



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI PENGARUH BUANGAN AIR LIMBAH
DOMESTIK TERHADAP DAYA TAMPUNG BEBAN
PENCEMAR KALI SURABAYA (SEGMENT
KARANGPILANG - NGAGEL) DENGAN MODEL
QUAL2KW**

ASYAM MULAYYAN DARY
0321144000091

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI PENGARUH BUANGAN AIR LIMBAH
DOMESTIK TERHADAP DAYA TAMPUNG BEBAN
PENCEMAR KALI SURABAYA (SEGMENT
KARANGPILANG - NGAGEL) DENGAN MODEL
QUAL2KW**

**ASYAM MULAYYAN DARY
0321144000091**

**DOSEN PEMBIMBING
Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.**

**Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**



FINAL PROJECT - RE 184804

**STUDY OF DOMESTIC WASTEWATER EFFLUENT
EFFECT ON TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD OF
KALI SURABAYA (KARANGPILANG - NGAGEL
SEGMENT) WITH QUAL2KW MODEL**

ASYAM MULAYYAN DARY
0321144000091

ADVISOR

Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

**Department of Environmental Engineering
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**Studi Pengaruh Buangan Air Limbah Domestik
Terhadap Daya Tampung Beban Pencemar Kali
Surabaya (Segmen Karangpilang – Ngagel) Dengan
Model QUAL2Kw**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

Pada

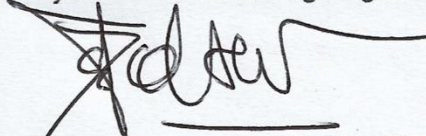
**Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Oleh:

ASYAM MULAYYAN DARY

NRP. 0321144000091

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.S.E., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19600308 198903 1 001



Halaman ini sengaja dikosongkan.

**Studi Pengaruh Buangan Air Limbah Domestik
Terhadap Daya Tampung Beban Pencemar Kali
Surabaya (Segmen Karangpilang – Ngagel) Dengan
Model QUAL2Kw**

Nama Mahasiswa : Asyam Mulayyan Dary
NRP : 0321144000091
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc.,
Ph.D

ABSTRAK

Kali Surabaya adalah salah satu sumber daya air yang berada di Provinsi Jawa Timur. Kali ini mengalir sepanjang 42,3 km dari Kabupaten Mojokerto hingga Kota Surabaya. Kali Surabaya berperan sangat penting bagi kehidupan di sepanjang kali ini, baik secara sosial, ekonomi, maupun budaya. Air dari kali ini digunakan sebagai sumber air baku air minum, industri, pengairan pertanian, dan rekreasi untuk Kabupaten Mojokerto, Sidoarjo, Gresik, dan Kota Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari pembuangan air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemar Kali Surabaya segmen Karangpilang - Ngagel.

Penelitian dilakukan dengan membagi Kali Surabaya menjadi beberapa segmen, yaitu segmen Karangpilang - Ngagel. Pada segmen tersebut diambil 4 titik sampel yang didasarkan pada titik pengambilan sampel oleh Perum Jasa Tirta I. Pemilihan segmen berdasarkan banyaknya penduduk yang tinggal di dekat sepanjang segmen tersebut. Parameter yang diuji yaitu DO, BOD, COD, ammonia, dan fosfat. Pengambilan sampel dilakukan dalam periode musim hujan dan selanjutnya akan dianalisis menggunakan *software* QUAL2Kw. Pada perangkat lunak tersebut akan dijalankan 6 skenario berbeda. Hasil dari QUAL2Kw kemudian dianalisis dengan cara membandingkan 6 skenario tersebut.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya tampung sudah terlampaui untuk parameter BOD, sedangkan untuk COD, ammonia, dan fosfat tidak melebihi daya tampung. Besar daya tampung beban pencemar pada Kali Surabaya sebesar 315,909 kg BOD/hari, dan 1181,608 kg COD/hari. Beban pencemar dari domestik memengaruhi sebesar 55% untuk BOD dan 57% untuk COD pada daya tampung beban pencemar Kali Surabaya.

Kata kunci: Air Limbah Domestik, Daya Tampung Beban Pencemar, Kali Surabaya, QUAL2Kw

Study of Domestic Wastewater Effluent Effect on Total Maximum Daily Load of Kali Surabaya (Karangpilang – Ngagel Segment) With QUAL2Kw Model

Name : Asyam Mulayyan Dary
NRP : 03211440000091
Department : Environmental Engineering
Dosen Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D

ABSTRACT

Kali Surabaya is a water source which exist in East Java. This river's length is 42,3 km, from Mojokerto until Surabaya. Kali Surabaya is important for people living near there as socially, economically, or culture. Water from this river serve as water source for water treatment plant, industries, agroculture, and recreation. This research has a goal, which is to know how much domestic wastewater affect the total maximum daily load of Kali Surabaya segmented from Karangpilang to Jagir.

In this research, Kali Surabaya is segmented, which is Karangpilang – Jagir. At that segment, 4 samples were taken. The point where the samples were taken is based on sample point from Perum Jasa Tirta I and the availibility of the place. The basis of the choosing the segment is the amount of people living near Kali Surabaya. DO, BOD, COD, ammonia, and phosphorus were measured. This research was on rainy season and analysed with QUAL2Kw. This software did 6 different scenarios. Those scenarios then compared to get the result.

The result shows that BOD pass the limit of TMDL, and for COD, ammonia, and phosphorus did not pass the TMDL. The TMDL of Kali Surabaya on Karangpilang – Jagir is 315,909 kg BOD/day, dan 1181,608 kg COD/day. Waste load from domestic affect 55% for BOD and 57% for COD of the TMDL.

Keywords: Domestic Wastewater, Kali Surabaya, Total Maximum Daily Load, QUAL2Kw

Halaman ini sengaja dikosongkan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Studi Pengaruh Buangan Air Limbah Domestik Terhadap Daya Tampung Beban Pencemar Kali Surabaya (Segmen Karangpilang – Ngagel) Dengan Model QUAL2Kw”.

Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.S.E., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing selama proses pengerjaan Tugas Akhir;
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc., bapak Ir. Mas Agus Mardyanto, M.Eng., Ph.D., dan bapak Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T., selaku dosen pengarah yang telah memberi saran dan masukan pada Tugas Akhir ini;
3. Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran Tugas Akhir ini;
4. Lydia Angela dan Latifa Dinar yang membantu saya secara mental untuk mengerjakan Tugas Akhir ini;
5. Farizky, Dewana, Yusuf, Raka, dan Adi Puspitarini yang telah membantu pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir;
6. Ibu dr. Brihastami Sawitri, Sp.KJ., yang telah membantu saya secara mental untuk mengerjakan Tugas Akhir;
7. Teman-teman Angkatan 2014 dan seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan kepada penulis.

Dalam penulisan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal dan sebaik mungkin, namun tentunya masih terdapat ketrebatasan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna memperbaiki di kemudian hari. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gambaran Umum	5
2.1.1 Gambaran Umum Kota Surabaya	5
2.1.2 Gambaran Umum Kali Surabaya.....	5
2.2 Klasifikasi dan Kriteria Mutu Air Sungai	6
2.3 Karakterisasi Sumber Pencemar.....	9
2.4 Dasar Hukum Daya Tampung Beban Pencemaran..	21
2.5 QUAL2Kw	21
2.6 Parameter Kualitas Air.....	26
2.6.1 DO.....	26
2.6.2 BOD	27
2.6.3 COD	27
2.6.4 Ammonia.....	27

2.6.5	Phosphorus	27
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1	Umum	29
3.2	Kerangka Metode Penelitian	29
3.3	Langkah Kerja Penelitian.....	31
3.3.1	Ide Penelitian	31
3.3.2	Tinjauan Pustaka	31
3.3.3	Observasi dan Penentuan Titik Sampling.....	31
3.3.4	Pengumpulan Data	32
3.3.5	Pengukuran Data Hidrolik Sungai.....	36
3.3.6	Sampling Kualitas Air	36
3.3.7	QUAL2Kw	38
3.3.8	Perhitungan Daya Tampung	42
3.3.9	Analisa dan Pembahasan	43
3.3.10	Kesimpulan dan Saran.....	43
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Data Eksisting Kali Surabaya	45
4.1.1	Segmentasi Kali Surabaya.....	45
4.1.2	Data Klimatologi Kota Surabaya.....	46
4.1.3	Data Hidrolik Kali Surabaya	47
4.1.4	Data Kualitas Air Kali Surabaya.....	49
4.2	Prediksi Sumber Pencemar Kali Surabaya	50
4.3	Debit dan Kualitas Air Sumber Pencemar	56
4.3.1	Pencemar Domestik.....	56
4.3.2	Pencemar Industri.....	58
4.4	Pemodelan Kualitas Air Kali Surabaya.....	60
4.4.1	Pembangunan Model.....	60

4.4.2 Simulasi Kualitas Air Kali Surabaya.....	65
4.5 Perhitungan Beban Pencemar Kali Surabaya.....	84
4.6 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Kali Surabaya	87
4.7 Perhitungan Besar Pengaruh Buangan Air Limbah Domestik Terhadap Daya Tampung Beban Pencemar Kali Surabaya	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	105
BIOGRAFI PENULIS.....	109

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Grafik QUAL2Kw	22
Gambar 2.2 Skema Neraca Massa pada QUAL2Kw	23
Gambar 2.3 Model Proses Kinetik dan Transfer Massa pada QUAL2Kw	24
Gambar 3.1 Kerangka Alur Penelitian	30
Gambar 3.2 Lokasi Titik Sampling Jasa Tirta.....	33
Gambar 3.3 Pembagian Segmen Kali Surabaya	34
Gambar 3.4 Titik Pengambilan Sampel.....	37
Gambar 4.1 Fluktuasi Debit Dam Mlirip	48
Gambar 4.2 Fluktuasi Debit Dam Gunungsari	48
Gambar 4.3 Peta Daerah Aliran Sungai Kali Surabaya	54
Gambar 4.4 Area DAS Pada Segmen Karang Pilang – Jagir	55
Gambar 4.5 Kalibrasi DO	62
Gambar 4.6 Kalibrasi BOD	63
Gambar 4.7 Kalibrasi COD	63
Gambar 4.8 Simulasi 1 DO.....	69
Gambar 4.9 Simulasi 2 BOD	70
Gambar 4.10 Simulasi 1 COD	70
Gambar 4.11 Simulasi 1 NH ₄	71
Gambar 4.12 Simulasi 1 TP	71
Gambar 4.13 Simulasi 2 DO.....	72
Gambar 4.14 Simulasi 2 BOD	73
Gambar 4.15 Simulasi 2 COD	73
Gambar 4.16 Simulasi 2 NH ₄	74
Gambar 4.17 Simulasi 2 TP	74
Gambar 4.18 Simulasi 4 DO.....	75
Gambar 4.19 Simulasi 4 BOD	76
Gambar 4.20 Simulasi 4 COD	76
Gambar 4.21 Simulasi 4 NH ₄	77
Gambar 4.22 Simulasi 4 TP	77
Gambar 4.23 Simulasi 5 DO.....	78
Gambar 4.24 Simulasi 5 BOD	79
Gambar 4.25 Simulasi 5 COD	79
Gambar 4.26 Simulasi 5 NH ₄	80
Gambar 4.27 Simulasi 5 TP	80
Gambar 4.28 Simulasi 6 DO.....	81
Gambar 4.29 Simulasi 6 BOD	82

