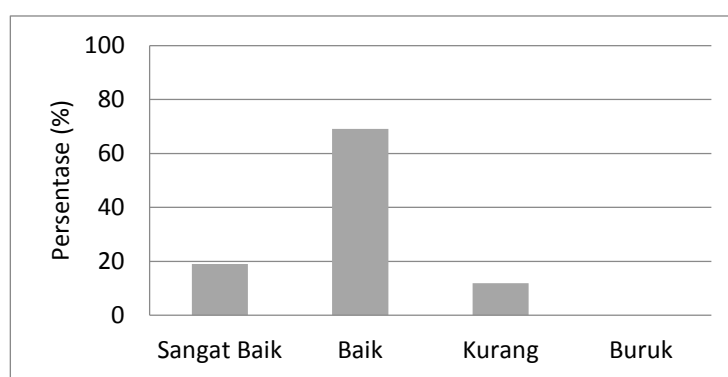
Indikator pengetahuan masyarakat diukur dengan 5 pertanyaan. Secara umum pertanyaan bertujuan untuk menggambarkan pengetahuan masyarakat tentang fungsi dan kondisi Kali Surabaya, dampak apa yang timbul akibat limbah rumah tangganya, dan upaya untuk mengatasinya. Pemahaman terhadap peraturan yang melindungi Kali Surabaya juga menjadi pertanyaan dalam wawancara kuesioner. Jawaban setiap responden dihitung dengan sistem skoring dengan rentang 1-4 untuk sangat baik-buruk. Setelah itu dihitung total skornya dan dibagi dengan skor terbesar dikalikan jumlah pertanyaan yang selanjutnya dimunculkan dalam bentuk persentase. Hasil kuesioner sesuai Gambar 4.11 mengenai indikator pengetahuan menunjukkan bahwa 7,14% dari total responden dinilai sangat baik karena mampu menjawab dengan lengkap dan terperinci. Sebanyak 57,14% baik, dengan jawaban yang jelas dan benar walaupun tidak terperinci. Sebanyak 30,95% kurang, dikarenakan tidak mengetahui akan tetapi memiliki keinginan untuk mendapatkan pengetahuan lebih dan sebanyak 4,76% buruk karena tidak mengetahui apapun dan tidak ada inisiatif untuk mengetahui.



Gambar 4.12 Hasil Survey Terhadap Indikator Teknis

Indikator teknis diukur dengan 4 pertanyaan. Secara umum pertanyaan bertujuan menggambarkan kondisi teknis terkait apakah ada tangki septik maupun fasilitas pengolahan air limbah di kawasan pemukiman responden. Selain itu, juga terkait dengan kontrol yang dilakukan terhadap tangki septik maupun fasilitas pengolahan air limbah tersebut. Jawaban setiap responden dihitung dengan sistem skoring dengan rentang 1-4 untuk sangat baik-buruk. Setelah itu dihitung total skornya dan dibagi dengan skor terbesar dikalikan jumlah pertanyaan yang selanjutnya dimunculkan dalam bentuk persentase. Hasil kuesioner yang sesuai Gambar 4.12 mengenai indikator teknis menunjukkan bahwa 28,57% dari total

responden dinilai sangat baik karena memiliki tangki septik dan pengolahan air limbah di kawasan pemukimannya. Selain itu, responden juga melakukan kontrol terhadap tangki septiknya dengan melakukan pengurusan/pembersihan secara berkala dengan rentang waktu paling tidak satu tahun sekali. Sebanyak 57,14% dinilai baik karena memiliki tangki septik dan pengolahan air limbah di kawasan pemukimannya tetapi tidak melakukan kontrol terhadap tangki septiknya secara kontinyu. Terkait dengan fasilitas pengolahan air limbah di kawasan pemukiman, responden menyatakan ada pihak dari dinas terkait yang melakukan kontrol secara berkala.



Gambar 4.13 Hasil Survey Terhadap Indikator Sikap dan Perilaku

Indikator sikap dan perilaku masyarakat diukur dengan 5 pertanyaan. Secara umum pertanyaan bertujuan menggambarkan persepsi responden. Pertanyaan tersebut antara lain tentang kebiasaan membuang air bekas ke sungai, pengelolaan sampah, kebiasaan buang air besar sembarangan, kegiatan pembersihan di lingkungan responden, serta partisipasi responden dalam pengelolaan lingkungan. Jawaban setiap responden dihitung dengan sistem skoring dengan rentang 1-4 untuk sangat baik-buruk. Setelah itu dihitung total skornya dan dibagi dengan skor terbesar dikalikan jumlah pertanyaan yang selanjutnya dimunculkan dalam bentuk persentase. Hasil kuesioner sesuai Gambar 4.13 mengenai indikator sikap dan perilaku terhadap lingkungan menunjukkan bahwa 19,05% dari total responden dinilai sangat baik. Hal ini dinilai dari kemampuan responden menjawab dengan lengkap, terperinci serta menunjukkan inisiatif yang baik terhadap pengelolaan lingkungan. Sejumlah 69,05% dinilai baik dengan jawaban yang menunjukkan sikap positif terhadap pengelolaan lingkungan walaupun belum sepenuhnya paham mengenai dampak apabila tidak berpartisipasi dalam menjaga lingkungan.

Sejumlah 11,9% dinilai kurang karena masih terbiasa membuang air limbahnya secara langsung, tidak mengetahui dampak yang timbul dari kebiasaan tersebut, dan kurang aktif terlibat dalam upaya pengelolaan lingkungan. Akan tetapi, kelompok responden ini memiliki keinginan untuk mendapatkan pengetahuan lebih terkait perlunya pengelolaan terhadap lingkungan.

#### **4.2 Analisis Status Mutu Air di Hilir**

Status mutu di hilir menjadi variabel dependen, yaitu variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain. Dalam pengukuran indikatornya, status mutu air dianalisis berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Status Mutu Air. Dalam peraturan tersebut terdapat dua metode, yaitu metode STORET dan Indeks Pencemaran. Akan tetapi metode Indeks Pencemaran dipilih karena menurut Nemerow (1974), metode ini cocok digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diijinkan. Hal ini dikarenakan pada perhitungan metode indeks pencemaran memperhatikan nilai maksimum dan rata-rata dari parameter yang digunakan, tidak seperti pada metode STORET yang hanya menilai dari masing-masing parameternya, sehingga penentuan status mutu air dalam penelitian kali ini hanya dilakukan perhitungan dengan metode Indeks Pencemaran saja. Titik yang dianalisis status mutu airnya pada penelitian ini berada pada hilir segmen penelitian, yaitu kecamatan Gunungsari. Berikut ini akan dijelaskan metode Indeks Pencemaran beserta contoh perhitungannya:

1. Menentukan nilai Ci dan Li. Ci adalah data kualitas parameter air pada lokasi penelitian, sedangkan nilai Li adalah baku mutu untuk masing-masing parameter yang diamati. Data yang digunakan yaitu 42 data dari bulan Maret 2015 hingga bulan Agustus 2018. Li atau baku mutu kualitas air yang digunakan mengacu pada peraturan perundangan yang berlaku, yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.
2. Kemudian dihitung nilai Ci/Li masing masing parameter di setiap bulannya. Contoh perhitungan status mutu air dengan metode Indeks Pencemaran pada bulan Maret 2015:



<b>BOD</b>	<b>COD</b>	<b>TSS</b>	<b>DO</b>
Ci = 4,12 mg/L	Ci = 6,08 mg/L	Ci = 80 mg/L	Ci = 3,89 mg/L
Li = 3 mg/L	Li = 25 mg/L	Li = 50 mg/L	Li = 4 mg/L
Ci/Li = 1,37	Ci/Li = 0,24	Ci/Li = 1,6	Ci/Li = 1,03

Seperti yang telah dijelaskan dalam metodologi penelitian, dalam menghitung Ci/Li untuk parameter DO digunakan persamaan yang berbeda, hal ini disebabkan parameter DO memiliki baku mutu untuk batas minimum, bukan maksimum seperti 3 parameter lainnya. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Ci/Li = (Cim - Ci)/(Cim - Li)$$

Keterangan:

Cim = DO maksimum atau DO jenuh (8,32 mg/L)

3. Jika terdapat Ci/Li yang nilainya lebih besar dari 1, maka perlu dihitung nilai baru dengan rumus:

$$(Ci/Li)_{baru} = 1 + 5 \times \log (Ci/Li)_{lama}$$

Dari perhitungan Ci/Li diatas dapat diketahui parameter yang memiliki Ci/Li lebih besar dari 1 adalah BOD, TSS dan DO. Sehingga perlu dicari Ci/Li baru.

<b><u>BOD</u></b>	<b><u>TSS</u></b>	<b><u>DO</u></b>
(Ci/Li)baru = 1+5 x log 1,37	(Ci/Li)baru = 1+5 x log 1,6	(Ci/Li)baru = 1+5 x log 1,03
(Ci/Li)baru = 1,69	(Ci/Li)baru = 2,02	(Ci/Li)baru = 1,06

4. Ditentukan nilai Ci/Li maksimum dan nilai Ci/Li rata-rata dari hasil perhitungan semua parameter pada satu kurun waktu. Pada bulan Maret 2015 diketahui Ci/Li maksimum sebesar 2,02 dan Ci/Li rata-rata sebesar 1,25
5. Dihitung nilai PIj tiap bulannya dengan menggunakan rumus:

$$PIj = \sqrt{\frac{\{(Ci/Lij)^2R + (Ci /Lij)^2M\}}{2}}$$

Contoh perhitungan PIj untuk bulan Maret 2015:

$$\begin{aligned}
 PIj &= \sqrt{\frac{\{(1,25)^2R + (2,02)^2M\}}{2}} \\
 &= 1,681
 \end{aligned}$$

6. Kemudian dievaluasi nilai PIj yang didapatkan. Karena nilai PIj yang didapatkan sebesar 1,681 maka status mutu air sungai pada bulan Maret 2015 diklasifikasikan tercemar ringan. Hasil perhitungan PIj dan keterangannya akan disajikan pada Tabel 4.2. Sementara itu, tabulasi perhitungan Indeks Pencemaran secara keseluruhan akan ditampilkan pada bagian lampiran
7. Hasil dari analisis menggunakan metode Indeks Pencemaran merupakan klasifikasi status mutu air berdasarkan kelasnya. Hasil analisis status mutu air dengan metode Indeks Pencemaran ditampilkan pada Tabel 4.1. Data kualitas air di hilir segmen yang dianalisis akan ditampilkan pada halaman terlampir.