Gambar 4.30 Simulasi 6 COD	82
Gambar 4.31 Simulasi 6 NH ₄	83
Gambar 4.32 Simulasi 6 TP	83
Gambar 4.33 Perbandingan DO Simulasi 6 dan 5	87
Gambar 4.34 Perbandingan BOD Simulasi 6 dan 5	88
Gambar 4.35 Perbandingan COD Simulasi 6 dan 5	88
Gambar 4.36 Perbandingan NH ₄ Simulasi 6 dan 5	89
Gambar 4.37 Perbandingan TP Simulasi 6 dan 5	89
Gambar 4.38 Perbandingan DO Simulasi 2 dan 4	92
Gambar 4.39 Perbandingan BOD Simulasi 2 dan 4	92
Gambar 4.40 Perbandingan COD Simulasi 2 dan 4	93
Gambar 4.41 Perbandingan NH ₄ Simulasi 2 dan 4	93
Gambar 4.42 Perbandingan TP Simulasi 2 dan 4	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas	7
Tabel 2.2 Daftar <i>Point-source</i> di Segmen Karangpilang – Ngagel	9
Tabel 2.3 Karakteristik Air Limbah Domestik yang Belum Diolah	11
Tabel 2.4 Baku Mutu Air Limbah Domestik	13
Tabel 2.5 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu	13
Tabel 2.6 Baku Mutu Air Limbah Industri Saos	14
Tabel 2.7 Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan.....	14
Tabel 2.8 Baku Mutu Air Limbah Industri Karet.....	15
Tabel 2.9 Baku Mutu Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit..	15
Tabel 2.10 Baku Mutu Air Limbah Industri Detergen	16
Tabel 2.11 Baku Mutu Air Limbah Industri Farmasi	16
Tabel 2.12 Baku Mutu Air Limbah Industri Korek Api	17
Tabel 2.13 Baku Mutu Air Limbah Industri Keramik	17
Tabel 2.14 Baku Mutu Air Limbah Industri Lain	17
Tabel 2.15 Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil.....	19
Tabel 2.16 Input Data QUAL2Kw	25
Tabel 3.1 Pembagian Titik Sampel Kali Surabaya	32
Tabel 3.2 Jenis Data dan Sumber Data	35
Tabel 3.3 Teknik Simulasi Pada Penelitian	40
Tabel 4.1 Segmentasi Kali Surabaya	46
Tabel 4.2 Data Klimatologi Kota Surabaya	46
Tabel 4.3 Data Hidrolik Kali Surabaya	47
Tabel 4.4 Data Kualitas Kali Surabaya Tahun 2019	49
Tabel 4.5 Data Pencemar di Kali Surabaya	50
Tabel 4.6 Data Penduduk.....	52
Tabel 4.7 Data Debit Air Limbah Domestik	56
Tabel 4.8 Data Kualitas Titik Buangan Air Limbah Domestik.....	57
Tabel 4.9 Debit Industri	58
Tabel 4.10 Kualitas Air Limbah Industri.....	59
Tabel 4.11 Data Kualitas Air Kali Surabaya 2011-2015.....	61
Tabel 4.12 Koefisien Parameter	62
Tabel 4.13 Hasil Validasi Model Kalibrasi DO.....	64
Tabel 4.14 Hasil Validasi Model Kalibrasi BOD	64
Tabel 4.15 Hasil Validasi Model Kalibrasi COD	65
Tabel 4.16 Data Kualitas Kali Surabaya 2019.....	65

Tabel 4.17 Kualitas Air Simulasi 1	66
Tabel 4.18 Validasi DO Simulasi 1	67
Tabel 4.19 Validasi BOD Simulasi 1	67
Tabel 4.20 Validasi COD Simulasi 1	68
Tabel 4.21 Validasi NH4 Simulasi 1	68
Tabel 4.22 Validasi TP Simulasi 1	68
Tabel 4.23 Kualitas Air Simulasi 2	72
Tabel 4.24 Kualitas Air Simulasi 4	78
Tabel 4.25 Kualitas Air Simulasi 5	81
Tabel 4.26 Kualitas Air Simulasi 6	84
Tabel 4.27 Beban Pencemar Kali Surabaya	85
Tabel 4.28 Data Kualitas Pada Hilir	84
Tabel 4.29 Beban Pencemar Simulasi 6	90
Tabel 4.30 Beban Pencemar Simulasi 5	90
Tabel 4.31 Daya Tampung Per Titik	90
Tabel 4.32 Beban Pencemar Simulasi 1	94
Tabel 4.33 Beban Pencemar Simulasi 2	94
Tabel 4.34 Beban Pencemar Simulasi 4	95
Tabel 4.35 Besar Defisit Daya Tampung Akibat Limbah Domestik	95
Tabel 4.36 Besar Defisit Daya Tampung Akibat Limbah Industri	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kali Surabaya merupakan salah satu cabang dari Kali Brantas yang terletak di bagian hilir dan memiliki fungsi sosial ekonomi budaya yang kental bagi empat Kota di Jawa Timur, yaitu Kabupaten Mojokerto, Gresik, Sidoarjo, dan Kota Surabaya. Panjang dari kali Surabaya dimulai dari Dam Mlirip hingga hilir sungai adalah \pm 42,3 km (Maulidya I. , 2009). Aliran air Kali Surabaya sering disebut sebagai aliran sungai yang multifungsi dan memiliki arti strategis dalam konteks nasional sehingga perlu dikelola secara khusus. Beberapa fungsi dari air Kali Surabaya antara lain, sebagai air baku air minum bagi Kota Surabaya, sebagai sarana pembudidayaan ikan di Kabupaten Gresik, tempat pembuangan limbah cair dari kegiatan domestik di wilayah Mojokerto dan Sidoarjo, serta menjadi muara dari saluran pembuangan bermacam jenis industri. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 tentang Penetapan Kelas Air Pada Air Sungai, air Kali Surabaya ditetapkan sebagai air kelas II. Berdasarkan pemantauan Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya tahun 2013, status mutu air Kali Surabaya 69,45% berstatus cemar ringan, 22,22% berstatus cemar sedang, dan 8,33% berstatus cemar berat dengan parameter BOD dan TSS yang konsentrasinya melebihi baku mutu air kelas II (Anonim, 2013). Pada penelitian oleh Persada pada tahun 2017, diproyeksikan pada tahun 2018 PDAM Surabaya mengalami defisit sebesar 118 L/detik dan pada tahun 2035 defisit mencapai 2317 L/detik (Persada & Purnomo, 2018). Oleh karena itu sudah seharusnya air Kali Surabaya memiliki kualitas yang sesuai dengan baku mutu air sesuai pemanfaatannya.

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Siti Nurbaya pada akhir tahun 2017 menyatakan bahwa tingkat ketaatan perusahaan meningkat tiap tahunnya. Pada tahun 2011 tingkat ketaatan kurang lebih sebesar 70% dan meningkat menjadi 92% pada tahun 2017 (Nurbaya, 2017). Pada Kali Surabaya pencemaran oleh air limbah didominasi oleh air limbah domestik yang sebesar 65%, diikuti oleh industri sebesar 30%, dan sisanya

oleh sektor pertanian. Sektor industri sebagian besar adalah industri rumahan pada kawasan Mlirip Mojokerto hingga Karangpilang Surabaya yang tidak memiliki instalasi pengolahan air limbah (Dewanto, 2015). Di sepanjang Kali Surabaya terdapat 215 titik buangan air limbah domestik dan 11 titik buangan air limbah industri (Novitasari & Soedjono, 2015). Dengan berdasarkan data tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemaran Kali Surabaya.

Aturan mengenai daya tampung beban pencemaran (DTBP) tercantum pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air (Republik Indonesia, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, 2010). Daya tampung beban pencemar (DTBP) adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air menjadi cemar. Di dalam peraturan tersebut, disebutkan beberapa metode perhitungan DTBP yaitu menggunakan kesetimbangan neraca massa, pemodelan analitis menggunakan persamaan matematika, pemodelan numerik terkomputerisasi, dan metode lain yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Pada penelitian ini digunakan pemodelan numerik terkomputerisasi, yaitu dengan perangkat lunak QUAL2Kw (Marlina, Kasam, & Juliani, 2015).

Sudah ada beberapa penelitian serupa yang telah dilakukan. Penelitian oleh Febriyana (2016) meneliti tentang penentuan daya tampung Kali Surabaya segmen Cangkir-Gunungsari menggunakan QUAL2Kw (Febriyana & Masduqi, 2016). Penelitian oleh Novitasari (2015) meneliti tentang sumber pencemar di Kali Surabaya, tanpa melakukan pemodelan daya tampung beban pencemaran (Novitasari & Soedjono, 2015). Penelitian oleh Farahiya (2017) meneliti tentang beban pencemar Kali Kedurus, yaitu salah satu kali yang alirannya masuk ke Kali Surabaya (Hadiyanti, 2017). Lalu ada penelitian yang dilakukan oleh Pavita (2014) yaitu tentang penentuan daya tampung akibat buangan air limbah domestik pada Kali Surabaya, Kecamatan Wonokromo (Pavita, Widiatmono, & Dewi, 2014).

Pada penelitian oleh Poediasuti (Poediasuti, 2012) diketahui bahwa pemakaian air bersih sebagian besar digunakan

untuk mandi sebesar 66,42%, wudlu sebesar 13,45%, mencuci pakaian sebesar 13,06%, dan sisanya sebesar 7,07% untuk keperluan lainnya. Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa debit air limbah domestik harian tidak memiliki perbedaan debit yang signifikan. Syahputra (Syahputra, 2012) menyatakan bahwa, jam puncak pemakaian air bersih pada pukul 06:00 – 08:00. Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan pengambilan sampel di hari Senin, Rabu, dan Jumat pada pukul 08:00.

Berdasarkan pengamatan lapangan dan melalui piranti lunak *Google Earth*, Kawasan pemukiman terlihat lebih banyak dan padat pada Kali Surabaya bagian setelah Jembatan Sepanjang, dibandingkan dengan bagian sebelum jembatan tersebut. Oleh karena itu, penelitian tugas akhir ini akan dilakukan pada segmen Karangpilang – Ngagel dengan menggunakan piranti lunak QUAL2Kw, untuk menentukan besar pengaruh buangan air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemar Kali Surabaya pada segmen tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar daya tampung beban pencemar Kali Surabaya segmen Karangpilang – Ngagel?
2. Berapa besar pengaruh buangan air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemar Kali Surabaya segmen Karangpilang – Ngagel?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan besar daya tampung beban pencemar Kali Surabaya segmen Karangpilang - Ngagel
2. Menentukan besar pengaruh air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemar Kali Surabaya segmen Karangpilang - Ngagel

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium

2. Sampel air Kali Surabaya segmen Karangpilang – Ngagel
3. Parameter yang diuji adalah DO, BOD, COD, Ammonia, Phosphorus, pH, dan temperatur
4. Pengambilan sampel dilakukan di hari Senin, Rabu, dan Jumat dimulai pukul 08:00 WIB
5. Analisis model daya tampung beban pencemar Kali Surabaya menggunakan QUAL2Kw
6. Penelitian dilakukan pada laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapatkan pada penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai daya tampung bahan pencemar Kali Surabaya segmen Karangpilang - Ngagel
2. Memberikan informasi mengenai seberapa besar beban pencemar yang dapat dibuang pada Kali Surabaya segmen Karangpilang - Ngagel
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemar Kali Surabaya pada segmen Karangpilang - Ngagel
4. Memberikan informasi kepada pemerintah Kota Surabaya terkait pentingnya pembangunan IPAL komunal

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum

2.1.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

Kota Surabaya sebagai ibukota Provinsi Jawa Timur terletak di tepi pantai utara Provinsi Jawa Timur atau tepatnya berada diantara 7° 9'- 7° 21' Lintang Selatan dan 112° 36'- 112° 54' Bujur Timur. Wilayahnya berbatasan dengan Selat Madura di sebelah Utara dan Timur, Kabupaten Sidoarjo di sebelah Selatan dan Kabupaten Gresik di sebelah Barat.

Secara administrasi pemerintahan Kota Surabaya dikepalai oleh Walikota yang juga membawahi koordinasi atas wilayah administrasi kecamatan yang dikepalai oleh Camat. Jumlah kecamatan yang ada di Kota Surabaya sebanyak 31 kecamatan dan jumlah kelurahan sebanyak 160 kelurahan dan terbagi lagi menjadi 1.405 Rukun Warga (RW) dan 9.271 Rukun Tetangga (RT).

Secara geografis, Kota Surabaya terletak di hilir sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas yang bermuara di Selat Madura. Beberapa sungai besar yang berfungsi membawa dan menyalurkan banjir yang berasal dari hulu mengalir melintasi Kota Surabaya, antara lain Kali Surabaya dengan Q rata-rata = 26,70 m³/detik, Kali Mas dengan Q rata-rata = 6,26 m³/detik dan Kali Jagir dengan Q rata-rata = 7,06 m³/detik. Sebagai daerah hilir, Kota Surabaya dengan sendirinya merupakan daerah limpahan debit air dari sungai yang melintas dan mengakibatkan terjadinya banjir pada musim penghujan.

2.1.2 Gambaran Umum Kali Surabaya

Kali Surabaya bersama dengan Kali Mas dan Kali Wonokromo merupakan sungai utama di Surabaya yang merupakan DAS Brantas. Kali Surabaya merupakan anak Kali Brantas yang terbentang sepanjang 41 km mulai Dam Mlirip sampai Dam Jagir. Aktivitas industri dan rumah tangga di sepanjang bantaran Kali Surabaya telah menyebabkan degradasi lingkungan yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Kali Surabaya berperan penting bagi kehidupan masyarakat, khususnya yang tinggal di Kota Surabaya. Ini disebabkan air Kali

Surabaya menjadi pemasok utama sumber air baku PDAM yang melayani lebih dari tiga juta penduduk Kota Surabaya. Selain itu, Kali Surabaya juga memberikan peranan penting bagi masyarakat yang tinggal di bantaran sungai sebagai air baku untuk keperluan domestik (mandi, cuci, kakus) penduduk Kota Surabaya dan sekitarnya, termasuk masyarakat industri yang memanfaatkan air sungai sebagai salah satu komponen dalam proses produksinya. Menurut BLH Kota Surabaya (2009), 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 Mlirip dan Gunungsari;
- c. Pemasok air sebagai aliran dasar (*base flow*) sebesar $\pm 7.5 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang berfungsi untuk pengenceran limbah industri dan limbah domestik dan mempertahankan ekosistem sungai, baik di Kali Surabaya sendiri maupun saluran drainase kota;
- d. Sebagai sarana wisata dan olahraga air;
- e. Sebagai sarana transportasi air.

2.2 Klasifikasi dan Kriteria Mutu Air Sungai

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air sungai ditetapkan menjadi 4 kelas, yaitu:

- 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 mutu 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.

Pada tiap kelas tersebut memiliki baku mutu yang berbeda-beda. Baku mutu tiap kelas dapat dilihat di Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
FISIKA					
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5
Residu terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000
Residu tersuspensi	mg/L	50	50	400	400
KIMIA ORGANIK					
pH		6-9	6-9	6-9	5-9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	50	100
DO	mg/L	6	4	3	-
Total Fosfat sbg P	mg/L	0.2	0.2	1	5
NO ₂ sebagai N	mg/L	10	10	20	20
NH ₃ -N	mg/L	0.5	-	-	-
Arsen	mg/L	0.05	1	1	1
Kobalt	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2
Barium	mg/L	1	-	-	-
Boron	mg/L	1	1	1	1
Selenium	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05
Kadmium	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Khrom (VI)	mg/L	0.05	0.05	0.05	1
Tembaga	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.2
Besi	mg/L	0.3	-	-	-
Timbal	mg/L	0.03	0.03	0.03	1
FISIKA					
Mangan	mg/L	0.1	-	-	-
Air Raksa	mg/L	0.01	0.002	0.002	0.005
Seng	mg/L	0.05	0.05	0.05	2
Klorida	mg/L	600	-	-	-
Sianida	mg/L	0.02	0.02	0.02	-
Fluorida	mg/L	0.5	1.5	1.5	-
Nitrit sebagai N	mg/L	0.06	0.06	0.06	-
Sulfat	mg/L	400	-	-	-
Klorin bebas	mg/L	0.03	0.03	0.03	-
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0.002	0.002	0.002	-
MIKROBIOLOGI					
Fecal coliform	Jml/100 mL	100	1000	2000	2000
Total coliform	Jml/100 mL	1000	5000	10000	10000
RADIOAKTIVITAS					
Gross-A	Bg/L	0.1	0.1	0.1	0.1
Gross-B	Bg/L	1	1	1	1
KIMIA ORGANIK					
Minyak dan lemak	ug/L	1000	1000	1000	-
Deterjen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	-
Senyawa fenol sebagai fenol	ug/L	1	1	1	-

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
BHC	ug/L	210	210	210	-
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	-	-	-
Chlorade	ug/L	3	-	-	-
DDT	ug/L	2	2	2	2
FISIKA					
Heptachlor dan heptachlor epoxide	ug/L	18	-	-	-
Lindane	ug/L	56	-	-	-
Methoxychlor	ug/L	35	-	-	-
Endrin	ug/L	1	4	4	-
Toxaphan	ug/L	5	-	-	-

Sumber: Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

2.3 Karakterisasi Sumber Pencemar

Berdasarkan dari Perum Jasa Tirta I (2019), penelitian oleh Aprilia (Aprilia, Ciptomulyono, & Santosa, 2010), Sumiyarsono (Sumiyarsono, 2018), dan Rahmawati (Fitriatien, Irawan, & Karnaningroem, 2014) ada beberapa *point-source* di sepanjang segmen Karangpilang – Ngagel, seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Daftar *Point-source* di Segmen Karangpilang – Ngagel

Segmen	Nama	Jenis	Jarak dari Hilir
			km
Industri			
1	IPAM Karang Pilang	IPAM	9,65
	PT. Platinum Ceramics Industry	Pabrik Keramik	9,55
	PT. Henson Farma	Pabrik Farmasi	9,21
	PT. Karangpilang Agung	Pabrik Arang Press	8,94

Segmen	Nama	Jenis	Jarak dari Hilir
			km
	PT. Karet Ngagel Wira Jatim	Pabrik Karet	8,54
	PT. Sinar Baru Surabaya	Pabrik Kabel	8,04
	PT. Loka Refractories Wira Jatim	Pabrik Refractory	7,92
	PT. Mutiara Cahaya Plastindo	Pabrik Plastik	7,8
	PT. IKI Mutiara	Pabrik Keramik	7,7
	PT. Barata Agung Mulia	Pabrik Saos	7
	Perusahaan Tahu Halim Jaya	Pabrik Tahu	6,44
	PT. Pakabaja	Pabrik Korek Api	6,41
	UD. Bangun	Pabrik Paving	6,3
	Perusahaan Tahu Budi Purnomo	Pabrik Tahu	6,08
	PT. Jayabaya Raya	Pabrik Sabun Deterjen	6,08
	CV. BISA	Pabrik Textil	6,08
	UD. Sriwijaya	Pabrik Karet	5,63
2	PT. Gawerejo	Pabrik Textil	5,3
	PT. Sumber Niagatama Abadi Perkasa	Pabrik Minyak Goreng	5,3
	UD. Tirta Kencana Jaya	Pengolahan Air Bersih	4,63
	UD. Kali Brantas	Pengolahan Air Bersih	4,56
	RPH Kedurus	Rumah Potong Hewan	4,5
	PT. Bintang Apollo	Pabrik Textil	4,46
	CV. Sumber Baru	Pabrik Textil	4,44
	PT. Sumber Rubberindo Jaya	Pabrik Karet	4,38

Segmen	Nama	Jenis	Jarak dari Hilir
			km
	UD. Sumber Air	Pengolahan Air Bersih	4,27
	Perusahaan Tahu Sopyonyo	Pabrik Tahu	3,74
Domestik			
2	Saluran Limbah	Saluran Limbah	6,87
	Saluran Limbah	Saluran Limbah	5,2
	Kali Kedurus	Anak Sungai	2,67
	Rumah Pompa Gunungsari	Rumah Pompa	2,67
3	Saluran Limbah	Saluran Limbah	0,46
	Kali Mas	Anak Sungai	0,31

Sumber: Aprilia, et.al.2010; Fitriatien, et.al.2014, PJT I 2019

Berdasarkan data tersebut ada berbagai jenis industri dan beberapa saluran limbah. Di dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 terdapat parameter karakteristik air limbah domestik yang belum diolah. Tabel tersebut dapat dilihat di Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Karakteristik Air Limbah Domestik yang Belum Diolah

Jenis Pencemar	Unit	Konsentrasi		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Padatan Total (TS)	mg/L	350	720	1200
Padatan Terlarut (TDS)	mg/L	250	500	850
Padatan Tersuspensi (TSS)	mg/L	100	220	350
<i>Settleable solids</i>	mg/L	5	10	20
BOD ₅	mg/L	110	220	400

Jenis Pencemar	Unit	Konsentrasi		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Organik Karbon Total (TOC)	mg/L	6-9	6-9	6-9
COD	mg/L	250	500	1000
Nitrogen Total (N)	mg/L	20	40	85
Organik	mg/L	8	15	35
Amonia bebas	mg/L	12	25	50
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0
Fosfor total	mg/L	4	8	15
Organik	mg/L	1	3	5
Inorganik	mg/L	3	5	10
Klorida	mg/L	30	50	100
Sulfat	mg/L	20	30	50
Alkalinitas sebagai CaCO ₃	mg/L	50	100	200
Lemak	mg/L	50	100	150
Koliform total	No./100mL	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹
VOCs	g/L	<100	100 - 400	>400

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010

Sedangkan untuk industri tahu, rumah potong hewan, dan lainnya diatur di dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya. Di dalam pergub tersebut dicantumkan baku mutu air limbah berbagai industri. Dapat dilihat pada Tabel 2.5 hingga Tabel 2.15.

Tabel 2.4 Baku Mutu Air Limbah Domestik

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK	
Volume Limbah Cair Maksimum 120 L(org.hari)	
Parameter	Kadar maksimum (mg/L)
BOD ₅	30
COD	50
TSS	50
Minyak dan Lemak	10
pH	6-9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.5 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu

BAKU MUTU AIR LIMBAH			
UNTUK INDUSTRI KECAP, TAHU, DAN TEMPE			
	Kecap	Tahu	Tempe
Parameter	Kadar maksimum (mg/L)	Kadar maksimum (mg/L)	Kadar maksimum (mg/L)
BOD ₅	150	150	150
COD	300	300	300
TSS	100	100	100
pH	6-9		
Volume Air Limbah Maksimum (m ³ /ton kedelai)	10	20	10

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.6 Baku Mutu Air Limbah Industri Saos

BAKU MUTU AIR LIMBAH	
UNTUK INDUSTRI SAOS	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	100
COD	250
TSS	100
pH	6 - 9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.7 Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan

BAKU MUTU AIR LIMBAH	
UNTUK RUMAH POTONG HEWAN	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	100
COD	200
TSS	100
Minyak & Lemak	15
NH ₃ -N	25
pH	6-9
Volume limbah Maksimum	Sapi, Kerbau & Kuda: 1,5 m ³ /(ekor/hari)
	Kambing & Domba: 0,15 m ³ /(ekor/hari)
	Babi: 0,65 m ³ /(ekor/hari)
	Unggas: 1,5 L/(ekor/hari)

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.8 Baku Mutu Air Limbah Industri Karet

BAKU MUTU AIR LIMBAH		
UNTUK INDUSTRI KARET		
Parameter	Lateks Pekat	Proses Penyamakan Menggunakan Daun-daunan
	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	100	60
COD	200	200
TSS	100	100
Amonia Total	10	5
Nitrogen Total	25	10
pH	6 - 9	6 - 9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.9 Baku Mutu Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit

BAKU MUTU AIR LIMBAH		
UNTUK INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT		
Parameter	Industri Minyak Goreng (Proses Basah)	Industri Minyak Goreng (Proses Kering)
	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	75	75
COD	150	150
TSS	60	60
Minyak & Lemak	5	5
Amonia Total	3	2
Nitrogen Total	2	-
pH	6 - 9	6 - 9
Volume Limbah Maksimum	5 M ³ per ton produk	0,5 M ³ per ton produk

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.10 Baku Mutu Air Limbah Industri Detergen

BAKU MUTU AIR LIMBAH	
UNTUK INDUSTRI DETERGEN	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	75
COD	180
TSS	60
Minyak & Lemak	15
Fosfat	2
MBAS	3
pH	6 - 9
Volume Limbah Maksimum	0,05 M ³ per ton produk

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.11 Baku Mutu Air Limbah Industri Farmasi

BAKU MUTU AIR LIMBAH		
UNTUK INDUSTRI FARMASI		
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	
	Proses Pembuatan Bahan Formula	Formulasi
BOD ₅	100	75
COD	300	150
TSS	100	75
Total N	30	-
Phenol	1	-
pH	6 - 9	6 - 9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.12 Baku Mutu Air Limbah Industri Korek Api

BAKU MUTU AIR LIMBAH	
UNTUK INDUSTRI KOREK API	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	100
COD	150
TSS	100
NO ₃ -N	10
pH	6 - 9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.13 Baku Mutu Air Limbah Industri Keramik

BAKU MUTU AIR LIMBAH	
UNTUK INDUSTRI KERAMIK	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
TSS	100
Timbal	1
Kobalt	0.6
Krom	0.1
Kadmium	0.1
pH	6 - 9

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Tabel 2.14 Baku Mutu Air Limbah Industri Lain

BAKU MUTU AIR LIMBAH	
UNTUK INDUSTRI LAIN	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	50
COD	100

BAKU MUTU AIR LIMBAH	
UNTUK INDUSTRI LAIN	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
TSS	200
Amonia Bebas	1
pH	6 - 9

*Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72
Tahun 2013*

Tabel 2.15 Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI TEKSTIL									
Parame ter	Kadar maks (mg/L)	Beban pencemar maksimum (kg/ton)							
		Tekstil terpadu	Pencuci an kapas, pemintalan, penenu nan	Perekat an	Pengiki san, Pemas akan	Pemuc atan	Mersen isasi	Pencelup an	Pencet akan
BOD ₅	60	6	0.42	0.6	1.44	1.08	0.9	1.2	0.36
COD	150	15	1.05	1.5	3.6	2.7	2.25	3	0.9
TSS	50	5	0.35	0.5	1.2	0.9	0.75	1	0.3
Fenol Total	0.5	0.05	0.004	0.005	0.012	0.009	0.008	0.01	0.003
Krom Total (Cr)	1	6-9	6-9	6-9	5-9	-	-	0.02	0.006
Amonia Total (NH ₃ -N)	8	0.8	0.056	0.08	0.192	0.144	0.12	0.16	0.048
Sulfida (sbg S)	0.3	0.03	0.002	0.003	0.007	0.005	0.005	0.006	0.002

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI TEKSTIL									
Parameter	Kadar maks (mg/L)	Beban pencemar maksimum (kg/ton)							
		Tekstil terpadu	Pencucian kapas, pemintalan, penununan	Perekatan	Pengikisan, Pemasakan	Pemucatan	Mersenisasi	Pencelupan	Pencetakan
Minyak & Lemak	3	0.3	0.021	0.03	0.07	0.054	0.045	0.06	0.018
pH									6-9
Volume Limbah Maksimum (m ³ per ton produksi)	100	7	10	24	18	15	20	6	6

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

2.4 Dasar Hukum Daya Tampung Beban Pencemaran

Di Indonesia terdapat beberapa peraturan mengenai daya tampung beban pencemaran pada badan air. Untuk DTBP danau dan/atau waduk digunakan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk. Sedangkan untuk DTBP sungai digunakan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, yang dimaksud daya tampung beban pencemaran air adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Sedangkan daya dukung lingkungan hidup (DDLH) menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah, adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain.