Tabel 4.1 Status Mutu Air Metode Indeks Pencemaran (2015-2018)

Tahun	Bulan	IP	Keterangan
2015	Maret	1.68	Tercemar Ringan
	April	1.69	Tercemar Ringan
	Mei	1.25	Tercemar Ringan
	Juni	2.22	Tercemar Ringan
	Juli	1.30	Tercemar Ringan
	Agustus	1.90	Tercemar Ringan
	September	1.72	Tercemar Ringan
	Oktober	2.12	Tercemar Ringan
	Nopember	1.82	Tercemar Ringan
	Desember	3.61	Tercemar Ringan
2016	Januari	3.48	Tercemar Ringan
	Februari	4.60	Tercemar Ringan
	Maret	1.56	Tercemar Ringan
	April	4.10	Tercemar Ringan
	Mei	2.48	Tercemar Ringan
	Juni	1.61	Tercemar Ringan
	Juli	3.80	Tercemar Ringan
	Agustus	1.23	Tercemar Ringan
	September	4.10	Tercemar Ringan
	Oktober	5.19	Tercemar Sedang
	Nopember	4.86	Tercemar Ringan
	Desember	4.58	Tercemar Ringan
2017	Januari	3.86	Tercemar Ringan
	Februari	3.10	Tercemar Ringan
	Maret	3.26	Tercemar Ringan

Tahun	Bulan	IP	Keterangan
	April	2.64	Tercemar Ringan
	Mei	3.08	Tercemar Ringan
	Juni	1.39	Tercemar Ringan
	Juli	2.71	Tercemar Ringan
	Agustus	2.40	Tercemar Ringan
	September	1.33	Tercemar Ringan
	Oktober	2.31	Tercemar Ringan
	Nopember	1.17	Tercemar Ringan
	Desember	1.25	Tercemar Ringan
2018	Januari	1.71	Tercemar Ringan
	Februari	1.38	Tercemar Ringan
	Maret	3.30	Tercemar Ringan
	April	3.23	Tercemar Ringan
	Mei	1.45	Tercemar Ringan
	Juni	0.82	Memenuhi Baku Mutu
	Juli	0.79	Memenuhi Baku Mutu
	Agustus	1.50	Tercemar Ringan

### 4.3 Hasil Running *Structural Equation Modelling* (SEM)

#### 4.3.1 Konseptualisasi Model

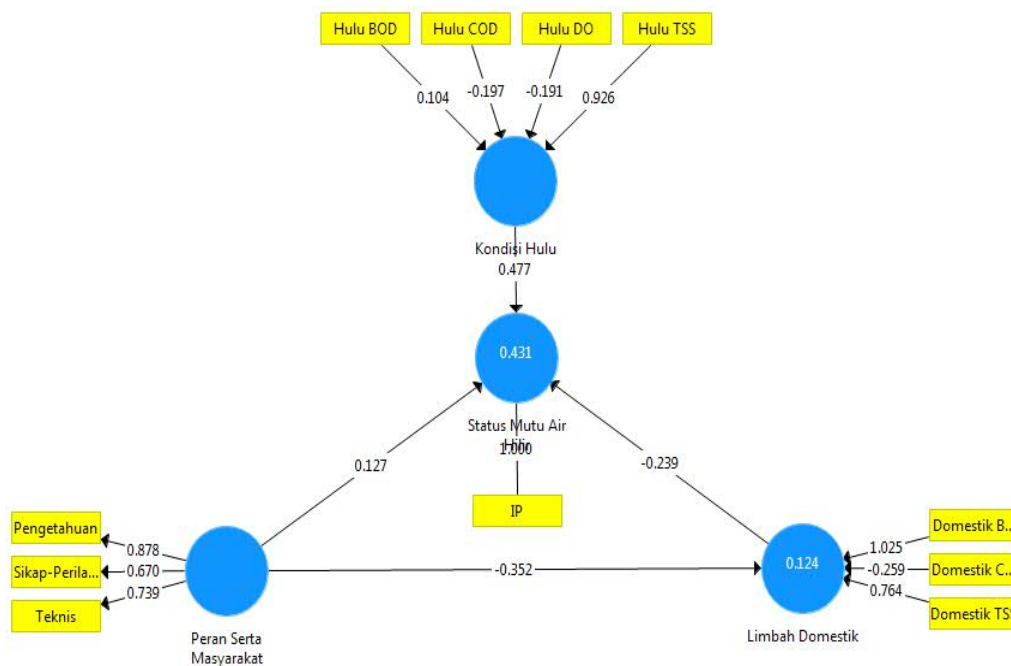
Langkah awal dalam pemodelan SEM-PLS adalah membuat konsep variabel laten dan indikator. Adapun variabel laten dan indikator dapat dilihat dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Variabel dalam Penentuan Faktor Pencemar Kali Surabaya

Variabel Laten	Indikator
Kondisi Air Hulu	BOD Hulu
	COD Hulu
	TSS Hulu
	DO Hulu
Air Limbah Domestik	BOD Limbah
	COD Limbah
	TSS Limbah
Peran Serta Masyarakat	Pengetahuan
	Teknis
	Sikap dan Perilaku

### 4.3.2 Evaluasi Outer Model

Pada penelitian ini terdapat variabel laten dengan konstruk formatif yaitu “Air Limbah Domestik” dan “Kondisi Air Hulu” serta variabel laten dengan konstruk reflektif yaitu “Peran Serta Masyarakat” dan “Status Mutu Air Hilir”. Variabel laten dengan konstruk reflektif perlu dilakukan uji validasi (*Convergent Validity Test*), sedangkan variabel laten dengan konstruk formatif tidak perlu dilakukan uji validasi. Hal tersebut dikarenakan seluruh indikator formatif dalam penelitian ini menggunakan data asli yang diperoleh dari hasil pengukuran dan pengujian di laboratorium yang telah dikalibrasi dan distandarisasi, sehingga tidak perlu di validasi kembali (Nugroho, 2014). Validitas tersebut diuji berdasarkan 3 aspek, yaitu nilai *loading factor*, nilai AVE, dan nilai *Cross Loading*. Variabel dikatakan valid apabila nilai *loading factor*, AVE, dan *Cross Loading*nya masing-masing  $<0,5$ ;  $<0,5$ ; dan  $<0,7$ . Adapun hasil uji validitas dari masing-masing variabel ditunjukkan pada Gambar 4.14 dengan nilai *loading factor* dapat dilihat dalam Tabel 4.3.



Gambar 4.14 PLS Algorithm Output

Berdasarkan hasil run *PLS Algorithm* (Gambar 4.14), *loading factor* dari indikator pengetahuan, sikap-perilaku, dan teknis yang membentuk konstruk reflektif terhadap variabel peran serta masyarakat memiliki nilai masing-masing  $<0,5$ .

Tabel 4.3 Nilai *Loading Factor*

	Domestik	Hulu	Peran Serta Ma...	Status Mutu Hi...
Domestik BOD	0.654			
Domestik COD	0.582			
Domestik TSS	0.628			
Hulu BOD		0.158		
Hulu COD		-0.274		
Hulu DO		-0.233		
Hulu TSS		0.956		
IP				1.000
Pengetahuan			0.878	
Sikap-Perilaku			0.670	
Teknis			0.739	

Selain dilihat dari *Loading Factor*, validitas konvergensi dan reliabilitas dari konstruk variabel ini juga dilihat melalui nilai AVE (*Average Variance Extracted*) dan *Composite Reliability* seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai AVE (*Average Variance Extracted*)

	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average Variance
Domestik		1.000		
Hulu		1.000		
Peran Serta Ma...	0.661	0.700	0.809	0.588
Status Mutu Hilir	1.000	1.000	1.000	1.000

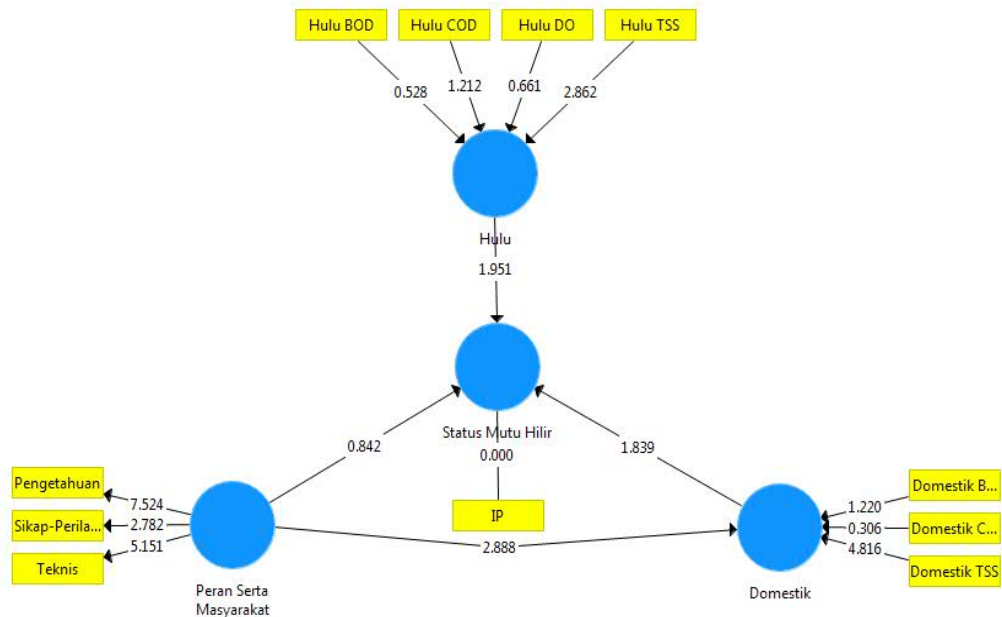
Berdasarkan Tabel 4.4, dapat dilihat bahwa variabel Peran Serta Masyarakat memiliki nilai *Composite Reliability* 0,809 dan AVE 0,588. Kedua aspek penilaian tersebut menunjukkan bahwa variabel penelitian ini valid dan reliabel karena masing-masing bernilai  $>0,7$  dan  $>0,5$ . Aspek penilaian selanjutnya adalah uji validitas diskriminan yang ditunjukkan dengan nilai *cross loading* yang akan ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai *Cross Loading*

	Domestik	Hulu	Peran Serta Ma...	Status Mutu Hi...
Domestik BOD	0.654	-0.364	-0.151	-0.342
Domestik COD	0.582	-0.330	-0.168	-0.276
Domestik TSS	0.628	-0.003	-0.315	-0.187
Hulu BOD	-0.172	0.158	-0.286	0.094
Hulu COD	0.329	-0.274	0.035	-0.162
Hulu DO	-0.094	-0.233	0.042	-0.138
Hulu TSS	-0.243	0.956	0.424	0.564
IP	-0.422	0.591	0.377	1.000
Pengetahuan	-0.338	0.249	0.878	0.324
Sikap-Perilaku	-0.161	0.280	0.670	0.142
Teknis	-0.265	0.295	0.739	0.341

Berdasarkan Tabel 4.5, indikator Pengetahuan, Sikap-Perilaku, dan Teknis memiliki nilai *cross loading* masing-masing sebesar 0,878, 0,670, dan 0,739. Sebuah indikator dikatakan valid secara diskriminan apabila memiliki nilai  $>0,7$ . Pada variabel Peran Serta Masyarakat, indikator sikap dan perilaku memiliki nilai 0,670 yang mana apabila dibulatkan nilainya menjadi 0,7, sehingga tetap dinyatakan valid.