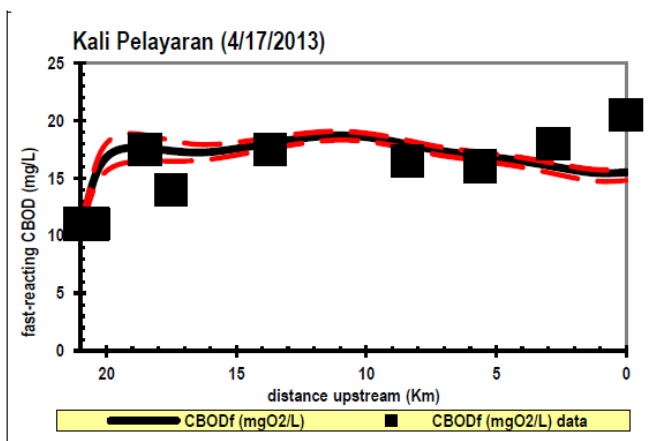
Aturan mengenai daya tampung beban pencemaran (DTBP) tercantum pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air. Di dalam peraturan tersebut, disebutkan beberapa metode perhitungan DTBP yaitu:

- perhitungan kesetimbangan neraca massa;
- pemodelan analitis menggunakan persamaan matematika;
- pemodelan numerik terkomputerisasi; dan
- metode lain yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah

2.5 QUAL2Kw

QUAL2Kw adalah program *open-source* yang dikembangkan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA). Program ini adalah perkembangan dari program QUAL2E. QUAL2Kw adalah kerangka model yang ditujukan untuk menunjukkan versi modern dari QUAL2E. Selain menggunakan metode-metode yang lebih baru, kerangka ini juga memiliki fitur-

fitur baru yang bisa digunakan pada aliran yang dangkal. Seperti QUAL2E, QUAL2Kw mensimulasi perpindahan dan kadar dari polutan-polutan. *Framework* ini menunjukkan sungai sebagai model 1 dimensi dengan aliran tidak seragam, seragam, dan mensimulasi efek dari sumber titik dan sumber non-titik (Pelletier, Chapra, & Tao, 2005). Input data yang diperlukan program ini adalah aliran dan konsentrasi dari hulu, input dan output dari aliran, panjang segmen, elevasi, dimensi aliran, dan data parameter cuaca. QUAL2Kw memiliki kelebihan yaitu dapat mensimulasi banyak parameter, namun hanya bisa mensimulasi aliran utama dari sungai, tidak dapat mensimulasi cabang dari sungai (Sharma & Kansal, 2013). Contoh grafik hasil simulasi di QUAL2Kw dapat dilihat di Gambar 2.1



Sumber: (Irsanda, Karnaningroem, & Bambang, 2014)

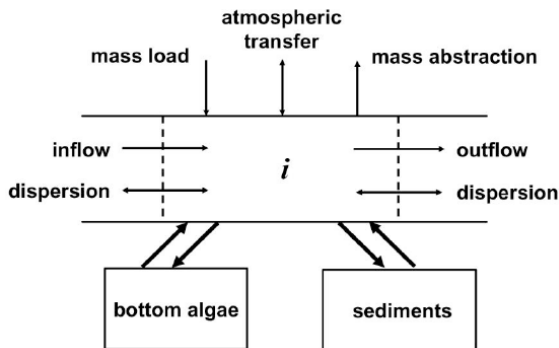
Gambar 2.1 Contoh Grafik QUAL2Kw

Menurut Heathcote (Heathcote, 2009), Di dalam QUAL2Kw terdapat beberapa fitur dasar, yaitu:

A. *Streamflow*

1. 1 dimensi. Aliran air tercampur dengan sempurna secara vertikal dan lateral. Tidak didesain untuk perubahan sementara pada aliran air (Shanahan & M. Henze, 1998);

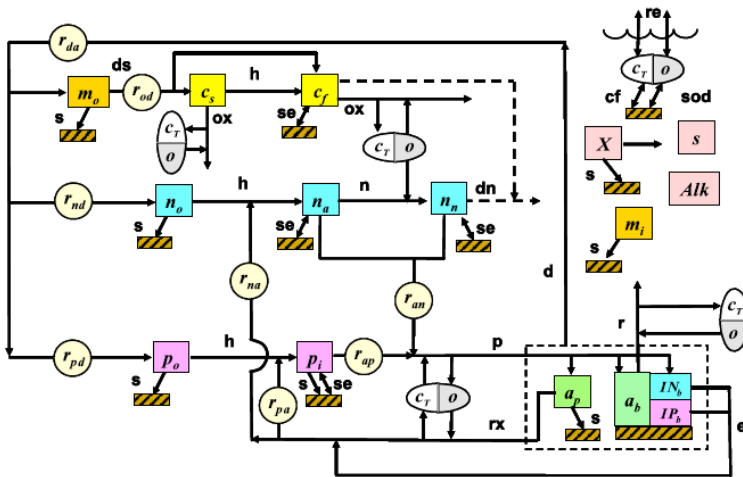
2. *Steady state*. Aliran seragam sepanjang *reach*, tetapi bisa bervariasi untuk tiap *reach*;
3. QUAL2K membagi sungai menjadi beberapa *reach*. Tiap *reach* dapat dibagi menjadi bagian-bagian dengan dimensi yang sama bernama *element*. Di tiap *element*, model mengkalkulasi neraca air, neraca kalor, dan neraca massa. Skema neraca seperti pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Skema Neraca Massa pada QUAL2Kw

Sumber: (Heathcote, 2009)

4. Model dapat mengakomodasi beberapa influen dan effluen di *reach* manapun.
- B. Temperatur
1. *Heat budget* harian. *Heat budget* dan temperatur disimulasi pada jangka waktu harian.
- C. Konstituen Kualitas Air
1. Kinetika harian kualitas air. Semua variabel kualitas air disimulasi pada jangka waktu harian dengan *time-step* sesuai pengguna. Dengan begitu, model menggunakan *unsteady-state* komputasi kualitas air;
 2. Mensimulasi *point* dan *non-point* input dan output;
 3. Mensimulasi DO, variabel kualitas air yang terasosiasi, dan degradasi pada kandungan organik;
 4. Simulasi pH berdasarkan alkalinitas dan kandungan *inorganik carbon*.



Gambar 2.3 Model Proses Kinetik dan Transfer Massa pada QUAL2Kw

Sumber: (Heathcote, 2009)

- | | | | |
|----|-------------------|-----|---------------------------|
| ds | : dissolution | d | : death |
| h | : hydrolysis | rx | : respiration/excretion |
| ox | : oxidation | re | : reaeration |
| n | : nitrification | s | : settling |
| dn | : denitrification | SOD | : sediment oxygen demand |
| p | : photosynthesis | se | : sediment exchange |
| r | : respiration | cf | : sediment inorganic flux |
| e | : excretion | | |

D. Nitrogen

1. QUAL2K memodelkan nitrogen organik, ammonia, nitrat, dan nitrit secara eksplisit (*two-step nitrification*) tapi mengabaikan denitrifikasi. Model dapat dilihat pada Gambar 2.3

E. Phosphorus

1. QUAL2K mewakili beberapa fraksi fosfor yang saling berkaitan dengan dua fraksi yaitu organik P dan P terlarut;

2. Dimodelkan seperti siklus nitrogen tapi dengan lebih simpel;
3. Keseimbangan P menggabungkan pengendapan dan mineralisasi, regenerasi dari sedimen, dan respirasi dari *planktonic algae*.

F. *Dissolved Oxygen*

1. Dalam model ini didasarkan pada model *Streeter-Phelps* namun juga termasuk kalkulasi implisit dari *reaeration rate* (9 metode), efek temperatur untuk degradasi dan aerasi BOD, beberapa representasi dari *sediment oxygen demand*, dan respirasi dan fotosintesis fitoplankton;
2. BOD (ultimate) dimodelkan pada orde pertama proses degradasi;

Kemudian untuk input yang dibutuhkan dalam menggunakan QUAL2Kw yaitu sebagai berikut (Capacasa, 2008):

Tabel 2.16 Input Data QUAL2Kw

Jenis Data	Parameter
Informasi geografis dan temporal	Jumlah dan panjang <i>reach</i> , lokasi sambungan, koordinat, periode simulasi
Variabel umum	Simulasi <i>steady state</i> atau <i>quasi-dynamic</i> , unit, tipe simulasi, maksimum iterasi, rentang waktu, total panjang simulasi
Karakteristik kompartemen dan aliran	Tipe kompartemen dan aliran, koefisien dispersi, koefisien kecepatan, koefisien manning,
Data klimatologi	Faktor radiasi matahari, faktor cahaya, fraksi tutupan awan, koefisien evaporasi, tekanan, kecepatan angin, temperature udara dan air, <i>dew-point temperature</i>
Siklus nitrogen	Koefisien oksidasi ammonia, koefisien oksidasi nitrit, laju pengendapan nitrogen organik, konstanta laju untuk hidrolisis

Jenis Data	Parameter
	nitrogen organik ke ammonia, koefisien inhibisi nitrifikasi, nilai awal nitrogen per reach
Siklus fosfor	Laju pengendapan fosfor organik, konstanta laju untuk pembusukan fosfor organik ke fosfor terlarut, nilai awal fosfor per reach
Oksigen terlarut (DO)	Laju konstanta deoksigenasi, kriteria untuk tipe reaerasi, tipe kalkulasi reaerasi, koefisien reaerasi, nilai awal DO per reach
BOD	Laju kehilangan BOD karena pengendapan, nilai BOD per reach, tipe BOD (BOD ₅ atau BOD <i>ultimate</i>)

Sumber: (Capacasa, 2008)

2.6 Parameter Kualitas Air

Berdasarkan pertimbangan dari karakteristik air limbah yang di buang ke Kali Surabaya dan kemampuan simulasi dari model QUAL2Kw, dipilih parameter DO, BOD, COD, NH₃, dan P. Pemilihan ammonia dan fosfat karena kedua parameter tersebut bisa digunakan sebagai indikator pencemar oleh air limbah domestik. Ammonia terdapat di feses, urin, dan sisa makanan (Hammer & Viessman, 2005), sedangkan fosfat berasal dari deterjen (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1985). Kelima parameter tersebut nantinya akan diuji dan disimulasi.

2.6.1 DO

Dissolved Oxygen adalah oksigen yang terlarut di dalam air. Oksigen terlarut dengan cara difusi pada udara sekitar; aerasi pada jatuhan; dan produk dari fotosintesis. Konsentrasi DO adalah parameter kunci untuk mengetahui kondisi lingkungan dan air limbah dan untuk mengetahui status umum lingkungan. Konsentrasi cukup dari DO sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup sebagian besar tanaman air dan hewan air (Naykki, Jalukse, Helm, & Leito, 2013). Untuk menentukan kandungan DO pada air dapat digunakan metode winkler (4500-O) atau menggunakan DO meter (Clesceri, Greenberg, & Eaton, 1999).

2.6.2 BOD

Dari beberapa indikator penting, *biochemical oxygen demand* (BOD) merupakan parameter yang sangat signifikan untuk mengidentifikasi status dari badan air. BOD adalah indikator pertama dari status tercemarnya sungai, terutama terhadap adanya buangan domestik (Benedini & Taskiris, 2013). Untuk menentukan kandungan BOD, digunakan metode 5210 (Clesceri, Greenberg, & Eaton, 1999).

2.6.3 COD

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik secara kimia yang dinyatakan dalam satuan mg O₂/l (Rahmawati & Azizah, 2005). Untuk menentukan kandungan COD dalam air, digunakan metode 5220 (Clesceri, Greenberg, & Eaton, 1999).

2.6.4 Ammonia

Ammonia (NH₃) dapat ditemukan di beberapa badan air, namun tidak berasal dari alam. Ammonia bersumber dari daerah perkotaan; proses metabolik, agrikultur, dan industri; dan dari disinfeksi dengan chloramine. Ammonia termasuk indikator penting dari kualitas air. Ammonia dapat mengindikasikan kemungkinan polusi dari bakteri, saluran limbah, dan kotoran hewan (Qing, Binghui, Zhao, Wang, & Liu, 2012). Di dalam air ammonia dalam jumlah yang cukup kecil bersifat toksik terhadap ikan dan fitoplankton (Miller, 1981). Untuk menentukan kandungan ammonia dalam air, digunakan metode 4500-NH₃ (Clesceri, Greenberg, & Eaton, 1999).

2.6.5 Phosphorus

Phosphorus (P) terdapat dalam air hampir hanya dalam bentuk fosfat (Clesceri, Greenberg, & Eaton, 1999). Sumber utama dari P berasal dari penggunaan pupuk yakni pertanian dan industri pupuk (Carpenter, et al., 1998). Pada tahun 1940 di Amerika Serikat terjadi pengembangan deterjen yang menggunakan fosfat (sodium tripolyphosphate), namun pada tahun 1970 muncul larangan penggunaan fosfat dalam deterjen (Brummer, Keely, & Munday, 2005). Untuk menentukan kandungan P dalam air, digunakan metode 4500-P (Clesceri, Greenberg, & Eaton, 1999).

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

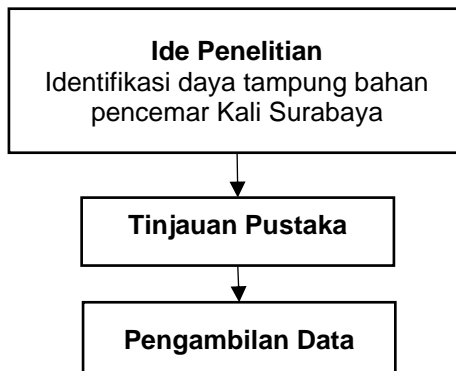
Metode penelitian adalah tata cara bagaimana suatu penelitian akan dilaksanakan. Hal pertama yang dilakukan adalah merumuskan ide penelitian, perumusan masalah dari penelitian tersebut, studi literatur, pengambilan dan analisa data, hingga di akhir akan ditarik kesimpulan dari penelitian.

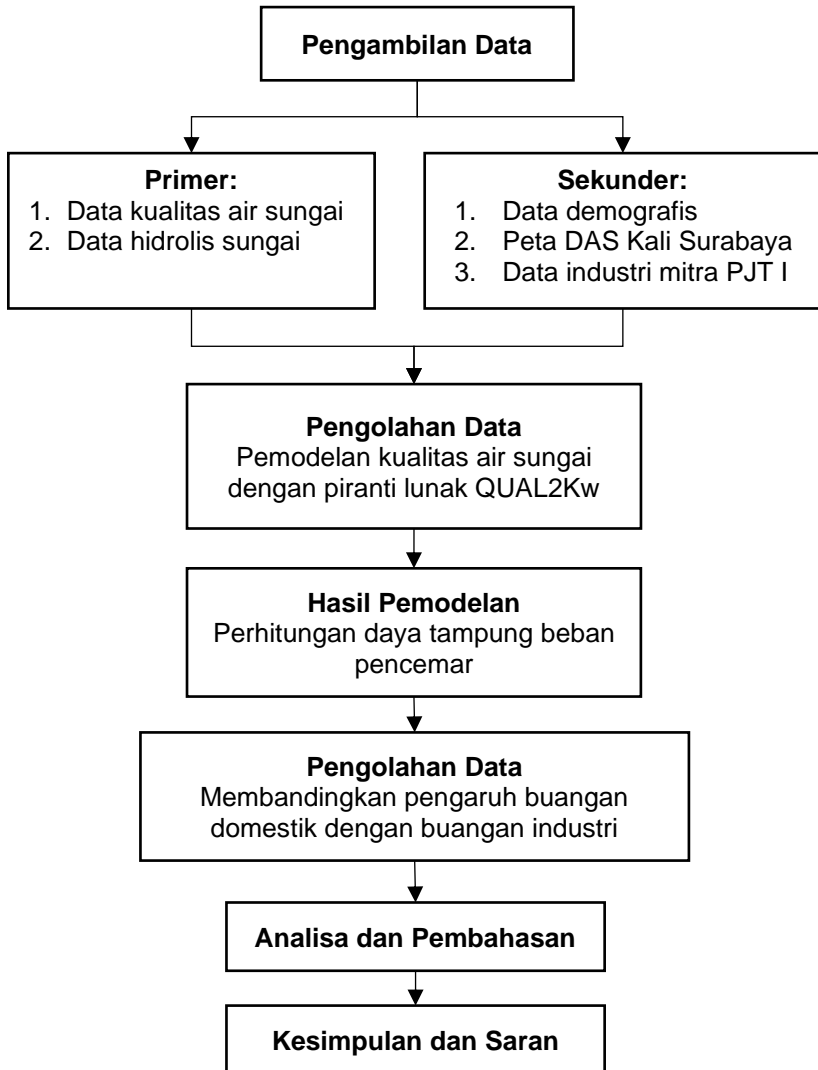
Penelitian yang akan dilakukan merupakan studi daya tampung beban pencemar pada Kali Surabaya menggunakan *software* QUAL2Kw.

3.2 Kerangka Metode Penelitian

Metode penelitian disusun dalam bentuk kerangka penelitian. Kerangka penelitian disusun secara jelas dan sistematis yang berfungsi sebagai acuan dan petunjuk pelaksanaan penelitian agar mempermudah penulis.

Kerangka penelitian terdiri dari gap antara kenyataan dengan kondisi ideal sehingga dapat dirumuskan masalah yang akan dikaji, dan penentuan tujuan penelitian serta pengumpulan data primer dan sekunder, yang dilanjutkan dengan analisis data beserta pembahasan hasil penelitian, dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan serta saran dari penelitian. Kerangka alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Kerangka Alur Penelitian

Sumber: Dokumen Pribadi

3.3 Langkah Kerja Penelitian

Langkah kerja penelitian ini berisi tentang urutan kerja yang akan dilakukan. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian:

3.3.1 Ide Penelitian

Ide penelitian ini berawal dari perlunya analisis berkala terhadap daya tampung beban pencemar pada badan air. DTBP perlu dievaluasi secara berkala karena pertumbuhan penduduk yang meningkat sehingga dikhawatirkan beban pada Kali Surabaya melampaui batas. Batas pencemaran sungai yang melampaui batas akan mempengaruhi kinerja PDAM Ngagel Surabaya. Perlu diketahui bahwa air Kali Surabaya merupakan bahan baku air minum PDAM Ngagel Surabaya.

3.3.2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan untuk menunjang jalannya proses penelitian dari awal hingga akhir. Tinjauan pustaka juga akan digunakan sebagai acuan untuk memperoleh dasar teori yang jelas dan kuat dalam melakukan penelitian, analisis, dan pembahasan untuk memperoleh kesimpulan dari hasil penelitian ini. Data tersebut meliputi data statistik, laporan, dan peta.

3.3.3 Observasi dan Penentuan Titik Sampling

Observasi lapangan dilakukan untuk menentukan segmentasi. Penentuan segmentasi didasarkan pada kondisi dan penggunaan lahan di sekitar Kali Surabaya, serta adanya lokasi untuk pengambilan sampel sumber pencemar berupa *point source* dan *non-point source*. Segmentasi dibatasi oleh 2 (dua) titik sampling yang mewakili hulu dan hilir tiap segmen. Penentuan pengambilan titik sampel didasarkan pada titik sampel yang dilakukan oleh pihak Jasa Tirta, bisa dilihat pada Gambar 3.2. Di sepanjang Kali Surabaya, pada segmen Karangpilang hingga Ngagel terdapat pemukiman yang banyak dan padat dibandingkan segmen sebelum Karangpilang. Sehingga dipilih segmen Karangpilang – Ngagel karena fokus penelitian ini adalah pada buangan air limbah domestik. Dalam penelitian ini, Kali Surabaya terbagi menjadi 3 segmen, pembagian segmen dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Tabel 3.1. Pemilihan lokasi pengambilan sampel juga berdasarkan pada tersedianya tempat yang dapat memudahkan pengambilan sampel air sungai yaitu adanya

tambahan atau jembatan. Sehingga di penelitian ini mengambil sebanyak 12 sampel.

Tabel 3.1 Pembagian Titik Sampel Kali Surabaya

Titik	Lokasi	Koordinat		Jarak Hilir km
		Longitude	Latitude	
1	Karangpilang	7°20'54.51"S	112°40'52.71"E	9,78
2	Jembatan Sepanjang	7°20'24.12"S	112°41'59.18"E	7,5
3	Gunungsari	7°18'0.91"S	112°43'53.55"E	1
4	Ngagel Jagir	7°18'1.50"S	112°44'25.41"E	0

Sumber: Google Earth

3.3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan semua informasi yang terkait dengan penelitian. Data-data ini akan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

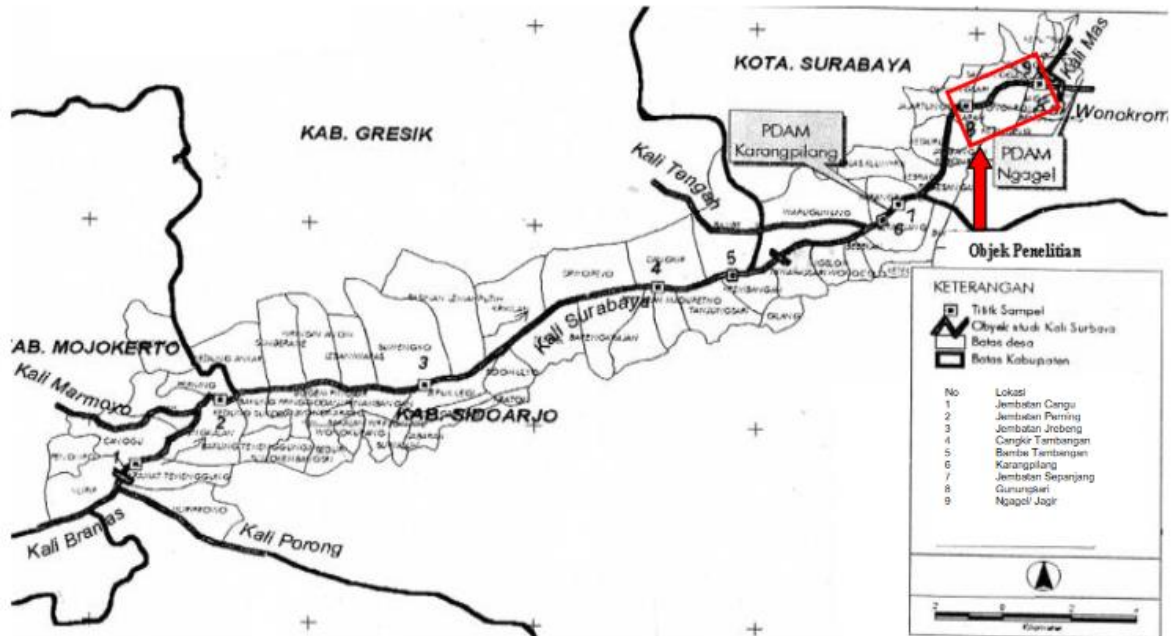
1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian. Data primer diperoleh dari penelitian ini meliputi:

 - Data hidrolik aliran Kali Surabaya;
 - Data parameter pencemar suhu, ammonia, fosfat, BOD, COD, dan DO;
 - Data lokasi sumber pencemar Kali Surabaya, *point source* dan *non-point source*.
2. Data Sekunder