Setelah melewati tahapan uji validitas dan realibilitas, selanjutnya dilakukan *Bootstraping* untuk mencari *t-value* yang menunjukkan nilai signifikansi dari indikator terhadap variabel laten. Suatu indikator dikatakan signifikan apabila memiliki *t-value*  $>1,96$ .



Gambar 4.15 *Bootstrap Output*

Berdasarkan hasil run *Bootstrapping* (Gambar 4.15), dapat dilihat bahwa pada variabel Hulu dan Domestik, indikator yang memiliki *t-value* >1,96 adalah Hulu TSS dan Domestik TSS. Indikator tersebut berpengaruh signifikan terhadap masing-masing variabel, sedangkan indikator lainnya berpengaruh kurang signifikan. Sementara itu, indikator Pengetahuan, Sikap-Perilaku, dan Teknis pada variabel Peran Serta Masyarakat memiliki *t-value* >1,96 yang artinya ketiga indikator tersebut signifikan terhadap variabelnya. Setelah tahap evaluasi dilakukan pada *outer model*, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi pada *inner modelnya*

#### 4.3.2.1 Persamaan Matematis *Outer Model (Measurement Model)*

Setelah evaluasi terhadap *outer model* dilakukan, selanjutnya adalah mengkonversikan hasil evaluasi tersebut ke dalam persamaan matematis sebagai berikut:

- a. Persamaan Model Pengukuran (*Measurement*) Formatif

$$X_1 = \lambda_{x1.1}X_{1.1} + \lambda_{x1.2}X_{1.2} + \lambda_{x1.3}X_{1.3} + \lambda_{x1.4}X_{1.4}$$

$$= 0,158 - 0,274 + 0,956 - 0,233$$

$$Y_1 = \lambda_{y1.1}Y_{1.1} + \lambda_{y1.2}Y_{1.2} + \lambda_{y1.3}Y_{1.3}$$

$$= 0,654 + 0,582 + 0,628$$

b. Persamaan Model Pengukuran (*Measurement*) Reflektif

$$\begin{aligned} X_{2.1} &= \lambda_{x2.1}X_2 \\ &= 0,739 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{2.2} &= \lambda_{x2.2}X_2 \\ &= 0,878 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{2.3} &= \lambda_{x2.3}X_2 \\ &= 0,670 \end{aligned}$$

Keterangan:

$X_1$  = Variabel “Kondisi Air di Hulu”

$Y_1$  = Variabel “Kondisi Air Limbah Domestik”

$X_{2.1}$  = Indikator “Teknis”

$X_{2.2}$  = Indikator “Pengetahuan”

$X_{2.3}$  = Indikator “Sikap dan Perilaku”

$\lambda_{x1.1}X_{1.1}$  = *Loading Factor* indikator  $X_{1.1}$  (BOD hulu)

$\lambda_{x1.2}X_{1.2}$  = *Loading Factor* indikator  $X_{1.2}$  (COD hulu)

$\lambda_{x1.3}X_{1.3}$  = *Loading Factor* indikator  $X_{1.3}$  (TSS hulu)

$\lambda_{x1.4}X_{1.4}$  = *Loading Factor* indikator  $X_{1.4}$  (DO hulu)

$\lambda_{y1.1}Y_{1.1}$  = *Loading Factor* indikator  $Y_{1.1}$  (BOD Air Limbah Domestik)

$\lambda_{y1.2}Y_{1.2}$  = *Loading Factor* indikator  $Y_{1.2}$  (COD Air Limbah Domestik)

$\lambda_{y1.3}Y_{1.3}$  = *Loading Factor* indikator  $Y_{1.3}$  (TSS Air Limbah Domestik)

$\lambda_{x2.1}X_{2.1}$  = *Loading Factor* indikator  $X_{2.1}$  (Teknis)

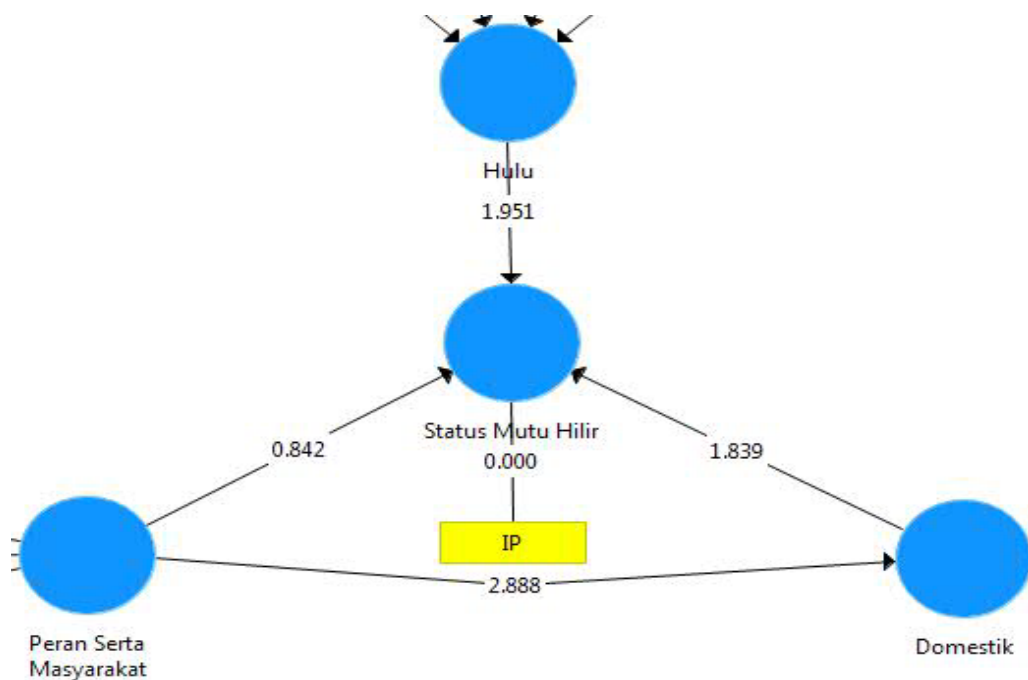
$\lambda_{x2.2}X_{2.2}$  = *Loading Factor* indikator  $X_{2.2}$  (Pengetahuan)

$\lambda_{x2.3}X_{2.3}$  = *Loading Factor* indikator  $X_{2.3}$  (Sikap dan Perilaku)

#### 4.3.3 Evaluasi *Inner Model*

Evaluasi *inner model* atau model struktural dilakukan untuk melihat hubungan antar variabel laten. Menurut Hair dkk. (2011), kekuatan prediksi dari model struktural dilihat dari nilai  $R^2$  setiap variabel dependent (endogen), dengan nilai 0,75; 0,5; dan 0,25 secara berturut-turut menyatakan kuat; sedang; dan lemah. Evaluasi model dilanjutkan dengan melihat nilai signifikansi atau *t-value*, dimana apabila nilainya  $>1,96$  maka variabel laten tersebut signifikan.





Gambar 4.16 Model Struktural (*Inner Model*)

Berdasarkan Gambar 4.16, dapat dilihat *Inner Model* yang menunjukkan hubungan dari satu variabel laten ke variabel laten lainnya. Terdapat dua variabel independent (eksogen) yaitu Hulu dan Peran Serta Masyarakat serta dua variabel dependent (endogen) yaitu Domestik dan Status Mutu Hilir. Nilai *t-value* pada koefisien jalur dari masing-masing konstruk variabel dalam *Inner Model* akan ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *t-value* antar Konstruk Variabel pada *Inner Model*

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics ( O/STDEV )
Domestik -> Status Mutu Hilir	-0.239	-0.239	0.130	1.839
Hulu -> Status Mutu Hilir	0.477	0.498	0.244	1.951
Peran Serta Masyarakat -> Domestik	-0.352	-0.442	0.122	2.888
Peran Serta Masyarakat -> Status Mutu Hilir	0.127	0.102	0.151	0.842

Setelah signifikansi (*t-value*) dari masing-masing variabel telah diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung besar pengaruh dari tiap variabel yang dihitung berdasarkan koefisien jalur seperti yang akan ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Koefisien Jalur *PLS Algorithm*

	Domestik	Hulu	Peran Serta Ma...	Status Mutu Hi...
Domestik				-0.239
Hulu				0.477
Peran Serta Ma...	-0.352			0.127
Status Mutu Hilir				

Berdasarkan Tabel 4.7, dapat dilihat nilai koefisien jalur dan hubungan dari tiap variabel yang ada pada model SEM. Terdapat dua jenis hubungan pada koefisien jalur, yaitu langsung seperti hubungan variabel Domestik-Status Mutu Hilir, Hulu-Status Mutu Hilir, dan Peran Serta Masyarakat-Status Mutu Hilir serta tidak langsung seperti hubungan variabel Peran Serta Masyarakat-Domestik yang diteruskan oleh variabel Domestik-Status Mutu Hilir. Selanjutnya dapat diketahui pengaruh total yang dilakukan dengan menjumlahkan pengaruh langsung dan tidak langsung. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