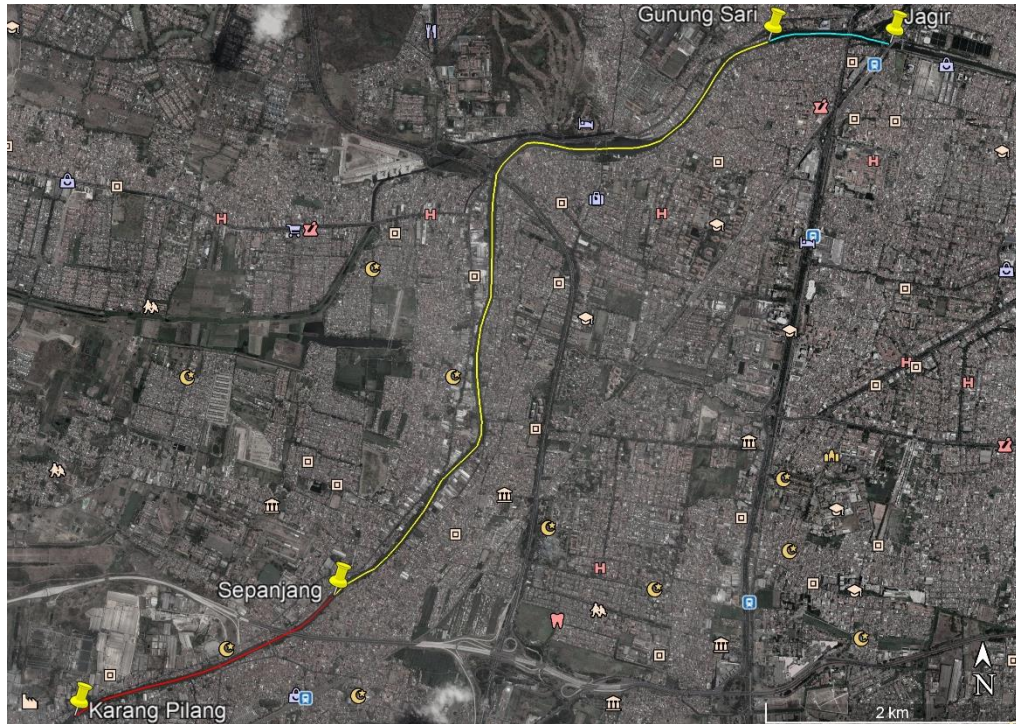
Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak yang telah melakukan pengumpulan data primer. Data-data yang dikumpulkan meliputi:

 - Peta administrasi Kota Surabaya
 - Peta Kali Surabaya
 - Data hidrolik Kali Surabaya
 - Data lokasi sumber pencemar Kali Surabaya, *point source* dan *non-point source*.



Gambar 3.2 Lokasi Titik Sampling Jasa Tirta

Sumber: (Maulidya & Karnaningroem, 2010)



Gambar 3.3 Pembagian Segmen Kali Surabaya

Sumber: Google Earth

Tabel 3.2 Jenis Data dan Sumber Data

No	Jenis Data	Sumber Data	Tujuan
1	Peta dasar	- Bappeda - BAKOSURTANAL	Rujukan pemetaan lokasi sumber pencemar air baik sumber tertentu dan sumber tak tentu
2	Lokasi dan jenis kegiatan atau industri (data industri atau profil industri)	- Dinas Lingkungan Hidup - BPLH/BPLHD - Dinas Pertanian dan Pengairan - Departemen Perindustrian - Departemen Perdagangan	Memetakan posisi dan distribusi kegiatan yang menghasilkan pencemar dari sumbernya khususnya sumber non-domestik
3	Demografi serta distribusinya	- BPS - Dinas Kimpaswil	Memetakan daerah pemukiman yang memberikan kontribusi besar pada pencemaran air dari sumber domestik
4	Topografi, hidrologi, klimatologi, batas perairan dan sub-DAS, peta pemanfaatan lahan	- BAKOSURTANAL - Direktorat Geologi dan Sumber Daya Mineral - Dinas Kimpraswil - Bappeda - Dinas Sumber Daya Air - Departemen Pekerjaan Umum - Badan Meteorologi dan Geofisika - Kantor Pemerintah Pusat	Memetakan lokasi tangkapan pencemar pada sumber air penerima serta untuk menajaki distribusi pencemar dalam suatu wilayah sub-DAS, pemetaan luas tata guna lahan, mengetahui kondisi hidrologis dan hidrolis wilayah inventarisasi
5	Kuantitas dan kualitas sumber air	- Dinas Lingkungan Hidup - BPLH/BPLHD	Mengetahui parameter pencemar dominan yang memberikan kontribusi pencemaran air yang tinggi yang mempengaruhi kualitas wilayah perairan tertentu

No	Jenis Data	Sumber Data	Tujuan
6	Data pertanian atau peternakan	- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat - Dinas Pertanian dan Pengairan - Dinas Peternakan	Memetakan daerah pertanian/peternakan, kondisi dan jenis tanah, serta mengetahui ketersebaran penggunaan pupuk/pestisida berdasarkan jenis tanaman

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010

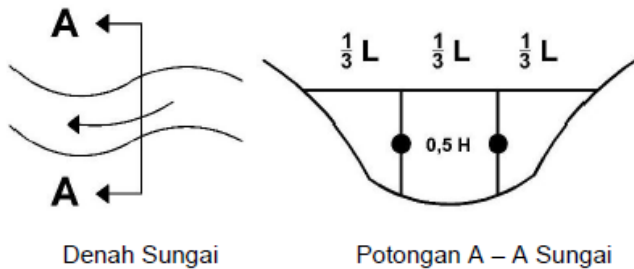
3.3.5 Pengukuran Data Hidrolik Sungai

Data hidrolik sungai merupakan data keadaan sungai yang mempengaruhi sistem fluida sungai tersebut, seperti debit, kecepatan aliran, kedalaman, dan lebar sungai. Pada penelitian ini, lebar dan kedalaman sungai diukur dengan alat pemetaan air Garmin AquaMAP 80xs, sedangkan kecepatan aliran diukur dengan alat *flowmeter* flowwatch-03.

3.3.6 Sampling Kualitas Air

A. Lokasi dan Titik Sampling

Pemilihan lokasi sampling berdasarkan pada tersedianya tempat yang dapat memudahkan pengambilan sampel air sungai yaitu adanya jembatan sungai. Penentuan titik sampling kualitas air sungai berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia SNI 6989.57:2008. Titik pengambilan sampel di sungai ditentukan dari debit sungai. Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Daerah Jawa Timur diketahui bahwa debit rata-rata Kali Surabaya Kota Surabaya yaitu 26,7 m³/detik. Sehingga sungai dengan debit berkisar dari 20-150 m³/detik, maka sampel diambil pada dua titik di 1/3 dan 2/3 lebar sungai dan pada 0,5 x kedalaman dari permukaan air. Titik sampling dalam penelitian ini berjumlah 4 titik sampling dimana setiap titik dilakukan pengukuran untuk data hidrolik sungai sebelum dilakukan sampling air sungai. Data hidrolik yang diambil yaitu data kecepatan, kedalaman sungai, debit sungai, dan lebar penampang sungai. Untuk lebih jelasnya terkait titik sampling dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Titik Pengambilan Sampel
 Sumber: SNI 6989.57:2008

B. Pengambilan Sampel Uji Parameter Kualitas Air

Pengambilan sampel dilakukan selama 3 hari yaitu hari Senin, Rabu, dan Jumat. Pemilihan hari tersebut berdasarkan penelitian Poediastuti (Poediastuti, 2012), bahwa pemakaian air bersih paling banyak digunakan untuk aktivitas sehari-hari. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari pukul 08:00 berdasarkan penelitian oleh (Syahputra, 2012), saat puncak aktivitas manusia.

Pengambilan sampel secara *time series*, dimana titik sampling berikutnya diambil berdasarkan kecepatan aliran (fungsi waktu) sungai dimana air pada titik pertama tiba pada titik kedua. Pengambilan sampel air berpedoman kepada SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan, dan pengambilan sampel dilakukan satu kali di setiap titik. Pada saat sampling untuk menunjang pengukuran parameter uji kualitas air sungai diperlukan beberapa alat dan bahan yang didasarkan dari *standard method*, antara lain:

- 1) Botol *winkler* atau botol plastik untuk menyimpan sample agar tidak ada kontaminan dan oksigen yang masuk ke dalam botol.
- 2) Bahan kimia yang digunakan dalam pengawetan. Bahan kimia untuk pengawetan yang digunakan adalah $MnSO_4$ dan pereaksi oksigen yaitu campuran KI, NaOH dan NaN_3 .
- 3) Alat pengukur untuk melakukan pengukuran dengan teliti. Alat ukur yang digunakan adalah meteran.
- 4) Termometer untuk mengukur suhu air.

- 5) *Box* pendingin digunakan untuk menyimpan sampel dengan rentang suhu 2°-4°C.
- 6) Kamera sebagai alat untuk mendokumentasikan kegiatan sampling.
- 7) Tali untuk membantu proses sampling.
- 8) Ember plastik untuk mengambil air dari Kali Surabaya.

Pada penelitian ini, pengambilan sampel dilakukan secara manual agar mudah untuk mengatur waktu dan tempat, serta dapat menggunakan bermacam-macam alat sesuai dengan keperluan. Selain itu, apabila diperlukan volume sampel yang lebih banyak, maka dapat diambil lagi dengan mudah. Berdasarkan SNI 06-2412-1991 caranya adalah dengan menggunakan ember atau botol biasa yang diberi pemberat dan dilengkapi dengan tali untuk digunakan pada kedalaman tertentu. Selanjutnya sampel disimpan dengan botol plastik karena mudah dibawa dan relatif aman. Sebelum air disimpan dilakukan pengukuran suhu air terlebih dahulu dengan thermometer.

Khusus untuk pengambilan sampel uji parameter DO menggunakan botol *winkler*. Dalam botol *winkler*, dimasukan bahan pengawet yaitu pereaksi oksigen dan MnSO₄. MnSO₄ yang ditambahkan akan mengoksidasi sampel pada keadaan alkalis, sehingga terjadi endapan Mn(OH)₂. Oksigen akan dioksidasi menjadi endapan MnO₂. Penambahan pereaksi oksigen maka akan membebaskan iodine yang jumlahnya ekuivalen dengan oksigen terlarut. Kemudian, botol plastik dan *winkler* tersebut diawetkan dalam *cooling box*. Semua sampel yang dimasukan kedalam *cooling box* harus segera dianalisis pada Laboratorium.

3.3.7 QUAL2Kw

3.3.7.1 Input Data

Data primer maupun data sekunder Kali Surabaya yang telah terkumpul, selanjutnya digunakan untuk meng-*input* data pada *software* QUAL2Kw. Terdapat beberapa *worksheet* yang harus diisi, berikut adalah *worksheet* yang diisi dalam penelitian kali ini:

- 1) Qual2K *worksheet* Qual2K *worksheet* digunakan untuk memasukan informasi dan keterangan umum yang berhubungan dengan pengaplikasian model.

- 2) *Headwater worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan debit dan konsentrasi pada hulu.
- 3) *Air temperature worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan temperatur udara pada setiap *reach* sungai.
- 4) *Wind speed worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan data kecepatan angin pada setiap *reach* sungai.
- 5) *Point source worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan data *point source* dan *abstraction* (pengambilan debit).
- 6) *Diffuse source worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan data *diffuse source* dan *abstraction* (pengambilan debit).
- 7) *Hydraulic data worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan data hidrolik pada setiap *reach* sungai.
- 8) *Temperature data worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan data temperatur air pada setiap *reach* sungai.
- 9) *WQ data worksheet Worksheet* ini berfungsi untuk memasukkan angka kualitas air pada setiap *reach* sungai.

3.3.7.2 Kalibrasi Data

Kalibrasi data pada QUAL2Kw bertujuan dalam pembentukan model. Pada penelitian kali ini, kalibrasi dilakukan dengan cara *trial and error*. *Trial and error* dilakukan dengan menambahkan asumsi beberapa *effluent* yang masuk ke badan air yang dianggap tidak terpantau pada saat tahap sampling. Selain itu, *trial and error* juga dilakukan dengan memainkan angka *reaeration*, *Oxidation rate* CBOD_f, dan *decay rate* pada *generic* yang terdapat pada *reach rate worksheet* hingga model mendekati keadaan atau sesuai yang diinginkan.