- (Peran Serta Masyarakat-Status Mutu Hilir) = (Peran Serta Masyarakat-Domestik) x (Domestik-Status Mutu Hilir)  
 $= (-0,352) \times (-0,239)$   
 $= 0,084$
- Pengaruh Total = Langsung + Tidak Langsung  
 $= 0,127 + 0,084$   
 $= 0,211$

Tabel 4.8 Pengaruh Total

	Domestik	Hulu	Peran Serta Ma...	Status Mutu Hi...
Domestik				-0.239
Hulu				0.477
Peran Serta Ma...	-0.352			0.211
Status Mutu Hilir				

Langkah selanjutnya adalah menghitung persentase pengaruh dari masing-masing variabel dengan cara mengalikan nilai koefisien Jalur dengan nilai korelasi variabel laten yang akan ditampilkan pada Tabel 4.9:

Tabel 4.9 Nilai Korelasi Variabel Laten

	Domestik	Hulu	Peran Serta Ma...	Status Mutu Hi...
Domestik	1.000			
Hulu	-0.290	1.000		
Peran Serta Ma...	-0.352	0.348	1.000	
Status Mutu Hilir	-0.422	0.591	0.377	1.000

Tabel 4.9 menunjukkan nilai korelasi variabel laten mana sajakah yang akan dikalikan dengan koefisien jalur yang memiliki hubungan serupa. sehingga setelah dilakukan perhitungan didapatkan tabulasi nilai persentase pengaruh dari tiap variabel seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Persentase Pengaruh Pada Konstruk Model SEM

Path	Hubungan		Pengaruh Total
	Langsung	Tidak Langsung	
Hulu-Status Mutu Hilir	28,19%	-	28,19%
Domestik-Status Mutu Hilir	10,08%	-	10,08%
Peran Serta Masyarakat-Status Mutu Hilir	4,78%	3,17%	7,95%
Total	43,05%		

#### 4.3.3.1 Persamaan Matematis *Inner Model* (*Structural Model*)

Setelah evaluasi terhadap *Inner Model* dilakukan, selanjutnya adalah mengkonversikan hasil evaluasi berupa koefisien pengaruh yang disebut sebagai *Original Sample*. Persamaan matematis ditampilkan sebagai berikut pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Evaluasi *Inner Model* dalam SmartPLS 3.0

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	T Statistics ( O/STDEV )
Domestik -> Status Mutu Hilir	-0.239	-0.249	1.746
Hulu -> Status Mutu Hilir	0.477	0.480	1.808
Peran Serta Masyarakat -> Domestik	-0.352	-0.439	2.832
Peran Serta Masyarakat -> Status Mutu Hilir	0.127	0.110	0.804

Persamaan Structural

$$Y_2 = \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \beta_1 Y_1$$

$$= 0,477 + 0,127 - 0,239$$

Keterangan:

$Y_2$  = Variabel “Status Mutu Air di Hilir”

$\gamma_1 X_1$  = Koefisien pengaruh variabel  $X_1$  (Kondisi Air di Hulu) terhadap variabel  $Y_2$  (Status Mutu Air di Hilir)

$\gamma_2 X_2$  = Koefisien pengaruh variabel  $X_2$  (Peran Serta Masyarakat) terhadap variabel  $Y_2$  (Status Mutu Air di Hilir)

$\beta_1 Y_1$  = Koefisien pengaruh variabel  $Y_1$  (Kondisi Air Limbah Domestik) terhadap variabel  $Y_2$  (Status Mutu Air di Hilir)

Berdasarkan persamaan tersebut, maka model struktural dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\text{“Status Mutu Air di Hilir} = 0,477[\text{Kondisi Air di Hulu}] + 0,127[\text{Peran Serta Masyarakat} - 0,239[\text{Kondisi Air Limbah Domestik}]\text{”}$$

#### 4.3.4 Interpretasi Model

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel dalam penelitian ini yang berpengaruh paling signifikan terhadap pencemaran Kali Surabaya yang diukur dengan status mutu air adalah kondisi di hulu. Hal ini cukup logis karena pada bagian hulu segmen yang menjadi lokasi penelitian terdapat banyak industri dan juga pemukiman warga di bantaran Kali Surabaya. Oleh karena itu, berdasarkan data dan hasil analisis diutamakan untuk melakukan pengendalian pada hulu yang meliputi buangan dari domestik maupun industri yang masuk ke badan air. Interpretasi model adalah langkah yang dilakukan untuk menerjemahkan hasil analisis SEM yang telah melalui berbagai tahapan hingga diperoleh besarnya pengaruh tiap

variabel dalam bentuk persentase. Berdasarkan evaluasi model dan juga perhitungan matematis, diketahui bahwa:

- Pencemaran Kali Surabaya yang diukur dengan Status Mutu Air di Hilir dipengaruhi Kondisi Air di Hulu, Peran Serta Masyarakat, dan Kondisi Air Limbah Domestik dinyatakan dengan persamaan:  
“Status Mutu Air di Hilir = 0,477[Kondisi Air di Hulu] + 0,127[Peran Serta Masyarakat – 0,239[Kondisi Air Limbah Domestik]”.
- Besarnya pengaruh variabel Hulu terhadap variabel Status Mutu Hilir adalah 28,19%. Apabila ada perubahan kondisi di bagian hulu sebesar satu satuan maka dampak yang diberikan terhadap Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.
- Besarnya pengaruh langsung dari variabel Domestik terhadap variabel Status Mutu Hilir adalah 10,08%. Apabila ada perubahan kondisi pada air limbah domestik sebesar satu satuan maka dampak yang diberikan terhadap Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.
- Besarnya pengaruh langsung dari variabel Peran Serta Masyarakat terhadap variabel Status Mutu Hilir adalah 4,78%. Apabila ada perubahan kondisi pada peran serta masyarakat sebesar satu satuan maka dampak yang diberikan terhadap Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.
- Besarnya pengaruh tidak langsung dari variabel Peran Serta Masyarakat terhadap variabel Status Mutu Hilir yang dilihat dari kondisi air limbah domestiknya adalah 3,17%. Apabila ada perubahan kondisi pada peran serta masyarakat terhadap air limbah domestik maka dampak yang diberikan pada Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.

#### **4.4 Strategi Pengelolaan Kali Surabaya**

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil-hasil penelitian yang didapatkan dari pemodelan SEM, didapatkan beberapa gagasan terkait strategi pengelolaan terhadap Kali Surabaya yang dapat diimplementasikan dengan mengacu pada Draft Strategi Sanitasi Kota Surabaya tahun 2010 dan Rancangan Peraturan

Daerah Kota Surabaya Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air tahun 2015 sebagai berikut:

**a. Pengendalian Pencemaran dari hulu Kali Surabaya**

Berdasarkan hasil analisis dengan mengaplikasikan metode Structural Equation Modelling (SEM) untuk mencari faktor pencemaran Kali Surabaya, didapatkan besar pengaruh berupa nilai persentase sebesar 28,19% dari kondisi hulu dengan pengaruh paling besar dan juga berhubungan kuat terhadap kondisi air Kali Surabaya yang diukur dengan Status Mutu Air di bagian hilir. Melakukan pengendalian pencemaran dari berbagai sumber yang masuk ke badan air dan juga berbagai aspek mulai dari Dam Mlirip sebagai bagian paling hulu Kali Surabaya adalah salah satu strategi yang dapat dilakukan, hal ini dikarenakan pengelolaan haruslah dilakukan terhadap sistem sungai secara menyeluruh sebagai satu kesatuan. Selain itu, seperti yang tertuang dalam Draft Strategi Sanitasi Kota Surabaya tahun 2010, dimana pada subsektor air limbah, penyediaan prasarana dan sarana sanitasi seperti IPAL komunal perlu untuk ditingkatkan karena terbukti secara signifikan memberikan dampak penurunan konsentrasi pencemar yang berasal dari kegiatan rumah tangga atau domestik.

**b. Meningkatkan pembinaan dan pengawasan pada seluruh sektor**

Pengawasan merupakan aspek non-teknis yang mempengaruhi kondisi suatu lingkungan, yang mana dalam penelitian ini adalah badan air Kali Surabaya. Dalam hal ini, dibutuhkan peran suatu lembaga dalam memberikan pengawasan terhadap input air limbah yang dihasilkan baik dari kegiatan industri maupun domestik agar tetap terkendali sehingga tidak sampai menimbulkan pencemaran sebagaimana yang tertuang dalam Rancangan Peraturan Daerah Kota Surabaya Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air tahun 2015, dimana beberapa upaya yang dapat dilakukan yaitu sosialisasi mengenai peraturan perundang undangan yang berkaitan dengan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, mendorong upaya minimisasi limbah yang bertujuan untuk efisiensi penggunaan sumber

daya, membentuk kelompok swadaya masyarakat (KSM) dalam pengelolaan air limbah rumah tangga, menyelenggarakan pelatihan, mengembangkan forum-forum bimbingan dan/atau konsultasi teknis dalam bidang pengendalian pencemaran air pada sumber air dari limbah rumah tangga, dan Melaksanakan pengawasan terhadap penataan penanggungjawab usaha dan/atau kegiatan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah

1. Model Struktural dan Pengaruh tiap variabel yang dianalisis dalam pencemaran Kali Surabaya segmen Karangpilang – Gunungsari adalah sebagai berikut:

a. Model Struktural Pencemaran Kali Surabaya yang diukur dengan Status Mutu Air di Hilir dipengaruhi Kondisi Air di Hulu, Peran Serta Masyarakat, dan Kondisi Air Limbah Domestik dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{“Status Mutu Air di Hilir} = 0,477[\text{Kondisi Air di Hulu}] + 0,127[\text{Peran Serta Masyarakat} - 0,239[\text{Kondisi Air Limbah Domestik}]\text{”}$$

b. Besarnya pengaruh variabel Hulu terhadap variabel Status Mutu Hilir adalah 28,19%. Apabila ada perubahan kondisi di bagian hulu sebesar satu satuan maka dampak yang diberikan terhadap Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.

c. Besarnya pengaruh langsung dari variabel Domestik terhadap variabel Status Mutu Hilir adalah 10,08%. Apabila ada perubahan kondisi pada air limbah domestik sebesar satu satuan maka dampak yang diberikan terhadap Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.

d. Besarnya pengaruh langsung dari variabel Peran Serta Masyarakat terhadap variabel Status Mutu Hilir adalah 4,78%. Apabila ada perubahan kondisi pada peran serta masyarakat sebesar satu satuan maka dampak yang diberikan terhadap Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.