3.3.7.3 Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk mengetahui apakah model dapat digunakan untuk simulasi nantinya. Validasi dilakukan dengan metode *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE) yang digunakan untuk mengkuantifikasi besar dan sifat error yang terjadi. RMSPE mengukur rata-rata prosentase perbedaan antara data

aktual dan hasil simulasi, dengan menggunakan rumus (Marlina, 2015):

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{n=1}^n \left(\frac{St - At}{At} \right)^2 \right]} \times 100\%$$

Keterangan:

RMSPE : Root Mean Square Percent Error

St : Nilai simulasi pada waktu t

At : Nilai aktual pada waktu t

n : Jumlah pengamatan (t=1,2,...,n)

Nilai RMSPE sama dengan 100% menunjukkan bahwa kesesuaian model dengan data lapangan sangat buruk, apabila nilai RMSPE dibawah 20% dapat digunakan untuk menyatakan bahwa model dapat diterima (Deksissa, 2004). Apabila nilai RMSPE pada model buruk, maka perlu dilakukan kalibrasi kembali hingga model sesuai atau mendekati dengan data lapangan.

3.3.7.4 Teknik Simulasi

Setelah model terkalibrasi dan tervalidasi dengan baik, maka dapat dilakukan beberapa skenario pada model dengan tujuan mendapatkan gambaran obyek sesuai dengan beberapa kondisi. Simulasi adalah suatu proses peniruan dari sesuatu yang nyata beserta keadaan sekelilingnya. Dalam penelitian ini simulasi digunakan untuk meniru situasi-situasi yang berbeda untuk mendapatkan gambaran yang diinginkan. Simulasi dalam penelitian ini terbagi menjadi 6 simulasi yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil kualitas dan daya tampung yang sesuai dengan Kali Surabaya Teknik simulasi yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Teknik Simulasi Pada Penelitian

Simulasi	Kondisi Air di Hulu	Sumber Industri	Sumber Domestik	Kondisi Air
1	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>
2	<i>Existing</i>	Tidak ada	<i>Existing</i>	Model

Simulasi	Kondisi Air di Hulu	Sumber Industri	Sumber Domestik	Kondisi Air
3	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>	Baku mutu air limbah	Model
4	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>	Tidak ada	Model
5	<i>Existing</i>	Tidak ada	Tidak ada	Model
6	<i>Existing</i>	<i>Trial and error</i>	<i>Trial and error</i>	Baku mutu air kelas II

Sumber: Dokumen Pribadi

A. Simulasi 1

Simulasi ini adalah simulasi kondisi sebenarnya. Data yang digunakan adalah data debit dan kualitas air Kali Surabaya yang sebenarnya, berdasarkan hasil pengambilan sampel. Selain itu, data klimatologi dan data sumber pencemar baik *point sources* maupun *diffuse sources* menggunakan data eksisting yang diperoleh dari instansi terkait. Simulasi ini bertujuan untuk menghitung beban pencemar eksisting yang masuk ke Kali Surabaya.

B. Simulasi 2

Simulasi ini mengabaikan buangan dari industri. Simulasi ini bertujuan untuk melihat besarnya pengaruh buangan domestik. Data yang digunakan adalah data debit dan kualitas air Kali Surabaya. Pendekatan yang dilakukan dalam simulasi ini untuk mendapatkan besaran nilai buangan limbah domestik adalah dengan data jumlah penduduk dan kebutuhan air orang per hari.

C. Simulasi 3

Simulasi ini besaran nilai yang digunakan sebagai buangan domestik menggunakan baku mutu air limbah domestik berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah daya tampung beban pencemar terlampaui atau tidak apabila buangan domestik telah memenuhi baku mutu. Kondisi hulu berdasarkan data primer dan kondisi air berdasarkan hasil pemodelan.

D. Simulasi 4

Simulasi ini mengabaikan buangan dari domestik. Simulasi ini bertujuan untuk membandingkan dengan simulasi ke 2, buangan mana yang lebih berpengaruh terhadap daya tampung beban pencemar. Kondisi hulu berdasarkan data primer dan kondisi air berdasarkan hasil pemodelan.

E. Simulasi 5

Pada simulasi ini semua input dan output di Kali Surabaya dihilangkan. Hasil yang diharapkan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui kemampuan sungai untuk melakukan *self-purification*. Simulasi ini diharapkan dapat menjadi pendekatan untuk beban kondisi awal Kali Surabaya segmen Karangpilang - Ngagel untuk perhitungan daya tampung air sungai. Data yang digunakan dalam simulasi ini hanya data kualitas air di hulu.

F. Simulasi 6

Di simulasi ini kondisi air di hilir menggunakan nilai kualitas air dari baku mutu air kelas II. Kondisi di hulu berdasarkan kondisi asli, buangan dari industri melalui pendekatan, sedangkan untuk buangan domestik dilakukan *trial and error*. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui kondisi beban pencemar penuh pada Kali Surabaya segmen Karangpilang – Ngagel.

3.3.8 Perhitungan Daya Tampung

Perhitungan daya tampung beban pencemaran ini berfungsi untuk mengetahui kemampuan badan air Kali Surabaya dalam menampung batas maksimum limbah yang masuk ke dalamnya. Perhitungan daya tampung menggunakan simulasi 5 dan 6, berdasarkan kedua simulasi maka akan didapatkan perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan selisih dari hasil simulasi 6 (beban pencemaran penuh) dan simulasi 5 (beban tanpa pencemar). Beban pencemar penuh adalah kondisi sungai di mana sungai menerima beban maksimum hingga kondisi hilir sama dengan baku mutu kelas air yang sudah ditentukan. Sedangkan beban kondisi awal adalah kondisi sungai di mana sungai belum menerima masukan-masukan apapun.

$$\text{Daya tampung} = \text{beban pencemar penuh} - \text{beban kondisi awal}$$

Berdasarkan persamaan diatas, bahwa daya tampung didapat dengan melihat selisih beban cemaran maksimum dengan beban cemaran tanpa pencemar, apabila daya tampung bernilai positif (+) maka obyek masih mampu menampung beban pencemaran yang masuk, apabila daya tampung bernilai negatif (-), maka obyek sudah tidak mampu menerima beban pencemaran. Dalam penelitian kali ini, debit dan konsentrasi beban pencemar total didapatkan dari lembar kerja *Source Summary* pada QUAL2Kw, lembar kerja ini merupakan hasil total beban yang masuk pada sungai di setiap segmen dari model yang digunakan.

3.3.9 Analisa dan Pembahasan

Dalam tahap ini setiap langkah pengolahan data dilakukan Analisa dan pembahasan dari hasil yang diperoleh. Analisa dan pembahasan menyesuaikan dengan literatur yang ada.

3.3.10 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, kesimpulan diambil untuk menjawab tujuan dari penelitian. Kesimpulan diambil berdasarkan pada hasil Analisa dan pembahasan. Selain itu, pemberian saran terhadap penelitian diperlukan untuk mengembangkan penelitian lanjutan.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan secara detail terkait tujuan dari penelitian ini. Pembahasan di dalam bab ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap Pertama

Penjelasan terkait data pada kondisi sebenarnya dari Kali Surabaya, antara lain data kualitas air dan data hidrolis Kali Surabaya. Kemudian prediksi jumlah sumber pencemar, tipe pencemar, serta debit dan kualitas sumber pencemar yang dibuang ke Kali Surabaya

2. Tahap Kedua

Pemodelan kualitas air Kali Surabaya menggunakan piranti lunak QUAL2Kw versi 5.1. Akan dilakukan 6 simulasi dengan simulasi pertama yaitu pada kondisi yang sebenarnya. Sedangkan simulasi lainnya digunakan untuk analisis besar daya tampung beban pencemar dan pengaruh dari air limbah domestik.

3. Tahap Ketiga

Setelah semua pemodelan telah dilakukan, pertama akan dilakukan analisis besar daya tampung beban pencemar Kali Surabaya. Analisis tersebut membandingkan simulasi 5 dan 6. Setelah itu dilakukan analisis besar pengaruh air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemar dengan membandingkan simulasi 2 dan 4. Sedangkan simulasi 3 ditujukan untuk mengetahui apakah daya tampung beban pencemar Kali Surabaya apabila buangan air limbah domestik telah memenuhi baku mutu.

4.1 Data Eksisting Kali Surabaya

4.1.1 Segmentasi Kali Surabaya

Penelitian dilakukan dengan membagi Kali Surabaya menjadi 3 segmen. Segmentasi tersebut diperlukan untuk pemodelan QUAL2Kw. Segmentasi didasarkan atas adanya lokasi yang dapat dijangkau dan lokasi sampling oleh Perum Jasa Tirta I.

Tabel 4.1 Segmentasi Kali Surabaya

Segmen	Panjang km	Jarak Dari Hilir km	Koordinat	
			Hulu	Hilir
Karangpilang - Sepanjang	2,28	9,78 - 7,5	7°20'54.51"S	7°20'24.12" S
			112°40'52.71" E	112°41'59.18 "E
Sepanjang - Gunungsari	6,5	7,5 - 1	7°20'41.83"S	7°18'0.91"S
			112°41'29.74" E	112°43'53.55 "E
Gunungsari - Jagir	1	1 - 0	7°18'29.11"S	7°18'1.50"S
			112°43'10.66" E	112°44'25.41 "E

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.1.2 Data Klimatologi Kota Surabaya

Kota Surabaya termasuk kota yang beriklim tropis, yaitu iklim yang memiliki musim basah dan musim kering. Data-data klimatologi yang dihimpun pada penelitian ini didapatkan dari situs daring Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Data yang dihimpun antara lain yaitu suhu rata-rata, kelembaban rata-rata, curah hujan, lama penyinaran, dan kecepatan angin rata-rata. Data-data tersebut akan digunakan dalam pemodelan QUAL2Kw dan analisis pengolahan data. Data tersebut dapat dilihat pada

Tabel 4.2 Data Klimatologi Kota Surabaya

Tanggal	Suhu Rata- rata	Kelembaba n Rata-rata	Cura h Hu ja n	Lama Penyina ran Matahari	Kecepat an Angin Rata-rata
	°C	%	mm	jam	m/s
28/03/2019	28,3	83	2,5	2,5	1
01/04/2019	28,9	81	28	8,3	1

Tanggal	Suhu Rata-rata	Kelembaban Rata-rata	Curah Hujan	Lama Penyinaran Matahari	Kecepatan Angin Rata-rata
	°C	%	mm	jam	m/s
05/04/2019	tidak ada data	tidak ada data	tidak ada data	tidak ada data	tidak ada data

Sumber: BMKG, 2019

4.1.3 Data Hidrolik Kali Surabaya

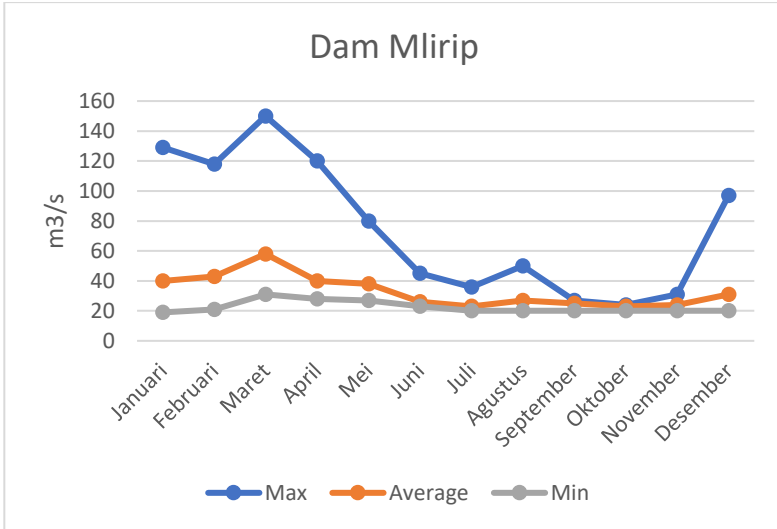
Data hidrolik Kali Surabaya didapatkan dari hasil observasi lapangan. Data hidrolik yang diobservasi yaitu lebar sungai, kedalaman sungai, dan kecepatan aliran sungai. Pengukuran lebar sungai dan kedalaman sungai digunakan alat Garmin Aquamap 80xs. kemudian untuk kecepatan aliran sungai digunakan alat Flowatch FL-03. Sedangkan untuk debit aliran Kali Surabaya dihitung berdasarkan data yang sudah dihimpun. Data hidrolik Kali Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Hidrolik Kali Surabaya

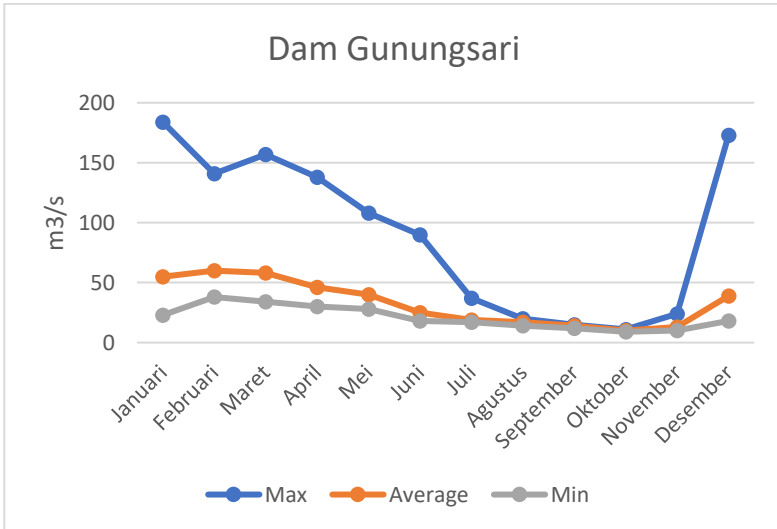
No	Lokasi Sampling	Lebar m	Kedalaman m	Kecepatan m/s	Debit m ³ /s
1	Karangpilang	33,7	3,439	0,591	77,87
2	Sepanjang	36,64	3,753	0,461	68,74
3	Gunungsari	53,92	4,321	0,371	86,51
4	Jagir	37,6	5,497	0,361	74,64

Sumber: Dokumen Pribadi

Didalam pembangunan model, digunakan debit minimum pada segmen tersebut. Data sekunder untuk debit hanya dipantau pada titik Dam Mlirip dan Dam Gunungsari. Sehingga, dilakukan interpolasi untuk mendapatkan debit minimum pada titik hulu segmen penelitian ini, yaitu pada titik Karang Pilang. Fluktuasi debit dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Dari grafik tersebut, ditetapkan debit minimum pada titik Karang Pilang sebesar 17 m³/s.