- e. Besarnya pengaruh tidak langsung dari variabel Peran Serta Masyarakat terhadap variabel Status Mutu Hilir yang dilihat dari kondisi air limbah domestiknya adalah 3,17%. Apabila ada perubahan kondisi pada peran serta masyarakat terhadap air limbah domestik maka dampak yang diberikan pada Kali Surabaya sebesar angka persentase tersebut.
2. Strategi yang dapat dilakukan dalam upaya pengelolaan kualitas air Kali Surabaya berdasarkan variabel Kondisi Hulu yang memiliki pengaruh paling besar antara lain:
    - a. Melakukan pengendalian pencemaran pada sistem Kali Surabaya secara menyeluruh sebagai satu kesatuan mulai dari Mlirip di Kabupaten Mojokerto sebagai bagian paling hulu hingga hilirnya yang bermuara di Selat Madura dengan membangun IPAL komunal yang terbukti secara signifikan memberikan dampak penurunan konsentrasi pencemar dari kegiatan rumah tangga atau domestik bagi pemukiman yang ada di bantaran sungai.
    - b. Melakukan sosialisasi mengenai peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan dan pengendalian pencemaran air, mendorong upaya minimisasi limbah yang bertujuan untuk efisiensi penggunaan sumber daya, membentuk kelompok swadaya masyarakat (KSM) dalam pengelolaan air limbah rumah tangga, menyelenggarakan pelatihan, mengembangkan forum-forum konsultasi teknis dalam pengendalian pencemaran air limbah domestik, dan melaksanakan pengawasan terhadap seluruh sektor yang berpotensi menyumbang pencemaran.

## **5.2 Saran**

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Menggunakan indikator observasi sebanyak mungkin pada tiap variabel latennya.
2. Melakukan perbandingan tingkat keefektifan metode ini dengan metode lainnya dalam analisis faktor pencemaran

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Baduwi, M.S. 2011. Aplikasi Model Simulasi Komputer QUAL2Kw pada Studi Pemodelan Kualitas Air Kali Surabaya. Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- BBTKL-PPM. 2010. Laporan Sanitasi Dan Kecenderungan Parameter Pencemar Badan Air Serta Resiko Gangguan Kesehatan Di Kali Surabaya Semester Ii. Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pemberantasan Penyakit Menular: Surabaya
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius: Yogyakarta
- Fatmawati, R. 2012. Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Ngrowo Dengan Menggunakan Paket Program Qual2k. Program Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya: Malang
- Febriyana, N.A. Dan Masduqi, A. 2016. Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Segmen Tambangan Cangkir-Bendungan Gunungsari Dengan Pemodelan Qual2kw. Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Lingkungan Its: Surabaya
- Gefen, D., Straub, D.W., Dan Boudreau M.C. (2000). "Structural Equation Modelling And Regression: Guidelines For Research Practice, Communications Of The Association For Information System, Vol. 4, No. 7.
- Ghazali, G.2006.Structural Equation Modelling: Metode Alternatif Dengan Partial Least Square.Badan Penerbit Universitas Diponegoro.Semarang

- Hadiyanti, F. 2017. Studi Beban Pencemar Di Kali Kedurus Terhadap Kali Surabaya. Tugas Akhir Program Sarjana. Departemen Teknik Lingkungan Its: Surabaya
- Hair, J.F., Ringle, C.M. Dan Sarstedt, M. 2011. "Pls-Sem: Indeed A Silver Bullet", Journal Of Marketing Theory And Practice, Vol. 19, No. 2, Hal. 139-151
- Haryono, B. 2015. "Confirmatory Analysis: Sebuah Pengantar Bagi Sosiologi", Jurnal Sosiologi Dilema (Dialektika Masyarakat), Vol. 27, Hal. 119-128.
- Heath, A.G. 1995. Water Pollution And Fish Physiology 2nd Edition. Lewis Publisher. Virginia
- Hidayat, N. Dan Otok, B.W. 2012. "Pemodelan Structural Equation Modeling (Sem) Berbasis Varians Pada Derajat Kesehatan Di Propinsi Jawa Timur 2010", Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan Dan Penerapan Mipa, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta
- Hussein, Ananda Sabil. (2015). Penelitian Bisnis dan Manajemen Menggunakan Partial Least Squares (PLS) dengan smartPLS 3.0. Modul Ajar. Univeristas Brawijaya
- Irwan, I, Dan Adam, K. 2015. Metode Partial Least Square (Pls) Dan Terapannya (Studi Kasus: Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Layanan Pdam Unit Camming Kab.Bone).Universitas Islam Negeri Alaudin.Makassar
- Jaya, I.G.N.M., Dan Sumertajaya, I.M.2008.Permodelan Persamaan Struktural Dengan Partial Least Square.Semnas Matematika
- Lukman, A., Baga, L.M., Dan Afendi, F.M.2016.Pengaruh Persepsi Dosen Mengenai Standar Mutu Proses Pembelajaran Terhadap Pelaksanaan

Proses Pembelajaran Di Institut Seni Budaya Indonesia (Isbi)  
Bandung. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 16 (2)

Mara, D. 1976. *Sewage Treatment In Hot Climates*. John Wiley & Sons:  
Chichester

Masduqi, A., Endah, N., Hadi, W., dan Soedjono, E.S., (2010). “*Structural Equation Modelling For Assessing The Sustainability Of Rural Water Supply Systems*”. *Water Science And Technology: Water Supply*, Vol. 10, No. 5, hal. 815-823

Moersidik Dan Rachma. 2011. *Daya Tampung Beban Pencemaran Das Ciliwung*.  
Universitas Indonesia: Jakarta

Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir Dan Laut*. Pradnya Paramita: Jakarta

Novitasari, A Dan Soedjono, E. 2015. *Analisis Identifikasi Dan Inventarisasi Sumber Pencemar Di Kali Surabaya*. Tesis Program Magister Teknik Lingkungan Program Pascasarjana Its: Surabaya

Nugroho, A.R. 2014. *Penilaian Faktor Pencemar Air Kali Surabaya Menggunakan Structural Equation Modelling*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya

Nurdin, F.A., Mulia, G.J.T., Rosyidah, B., Ishar, M., Dan Munir, M. 2015. “*Surabaya Underground Aqua Project*” *Konsep Pengelolaan Air Minum, Air Limbah, Dan Air Hujan Perkotaan Di Bawah Tanah Sebagai Solusi Permasalahan Air Di Kota Besar*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya

Perum Jasa Tirta I. 2014. *Hasil Kualitas Air Sungai Kali Surabaya Tahun 2009-2013*. Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta: Malang

- Prahotama, A. 2013. Estimasi Kandungan Do (Dissolved Oxygen) Di Kali Surabaya Dengan Metode Kriging. Vol 1 No 2 Jurnal Statistika Issn 2338-3216.
- Priyono, T.S.C., Yuliani, E., Sayekti R.W. 2013. Studi Penentuan Status Mutu Air di Sungai Surabaya Untuk Keperluan Bahan Baku Air Minum. Jurnal Teknik Pengairan, Vol. 4, No. 1, Hal 53-60
- Razif, M. Dan Yuniarto, A. 2004. Pengelolaan Kualitas Air. Teknik Lingkungan Ftsp-Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- Rozandy, Aditya, R., Santoso, I., Dan Putri, S.A.2013.Analisis Variabel – Variabel Yang Memengaruhi Tingkat Adopsi Teknologi Dengan Metode Partial Least Square (Studi Kasus Pada Sentra Industri Tahu Desa Sendang, Kec.Banyakan, Kediri).Jurnal Industria.Vol 1 No 3 Hal 147 – 158.
- Turadarmarikma, L. 2013. Kemampuan Pemurnian Alami (Self Purification) Sungai Citarum Antara Waduk Saguling Dan Cirata Di Kabupaten Bandung Barat Terhadap Bahan Organik. Universitas Padjadjaran. Jatinangor
- Sarwono, J. 2010. Pengertian Dasar Structural Equation Modeling (SEM). Universitas Kristen Krida Wacana. Jakarta
- Sastrawijaya, A.T. 1991. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta: Jakarta
- Slamet, A. dan Karnaningroem, N., 2003, Pengaruh Hidrodinamika pada Penyebaran Polutan di Sungai dengan Aliran Horizontal 2 Dimensi, Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya

- Soemarwoto, O. 2009. Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan. Djambatan, Jakarta
- Solimun. 2017. Metode statistika multivariat pemodelan persamaan struktural (SEM) pendekatan WarpPLS. UB Press: Malang
- Stefani, V., Dan Sunardi, O.2014.Peran Dependency, Commitment, Trust Dan Communication Terhadap Kolaborasi Rantai Pasok dan Kinerja Perusahaan: Studi Pendahuluan.Universitas Kristen Krida Wacana
- Sugiharto.1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI-Press: Jakarta.
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Suwari. 2010. Model Pengendalian Pencemaran Air Pada Wilayah Kali Surabaya. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Trisnawati, A. 2014. Analisis Kualitas Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Turadarmarikma, L. 2013. Kemampuan Pemurnian Alami (Self Purification) Sungai Citarum Antara Waduk Saguling dan Cirata Di Kabupaten Bandung Barat terhadap Bahan Organik. Universitas Padjadjaran. Jatinangor
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. 2012. Consumer Acceptance And Use Of Information Technology: Extending The Unified Theory Of Acceptance And Use Of Technology. *Mis Quarterly*, 36(1), 157–178
- Widiadi, J.B. 1986. Teknik Penyehatan Masyarakat. Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember:Surabaya

Yamin, S., Dan Kurniawan, H. 2011. Partial Least Square Path Modeling. Buku  
Seri Keempat. Jakarta: Salemba Infotek



**Data Kualitas Hulu (Karangpilang)**

Tahun	Bulan	BOD	COD	TSS	DO
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
2015	Maret	3.13	7.68	111	4,36
	April	3.53	8.96	224	4,27
	Mei	4.23	9.28	48	6,32
	Juni	3.05	5.44	19	4,0
	Juli	6.09	13.76	20.4	4,63
	Agustus	5.34	11.52	22.4	4,57
	September	2.95	6.4	26	5,31
	Oktober	7.67	16.6	2	6,26
	Nopember	5.35	12.8	19.2	4,86
	Desember	5.6	11.5	98	3,04
2016	Januari	6.5	15	504	3,9
	Februari	4.6	10.3	322	4,33
	Maret	3.9	8.03	160	3,34
	April	6.1	17	450	5,3
	Mei	3.87	8.03	122	4,51
	Juni	5.71	14.1	45	5,37
	Juli	4.39	10.6	40.8	5,33
	Agustus	3.82	9.19	45.2	4,65
	September	4.5	12.4	21.2	6,17
	Oktober	6.59	16.9	170	2,27
	Nopember	5.14	12.6	146	3,61
	Desember	4.99	13.3	153	3,22
2017	Januari	3.84	8.91	350	5,7
	Februari	5.3	12.7	402	5,54
	Maret	4.99	13.1	162	4,6
	April	4.3	10.9	70.5	4,4
	Mei	3.07	7.04	144	5,0
	Juni	3.85	9.6	40.8	4,2
	Juli	4.87	9.6	34	4,6
	Agustus	5.91	5.44	51.6	4,9
	September	3.35	89	11	4,5
	Oktober	6.19	14.8	27.2	3,7
	Nopember	8.16	20.1	48.8	3,05
	Desember	6.19	14.8	27.2	2,95

Tahun	Bulan	BOD	COD	TSS	DO
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
2018	Januari	6.15	24.24	66.7	5,3
	Februari	2.98	18.41	31	4,6
	Maret	3.49	24.62	276	4,8
	April	5.29	26.9	144	5,6
	Mei	7.38	34.13	73	4,8
	Juni	1.61	11.6	30	4,8
	Juli	7.34	27.3	8	4,8
	Agustus	3.04	9.99	11	5,0

**Data Kualitas Hilir (Gunungsari)**

Tahun	Bulan	BOD	COD	TSS	DO
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
2015	Maret	4.12	6.08	80	3,89
	April	3.07	8.64	81.5	3,23
	Mei	3.71	10.9	54	4,35
	Juni	6.7	11.2	74	4,0
	Juli	3.09	8.96	65	4,5
	Agustus	5.91	14.88	36.5	6,63
	September	4.69	11.8	72	3,1
	Oktober	6.71	11.5	29	4,04
	Nopember	5.34	14.24	28	2,7
	Desember	4.16	11.2	266	2,2
2016	Januari	8.5	19.6	224	2,85
	Februari	5	10.6	512	4,35
	Maret	4.2	12.4	70.5	3,22
	April	4.1	12	380	4,62
	Mei	6.85	16.1	129	6,3
	Juni	3.51	8.83	78	4,33
	Juli	4.82	10.5	302	3,27
	Agustus	2.39	6.62	63	4,22
	September	4.8	11.3	374	4,35
	Oktober	6.01	16.4	682	0,41
	Nopember	5.13	12.5	588	3,08
	Desember	5.38	12.6	498	3,77
2017	Januari	4.99	14.1	322	5,2
	Februari	5.97	10.4	194	4,6
	Maret	3.12	14.66	226	4,1
	April	3.17	11.25	154	4,8
	Mei	4.29	20.77	194	4,9
	Juni	3.97	20.45	58	4,9
	Juli	5.08	27.35	148	5,1
	Agustus	7.57	32.25	47	4,9
	September	3.57	17.62	63	4,4
	Oktober	7.38	12.76	37.6	3,22
	Nopember	3.49	17.26	49.3	4,13
	Desember	3.04	29.78	39.3	3,5
2018	Januari	3.77	18	81.4	4,7
	Februari	3.69	23.02	64	4,2
	Maret	6.77	24.58	212	5,0
	April	4.93	29.35	206	4,8
	Mei	2.41	17.81	71	4,2

<b>Tahun</b>	<b>Bulan</b>	<b>BOD</b>	<b>COD</b>	<b>TSS</b>	<b>DO</b>
		<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>
	Juni	2.5	19.11	40	4,7
	Juli	2.57	16.61	24	4,6
	Agustus	4.09	14.76	71	5,0

**Data Kualitas Limbah Domestik**

<b>Tahun</b>	<b>BOD (mg/L)</b>	<b>COD (mg/L)</b>	<b>TSS (mg/L)</b>
2011	9.85	44.48	620
	5.62	21.55	373.3
	9.25	31.53	238
2012	7.18	39.86	563.3
	6.87	21.64	150
	6.87	33.17	180
	5.3	26.54	29
	3.51	16.11	76
	4.12	17	23
2013	5.98	21.93	37
	5.51	29.34	37
	2.81	14.9	25
	5.32	14.31	210
	4.08	25.94	185.7
	6.8	26.99	168
2014	9.25	34.15	240
	6.92	38.87	49
	4.73	22.31	53
	4.61	18.78	58
	3.78	14.54	14
	4.91	17.33	40.1
2015	5.82	23.79	86
	10.01	33.4	14

<b>Tahun</b>	<b>BOD (mg/L)</b>	<b>COD (mg/L)</b>	<b>TSS (mg/L)</b>
	10.18	33.62	26
	6.15	24.32	24
	11.42	75.74	41.4
	18.56	40.7	35
2016	32.5	149.6	28
	13.73	81.69	118
	32.26	194.5	32
	54.92	207.3	36
	27.23	178.9	38
	27.98	113.3	40
2017	11.05	30.74	76
	11.31	44.69	28.6
	8.55	46.66	10
	3.9	16.59	46
	9.01	36.09	26
	11.13	34.39	13
2018	7.64	33.81	30
	18.99	52.81	7
	11.45	60.57	22

**Kuesioner Peran Serta Masyarakat  
Studi Evaluasi Faktor Pencemaran Kali  
Surabaya**



**Identitas Responden**

Nama:

Alamat:

Jenis Kelamin:

Usia:

Pendidikan:

Keterangan:

- (1 = sangat baik): Mampu menjawab dengan lengkap (mampu menjabarkan dengan benar dan detail); sudah dilakukan dan kontinyu
- (2 = baik): Mampu menjawab dengan jelas dan benar namun tidak lengkap (tidak dapat menjabarkan), sudah dilakukan tapi tidak kontinyu;
- (3 = kurang baik): Tidak tahu/Tidak Melakukan akan tetapi memiliki keinginan untuk mengetahui/melakukan
- (4 = buruk): Tidak tahu/Tidak melakukan sama sekali dan tidak peduli

**I. Pengetahuan**

No	Apakah anda mengetahui...	1	2	3	4
1	Fungsi air Kali Surabaya?				
2	Kondisi/Kualitas air Kali Surabaya?				
3	Dampak dari air buangan domestik/rumah tangga terhadap kualitas air Kali Surabaya?				
4	Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kondisi/kualitas air Kali Surabaya?				
5	Adanya peraturan yang dibuat untuk menjaga kualitas air Kali Surabaya?				

**Kuesioner Peran Serta Masyarakat  
Studi Evaluasi Faktor Pencemaran Kali  
Surabaya**



**II. Teknis**

No	Apakah/Dimanakah...	1	2	3	4
1	Terdapat Tangki Septik di rumah anda?				
2	Anda melakukan kontrol/pengurusan terhadap Tangki Septik secara berkala?				
3	Terdapat fasilitas pengolahan air limbah (IPAL) komunal di pemukiman anda?				
4	Dilakukan kontrol/pembersihan terhadap fasilitas pengolahan air limbah (IPAL) komunal di pemukiman anda?				

**III. Sikap dan Perilaku**

No	Apakah/Bagaimanakah...	1	2	3	4
1	Menurut anda tentang membuang air bekas kegiatan domestik/rumah tangga ke badan air Kali Surabaya?				
2	Pengelolaan limbah padat/sampah di rumah anda dan sekitarnya?				
3	Masih ada orang yang buang air besar langsung di badan air Kali Surabaya sekitar pemukiman anda?				
4	Dilakukan kegiatan pembersihan (sampah dan saluran air) atau kerja bakti di lingkungan pemukiman anda?				
5	Berpartisipasi dalam sosialisasi tentang pengelolaan lingkungan?				



**Data Survey Kuesioner**

No	Nama	Kecamatan	Usia (Tahun)	Jenis Kelamin (L/P)	Jawaban Kuesioner														
					1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
1	Khoiriyatun Nisa	Karangpilang	23	P	2	2	2	1	2	1	3	1	3	2	3	1	1	2	
2	Maryadi		48	L	2	3	3	2	3	1	2	1	3	4	2	1	2	2	
3	Kartini		56	P	2	2	3	2	2	1	2	1	3	3	3	4	2	2	
4	Rahmawati		32	P	2	2	2	2	3	1	2	1	3	3	3	1	1	2	
5	Endah Widyaningrum		26	P	1	2	1	2	1	1	2	1	3	2	2	1	1	3	
6	Lasmono		60	L	2	1	2	2	2	1	2	1	3	3	2	1	2	3	
7	Siti Solikhah		45	P	2	3	2	3	3	1	3	1	3	3	2	1	1	2	
8	Romlah		49	P	3	2	2	2	3	1	2	1	3	3	2	1	1	2	
9	Ainur Rozikin		37	L	2	2	3	3	2	1	3	1	3	3	3	1	1	3	
10	Purwati		50	P	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	2	4	1	3	
11	Sukran		55	L	2	2	3	3	3	1	3	1	3	4	3	4	1	3	
12	Ngadiman		63	L	3	3	3	3	3	1	3	1	3	4	2	4	1	3	
13	Arifin		58	L	2	2	3	2	3	1	3	1	3	4	3	1	1	2	
14	Budiono		39	L	2	2	3	3	3	1	3	1	3	3	2	1	1	3	
15	Rohman		28	L	1	1	2	2	1	1	3	1	3	2	2	1	1	2	
16	Yayuk		35	P	1	1	3	3	2	1	2	1	3	2	2	1	1	2	
17	Dwi Budianto		42	L	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	2	1	1	2	
18	Nurhadi		44	L	2	2	2	2	2	1	3	1	3	3	2	1	1	2	
19	Kasmirah		64	P	3	3	4	3	4	1	3	1	3	4	3	4	1	2	
20	Udin		25	L	2	2	2	3	3	1	3	1	3	2	2	1	1	2	
21	Khoirul Huda		59	L	2	2	3	2	3	1	3	1	3	3	2	1	1	2	
22	Joko		56	L	1	1	2	2	2	1	3	1	3	2	2	1	1	2	

No	Nama	Kecamatan	Usia (Tahun)	Jenis Kelamin (L/P)	Jawaban Kuesioner														
					1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
23	Yudi		40	L	2	3	3	3	3	1	3	1	3	4	2	1	1	2	
24	Tri Suhendra	Jambangan	28	L	2	2	3	3	3	1	3	1	3	2	3	1	1	3	
25	Endrianto		37	L	2	3	2	3	2	1	3	1	3	2	2	1	1	3	
26	Chumaini		51	P	3	2	3	3	3	1	3	1	3	3	3	1	1	3	
27	Ketut Suwartini		48	P	2	2	3	3	2	1	3	1	3	2	3	1	1	2	
28	Ismawardi		54	L	2	2	2	3	2	1	3	1	3	2	2	1	1	3	
29	Nurul		30	P	1	2	2	2	3	1	3	1	3	2	3	1	1	3	
30	Karmanto		52	L	2	2	2	2	3	1	3	1	3	2	3	1	1	3	
31	Siti Masluchah		47	P	2	3	2	3	2	1	3	1	3	2	3	1	1	3	
32	Dyah Puspita		25	P	1	2	2	2	2	1	2	1	3	1	2	1	1	2	
33	Laksono		60	L	2	2	3	2	2	1	2	1	3	3	3	1	1	3	
34	Sri Marfuatin		53	P	2	2	3	2	3	1	3	1	3	3	3	1	1	2	
35	Su'udi		48	L	2	2	3	2	2	1	2	1	3	2	2	1	1	2	
36	Marniati		60	P	2	3	3	2	3	1	3	1	3	3	3	1	1	3	
37	Sukarno		65	L	2	3	3	3	3	1	3	1	3	4	3	1	1	3	
38	Suwito		Dukuh Pakis	71	L	3	3	3	3	3	1	3	1	3	4	3	1	1	2
39	Ahmad Rega	24		L	2	2	2	2	2	1	3	1	3	2	3	1	1	2	
40	Halimah	55		P	3	2	3	3	3	1	3	1	3	4	3	1	1	3	
41	Hasan	50		L	2	2	2	3	2	1	2	1	3	2	2	1	1	2	
42	Fahrudin	47		L	2	2	3	2	2	1	3	1	3	2	2	1	1	2	

**Hasil Perhitungan Metode Indeks Pencemaran**

Tahun	Bulan	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Cim	Ci/Lix	Ci/Lix baru	MAX	AVE	Pij	Status Mutu Air
2015	Maret	4.12	3	1.37	1.69	6.08	25	0.24	0.24	80	50	1.60	2.02	3.89	4	8	1.03	1.06	2.02	1.25	1.681	tercemar ringan
	April	3.07	3	1.02	1.05	8.64	25	0.35	0.35	81.5	50	1.63	2.06	3.23	4	8	1.19	1.38	2.06	1.21	1.690	tercemar ringan
	Mei	3.71	3	1.24	1.46	10.9	25	0.44	0.44	54	50	1.08	1.17	4.35	4	8	0.91	0.91	1.46	0.99	1.250	tercemar ringan
	Juni	6.7	3	2.23	2.74	11.2	25	0.45	0.45	74	50	1.48	1.85	4	4	8	1.00	1.00	2.74	1.51	2.216	tercemar ringan
	Juli	3.09	3	1.03	1.06	8.96	25	0.36	0.36	65	50	1.30	1.57	4.5	4	8	0.88	0.88	1.57	0.97	1.304	tercemar ringan
	Agustus	5.91	3	1.97	2.47	14.88	25	0.60	0.60	36.5	50	0.73	0.73	6.63	4	8	0.34	0.34	2.47	1.04	1.895	tercemar ringan
	September	4.69	3	1.56	1.97	11.8	25	0.47	0.47	72	50	1.44	1.79	3.1	4	8	1.23	1.44	1.97	1.42	1.717	tercemar ringan
	Oktober	6.71	3	2.24	2.75	11.5	25	0.46	0.46	29	50	0.58	0.58	4.04	4	8	0.99	0.99	2.75	1.19	2.119	tercemar ringan
	Nopember	5.34	3	1.78	2.25	14.24	25	0.57	0.57	28	50	0.56	0.56	2.7	4	8	1.33	1.61	2.25	1.25	1.821	tercemar ringan
	Desember	4.16	3	1.39	1.71	11.2	25	0.45	0.45	266	50	5.32	4.63	2.2	4	8	1.45	1.81	4.63	2.15	3.609	tercemar ringan
2016	Januari	8.5	3	2.83	3.26	19.6	25	0.78	0.78	224	50	4.48	4.26	2.85	4	8	1.29	1.55	4.26	2.46	3.477	tercemar ringan
	Februari	5	3	1.67	2.11	10.6	25	0.42	0.42	512	50	10.24	6.05	4.35	4	8	0.91	0.91	6.05	2.37	4.597	tercemar ringan
	Maret	4.2	3	1.40	1.73	12.4	25	0.50	0.50	70.5	50	1.41	1.75	3.22	4	8	1.20	1.39	1.75	1.34	1.556	tercemar ringan
	April	4.1	3	1.37	1.68	12	25	0.48	0.48	380	50	7.60	5.40	4.62	4	8	0.85	0.85	5.40	2.10	4.100	tercemar ringan
	Mei	6.85	3	2.28	2.79	16.1	25	0.64	0.64	129	50	2.58	3.06	6.3	4	8	0.43	0.43	3.06	1.73	2.484	tercemar ringan
	Juni	3.51	3	1.17	1.34	8.83	25	0.35	0.35	78	50	1.56	1.97	4.33	4	8	0.92	0.92	1.97	1.14	1.608	tercemar ringan
	Juli	4.82	3	1.61	2.03	10.5	25	0.42	0.42	302	50	6.04	4.91	3.27	4	8	1.18	1.36	4.91	2.18	3.796	tercemar ringan
	Agustus	2.39	3	0.80	0.80	6.62	25	0.26	0.26	63	50	1.26	1.50	4.22	4	8	0.95	0.95	1.50	0.88	1.230	tercemar ringan
	September	4.8	3	1.60	2.02	11.3	25	0.45	0.45	374	50	7.48	5.37	4.35	4	8	0.91	0.91	5.37	2.19	4.100	tercemar ringan
	Oktober	6.01	3	2.00	2.51	16.4	25	0.66	0.66	682	50	13.64	6.67	0.41	4	8	1.90	2.39	6.67	3.06	5.191	tercemar sedang
	Nopember	5.13	3	1.71	2.16	12.5	25	0.50	0.50	588	50	11.76	6.35	3.08	4	8	1.23	1.45	6.35	2.62	4.858	tercemar ringan
Desember	5.38	3	1.79	2.27	12.6	25	0.50	0.50	498	50	9.96	5.99	3.77	4	8	1.06	1.12	5.99	2.47	4.583	tercemar ringan	
2017	Januari	4.99	3	1.66	2.10	14.1	25	0.56	0.56	322	50	6.44	5.04	5.2	4	8	0.70	0.70	5.04	2.10	3.865	tercemar ringan
	Februari	5.97	3	1.99	2.49	10.4	25	0.42	0.42	194	50	3.88	3.94	4.6	4	8	0.85	0.85	3.94	1.93	3.104	tercemar ringan
	Maret	3.12	3	1.04	1.09	14.66	25	0.59	0.59	226	50	4.52	4.28	4.1	4	8	0.98	0.98	4.28	1.73	3.262	tercemar ringan
	April	3.17	3	1.06	1.12	11.25	25	0.45	0.45	154	50	3.08	3.44	4.8	4	8	0.80	0.80	3.44	1.45	2.642	tercemar ringan
	Mei	4.29	3	1.43	1.78	20.77	25	0.83	0.83	194	50	3.88	3.94	4.9	4	8	0.78	0.78	3.94	1.83	3.075	tercemar ringan
	Juni	3.97	3	1.32	1.61	20.45	25	0.82	0.82	58	50	1.16	1.32	4.9	4	8	0.78	0.78	1.61	1.13	1.390	tercemar ringan
	Juli	5.08	3	1.69	2.14	27.35	25	1.09	1.20	148	50	2.96	3.36	5.1	4	8	0.73	0.73	3.36	1.86	2.712	tercemar ringan
	Agustus	7.57	3	2.52	3.01	32.25	25	1.29	1.55	47	50	0.94	0.94	4.9	4	8	0.78	0.78	3.01	1.57	2.400	tercemar ringan
	September	3.57	3	1.19	1.38	17.62	25	0.70	0.70	63	50	1.26	1.50	4.4	4	8	0.90	0.90	1.50	1.12	1.325	tercemar ringan
	Oktober	7.38	3	2.46	2.95	12.76	25	0.51	0.51	37.6	50	0.75	0.75	3.22	4	8	1.20	1.39	2.95	1.40	2.312	tercemar ringan
	Nopember	3.49	3	1.16	1.33	17.26	25	0.69	0.69	49.3	50	0.99	0.99	4.13	4	8	0.97	0.97	1.33	0.99	1.173	tercemar ringan
Desember	3.04	3	1.01	1.03	29.78	25	1.19	1.38	39.3	50	0.79	0.79	3.5	4	8	1.13	1.26	1.38	1.11	1.253	tercemar ringan	
2018	Januari	3.77	3	1.26	1.50	18	25	0.72	0.72	81.4	50	1.63	2.06	4.7	4	8	0.83	0.83	2.06	1.27	1.712	tercemar ringan
	Februari	3.69	3	1.23	1.45	23.02	25	0.92	0.92	64	50	1.28	1.54	4.2	4	8	0.95	0.95	1.54	1.21	1.384	tercemar ringan
	Maret	6.77	3	2.26	2.77	24.58	25	0.98	0.98	212	50	4.24	4.14	5	4	8	0.75	0.75	4.14	2.16	3.300	tercemar ringan
	April	4.93	3	1.64	2.08	29.35	25	1.17	1.35	206	50	4.12	4.07	4.8	4	8	0.80	0.80	4.07	2.08	3.233	tercemar ringan
	Mei	2.41	3	0.80	0.80	17.81	25	0.71	0.71	71	50	1.42	1.76	4.2	4	8	0.95	0.95	1.76	1.06	1.452	tercemar ringan
	Juni	2.5	3	0.83	0.83	19.11	25	0.76	0.76	40	50	0.80	0.80	4.7	4	8	0.83	0.83	0.83	0.81	0.820	memenuhi BM
	Juli	2.57	3	0.86	0.86	16.61	25	0.66	0.66	24	50	0.48	0.48	4.6	4	8	0.85	0.85	0.86	0.71	0.788	memenuhi BM
Agustus	4.09	3	1.36	1.67	14.76	25	0.59	0.59	71	50	1.42	1.76	5	4	8	0.75	0.75	1.76	1.19	1.505	tercemar ringan	



**Data Input SEM**

<b>Hulu BOD</b>	<b>Hulu COD</b>	<b>Hulu TSS</b>	<b>Hulu DO</b>	<b>Pengetahuan</b>	<b>Teknis</b>	<b>Sikap-Perilaku</b>	<b>Domestik BOD</b>	<b>Domestik COD</b>	<b>Domestik TSS</b>	<b>IP</b>
3.13	7.68	111	4.36	45	50	45	9.85	44.48	620	1.68
3.53	8.96	224	4.27	65	43.75	55	5.62	21.55	373.3	1.69
4.23	9.28	48	6.32	55	43.75	70	9.25	31.53	238	1.25
3.05	5.44	19	4	55	43.75	50	7.18	39.86	563.3	2.22
6.09	13.76	20.4	4.63	35	43.75	45	6.87	21.64	150	1.3
5.34	11.52	22.4	4.57	45	43.75	55	6.87	33.17	180	1.9
2.95	6.4	26	5.31	65	50	45	5.3	26.54	29	1.72
7.67	16.6	2	6.26	60	43.75	45	3.51	16.11	76	2.12
5.35	12.8	19.2	4.86	60	50	55	4.12	17	23	1.82
5.6	11.5	98	3.04	75	50	65	5.98	21.93	37	3.61
6.5	15	504	3.9	65	50	75	5.51	29.34	37	3.48
4.6	10.3	322	4.33	75	50	70	2.81	14.9	25	4.6
3.9	8.03	160	3.34	60	50	55	5.32	14.31	210	1.56
6.1	17	450	5.3	65	50	50	4.08	25.94	185.7	4.1

3.87	8.03	122	4.51	35	50	40	6.8	26.99	168	2.48
5.71	14.1	45	5.37	50	43.75	40	9.25	34.15	240	1.61
4.39	10.6	40.8	5.33	50	43.75	45	6.92	38.87	49	3.8
3.82	9.19	45.2	4.65	50	50	45	4.73	22.31	53	1.23
4.5	12.4	21.2	6.17	85	50	70	4.61	18.78	58	4.1
6.59	16.9	170	2.27	60	50	40	3.78	14.54	14	5.19
5.14	12.6	146	3.61	60	50	45	4.91	17.33	40.1	4.86
4.99	13.3	153	3.22	40	50	40	5.82	23.79	86	4.58
3.84	8.91	350	5.7	70	50	50	10.01	33.4	14	3.86
5.3	12.7	402	5.54	65	50	50	10.18	33.62	26	3.1
4.99	13.1	162	4.6	60	50	45	6.15	24.32	24	3.26
4.3	10.9	70.5	4.4	70	50	55	11.42	75.74	41.4	2.64
3.07	7.04	144	5	60	50	45	18.56	40.7	35	3.08
3.85	9.6	40.8	4.2	55	50	45	32.5	149.6	28	1.39
4.87	9.6	34	4.6	50	50	50	13.73	81.69	118	2.71
5.91	5.44	51.6	4.9	55	50	50	32.26	194.5	32	2.4

3.35	89	11	4.5	60	50	50	54.92	207.3	36	1.33
6.19	14.8	27.2	3.7	45	43.75	35	27.23	178.9	38	2.31
8.16	20.1	48.8	3.05	55	43.75	55	27.98	113.3	40	1.17
6.19	14.8	27.2	2.95	60	50	50	11.05	30.74	76	1.25
6.15	24.24	66.7	5.3	55	43.75	40	11.31	44.69	28.6	1.71
2.98	18.41	31	4.6	65	50	55	8.55	46.66	10	1.38
3.49	24.62	276	4.8	70	50	60	3.9	16.59	46	3.3
5.29	26.9	144	5.6	75	50	55	9.01	36.09	26	3.23
7.38	34.13	73	4.8	50	50	45	11.13	34.39	13	1.45
1.61	11.6	30	4.8	70	50	60	7.64	33.81	30	0.82
7.34	27.3	8	4.8	55	43.75	40	18.99	52.81	7	0.79
3.04	9.99	11	5	55	50	40	11.45	60.57	22	1.5

## DOKUMENTASI





## **BIODATA PENULIS**



Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 20 Juli 1991 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah melalui pendidikan formal di Surabaya dari tahap Sekolah Dasar (SDN Kaliasin III), Sekolah Menengah Pertama (SMPN 6), Sekolah Menengah Atas (SMAN 1), hingga tahap Sarjana di Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan lulus pada tahun 2014.

Penulis pernah mengikuti kerja praktek sebagai prasyarat untuk pengembangan dan aplikasi teori perkuliahan di IPAM Krian I PDAM Sidoarjo, Jawa Timur. Selama masa perkuliahan di tahap magister penulis juga aktif bekerja di sebuah badan konsultansi swasta yang bergerak dalam bidang perijinan lingkungan. Diskusi, saran, dan kritik dalam tesis ini dapat dikirimkan ke alamat email [rizkiyulistianto@gmail.com](mailto:rizkiyulistianto@gmail.com).



**FORMULIR TESIS ULT-02**  
**Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing / Co-Pembimbing**  
**Ujian Lisan Tesis**

**Hari, tanggal** : Rabu, 16 Januari 2019  
**Jam** : 13.00 - 15.00  
**Tempat** : R. Sidang Pascasarjana DTL  
**Judul Tesis** : Aplikasi Structural Equation Modelling dalam Evaluasi Faktor Pencemaran Air Kali Surabaya  
: Segmen Karangpilang-Gunungsari  
**Nama Mahasiswa** : Rizki Yulistianto  
**NRP** : 03211650010002  
**Program Studi** : S-2 Teknik Lingkungan ITS  
**Bidang Studi** : Magister Teknik Lingkungan

No./Hal	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Tesis
1.	Kt. Pengantar, Biografi. Spasi, kalimat panjang, penyajian grafik, huruf asing dan Italic.
2.	Daftar Pustaka perlu dicek kelengkapan nya
3.	Saran diperbaiki lagi harus ada di dlm. pembahasannya
4.	Halaman buku perlu diketik dan hal yg double
5.	Lampiran tdk ada halamannya.
6.	lihat dibuku tesis

*[Signature]*

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KT-02 ke Sekretariat Pascasarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa pada saat asistensi dengan Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

**Dosen Pembimbing**

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

*[Signature]*





**FORMULIR TESIS ULT-03**  
**Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah**  
**Ujian Lisan Tesis**

**Hari, tanggal** : Rabu, 16 Januari 2019  
**Jam** : 13.00 - 15.00  
**Tempat** : R. Sidang Pascasarjana DTL  
**Judul Tesis** : Aplikasi Structural Equation Modelling dalam Evaluasi Faktor Pencemaran Air Kali Surabaya  
: Segmen Karangpilang-Gunungsari  
**Nama Mahasiswa** : Rizki Yulistianto  
**NRP** : 03211650010002  
**Program Studi** : S-2 Teknik Lingkungan ITS  
**Bidang Studi** : Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

No./Hal	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Tesis
1	Pengelolaan Sungai harus terintegrasi, tidak bisa hanya sepotong segmen yg pendek.
2	SEM-PLS atau PLS-SEM?
3	Kesimpulan 1 → point pentingnya apa? tidak sekedar angka % tiap variabel.

terkait dg kesimpulan no 2

Formulir KT-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KT-03 ke Sekretariat Pascasarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa pada saat asistensi dengan Dosen Pengarah  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing

Dosen Pengarah : Ali Masduki (Ali Masduki)





FORMULIR TESIS ULT-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah  
Ujian Lisan Tesis

Hari, tanggal : Rabu, 16 Januari 2019  
Jam : 13.00 - 15.00  
Tempat : R. Sidang Pascasarjana DTL  
Judul Tesis : Aplikasi Structural Equation Modelling dalam Evaluasi Faktor Pencemaran Air Kali Surabaya  
Segmen Karangpilang-Gunungsari  
Nama Mahasiswa : Rizki Yulistianto  
NRP : 03211650010002  
Program Studi : S-2 Teknik Lingkungan ITS  
Bidang Studi : Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

No./Hal	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Tesis
-	notasi absis pd grafik tidak informatif
-	margin dilihat pada pedoman Thesis/Disertasi
-	Kalimat-kalimat panjang di perpendek.
-	Perhitungan <u>index</u> pencemaran apa dasarnya? Bgnm dg status unit yg lain? apa sama?
-	Pemeriksaan <u>suatu</u> indikator di eliminasi atau tidak → diberikan analisis yg baik
	Acc. 28/2019 1/ Abdul F. Assomadi

Formulir KT-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KT-03 ke Sekretariat Pascasarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa pada saat asistensi dengan Dosen Pengarah  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing

Dosen Pengarah : Abdu F Assomadi (.....) Abdul F. Assomadi





**FORMULIR TESIS ULT-03**  
**Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah**  
**Ujian Lisan Tesis**

**Hari, tanggal** : Rabu, 16 Januari 2019  
**Jam** : 13.00 - 15.00  
**Tempat** : R. Sidang Pascasarjana DTL  
**Judul Tesis** : Aplikasi Structural Equation Modelling dalam Evaluasi Faktor Pencemaran Air Kali Surabaya  
: Segmen Karangpilang-Gunungsari  
**Nama Mahasiswa** : Rizki Yulistianto  
**NRP** : 03211650010002  
**Program Studi** : S-2 Teknik Lingkungan ITS  
**Bidang Studi** : Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

No./Hal	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Tesis
1.	Variabel independen & variabel laten.
2.	Data kualitas domestik ?
3.	Jelaskan formula di hal. 62.
4.	penulisan → lihat di buku

ir  
25/19

Formulir KT-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KT-03 ke Sekretariat Pascasarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa pada saat asistensi dengan Dosen Pengarah  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing

Dosen Pengarah :

Ipung Fitri P

(.....)