Gambar 4.1 Fluktuasi Debit Dam Mlirip
 Sumber: PJT I, 2016



Gambar 4.2 Fluktuasi Debit Dam Gunungsari
 Sumber: PJT I, 2016

4.1.4 Data Kualitas Air Kali Surabaya

Data kualitas air Kali Surabaya diperoleh melalui pengambilan sampel secara langsung (primer). Terdapat 4 lokasi pengambilan sampel dan dilakukan secara *time series*. Pengambilan sampel dilakukan selama 3 kali pada hari Senin, Rabu, dan Jumat. Metode pengambilan sampel mengacu pada SNI 6989.57:2008, sedangkan metode analisis sampel mengacu pada SNI dan APHA untuk tiap parameter yang akan diuji. Hasil analisis kualitas air Kali Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Kualitas Kali Surabaya Tahun 2019

No	Parameter	Titik Sampling	Baku Mutu	Periode Sampling		
				Senin	Rabu	Jumat
1	DO	1	4	3,3	3,5	3,3
		2		3,2	3,2	3
		3		2,4	2,7	1,9
		4		2,4	2,6	1,9
2	BOD	1	3	5,62	6,95	6,34
		2		8,33	7,31	3,1
		3		8,74	7,48	4,91
		4		7,79	9,71	4,82
3	COD	1	25	10,53	16,52	15,35
		2		17,32	16,12	15,04
		3		20,12	16,92	15,78
		4		13,73	19,72	15,66
4	Amonia	1	-	0,14	0,18	0,1
		2		0,18	0,21	0,15
		3		0,24	0,26	0,22
		4		0,25	0,39	0,23
5	Total Fosfat	1	0,2	1,15	1,42	1,27
		2		1,19	1,32	1,13
		3		1,32	1,49	1,17

4	1,42	1,51	1,31
---	------	------	------

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai parameter DO dan BOD belum memenuhi baku mutu air kelas II yang ditetapkan di Pergub Jatim Nomor 61 Tahun 2010. Sedangkan untuk parameter COD, ammonia, dan total fosfat sudah memenuhi baku mutu air kelas II.

4.2 Prediksi Sumber Pencemar Kali Surabaya

Sumber pencemar ditentukan berdasarkan survey lapangan, studi literatur terdahulu, dan data dari PJT I. Sumber pencemar dibagi menjadi dua kategori, yaitu pencemar dari golongan industri dan pencemar dari golongan domestik. Sumber pencemar dapat berupa *point source* maupun *non-point source*. Untuk pencemar industri, data dari hasil pengamatan lapangan dan data sekunder. Sedangkan untuk pencemar domestik melalui analisis dari peta Daerah Aliran Sungai Kali Surabaya dan pengamatan lapangan titik-titik buangan yang ada. Data-data terkait pengambilan air sungai maupun pembuangan air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Pencemar di Kali Surabaya

Segmen	Nama	Jenis	Jarak dari Hilir km
Industri			
1	IPAM Karang Pilang	IPAM	9,65
	PT. Platinum Ceramics Industry	Pabrik Keramik	9,55
	PT. Henson Farma	Pabrik Farmasi	9,21
	PT. Karangpilang Agung	Pabrik Arang Press	8,94
	PT. Karet Ngagel Wira Jatim	Pabrik Karet	8,54
	PT. Sinar Baru Surabaya	Pabrik Kabel	8,04
	PT. Loka Refractories Wira Jatim	Pabrik Refractory	7,92

Segmen	Nama	Jenis	Jarak dari Hilir
			km
2	PT. Mutiara Cahaya Plastindo	Pabrik Plastik	7,8
	PT. IKI Mutiara	Pabrik Keramik	7,7
	PT. Barata Agung Mulia	Pabrik Saos	7
	Perusahaan Tahu Halim Jaya	Pabrik Tahu	6,44
	PT. Pakabaja	Pabrik Korek Api	6,41
	UD. Bangun	Pabrik Paving	6,3
	Perusahaan Tahu Budi Purnomo	Pabrik Tahu	6,08
	PT. Jayabaya Raya	Pabrik Sabun Deterjen	6,08
	CV. BISA	Pabrik Textil	6,08
	UD. Sriwijaya	Pabrik Karet	5,63
	PT. Gawerejo	Pabrik Textil	5,3
	PT. Sumber Niagatama Abadi Perkasa	Pabrik Minyak Goreng	5,3
	UD. Tirta Kencana Jaya	Pengolahan Air Bersih	4,63
	UD. Kali Brantas	Pengolahan Air Bersih	4,56
	RPH Kedurus	Rumah Potong Hewan	4,5
	PT. Bintang Apollo	Pabrik Textil	4,46
	CV. Sumber Baru	Pabrik Textil	4,44
	PT. Sumber Rubberindo Jaya	Pabrik Karet	4,38
	UD. Sumber Air	Pengolahan Air Bersih	4,27
	Perusahaan Tahu Soponyono	Pabrik Tahu	3,74
Domestik			

Segmen	Nama	Jenis	Jarak dari Hilir
			km
2	Saluran Limbah	Saluran Limbah	6,87
	Saluran Limbah	Saluran Limbah	5,2
	Kali Kedurus	Anak Sungai	2,67
	Rumah Pompa Gunungsari	Rumah Pompa	2,67
3	Saluran Limbah	Saluran Limbah	0,46
	Kali Mas	Anak Sungai	0,31

Sumber: *Aprilia, et.al.2010; Fitriatien, et.al.2014, PJT I 2019*

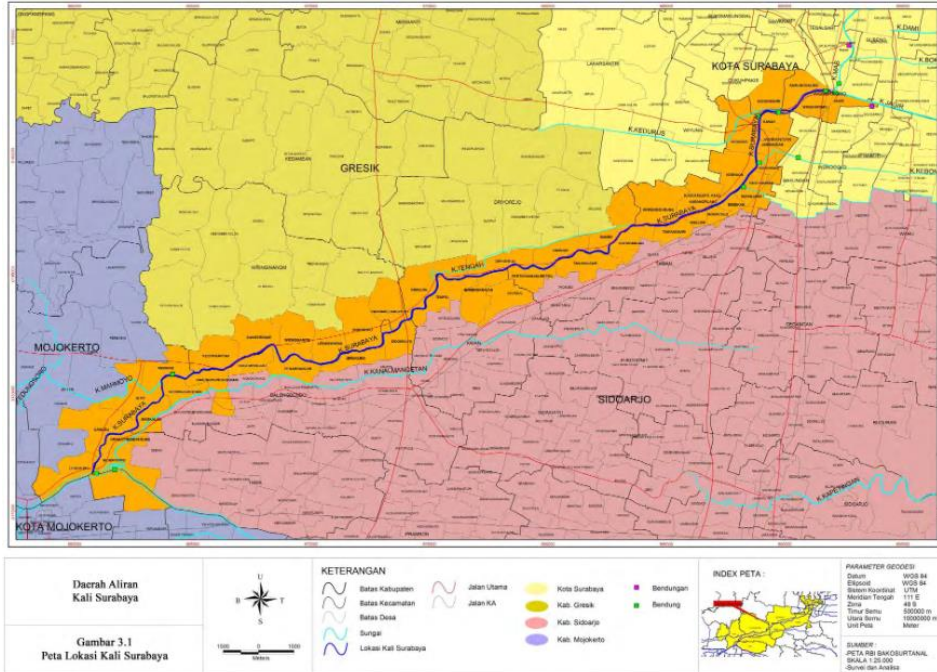
Untuk kategori industri, data-data yang diperlukan untuk pembangunan model didapatkan dari literatur-literatur sebelumnya dan dari PJT I. Sedangkan untuk domestik, diasumsi berdasarkan dari Daerah Aliran Sungai Kali Surabaya yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Tabel 4.6 Data Penduduk

Kecamatan	Kelurahan	Area	Jumlah	Kepadatan
		km ²	Jiwa	Jiwa/km ²
Surabaya				
Karang Pilang	Karang Pilang	1.44	9727	6755
	Kebraon	2.08	29497	14181
	Kedurus	1.86	27220	14634
Jambangan	Pagesangan	0.1	13744	137440
	Kebon Sari	0.09	10178	113089
	Jambangan	0.08	10191	127388
	Karah	0.12	18073	150608
Dukuh Pakis	Gunung Sari	1.63	15034	9223
Wonokromo	Sawunggaling	1.5	28985	19323
	Wonokromo	1	42543	42543

	Jagir	1.03	22261	21613
Sidoarjo				
Taman	Ngelom	0.55	5423	9860
	Wonocolo	0.62	4586	7397
	Bebekan	0.63	3282	5210
	Sepanjang	1.09	5643	5177

Sumber: BPS Surabaya (2018), BPS Sidoarjo (2018)



Sumber: (Novitasari & Soedjono, 2015)

Gambar 4.3 Peta Daerah Aliran Sungai Kali Surabaya



Sumber: (Novitasari & Soedjono, 2015)

Gambar 4.4 Area DAS Pada Segmen Karang Pilang – Jagir

4.3 Debit dan Kualitas Air Sumber Pencemar

4.3.1 Pencemar Domestik

Sumber pencemar domestik berasal dari aktivitas masyarakat di DAS Kali Surabaya seperti mandi, cuci, dan kakus. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, jumlah penduduk Kota Surabaya pada tahun 2016 sejumlah 3.016.653 jiwa. Sehingga Kota Surabaya dapat dikategorikan sebagai Kota Metro karena jumlah penduduk melebihi 1.000.000 jiwa. Konsumsi air bersih untuk kaegori kota metro sebesar 190 L/orang.hari dan diasumsikan sebesar 80% menjadi air limbah domestik.

Kebutuhan air bersih penduduk didasarkan pada pengkategorian oleh Ditjen Cipta Karya, yang mana Surabaya termasuk kategori kota metropolitan. Sehingga kebutuhan air bersih penduduk sebesar 190 liter/orang.hari. Debit air limbah diperoleh dari hasil asumsi sebesar 80% dari kebutuhan air bersih menjadi air limbah. Data debit dapat dilihat di Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Debit Air Limbah Domestik

Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Debit
		Jiwa	Limbah m3/s
Karang Pilang	Karang Pilang	9727	0,017112
	Kebraon	29497	0,051893
	Kedurus	27220	0,047887
Jambangan	Pagesangan	13744	0,024179
	Kebon Sari	10178	0,017906
	Jambangan	10191	0,017929
	Karah	18073	0,031795
Dukuh Pakis	Gunung Sari	15034	0,026449
Wonokromo	Sawunggaling	28985	0,050992
	Wonokromo	42543	0,074844
	Jagir	22261	0,039163
Taman	Ngelom	5423	0,00954
	Wonocolo	4586	0,008068

Kecamatan	Kelurahan	Jumlah	Debit Limbah
		Jiwa	m ³ /s
	Bebekan	3282	0,005774
	Sepanjang	5643	0,009928

Sumber: Perhitungan

Data kualitas air buangan air limbah domestik pada sekitar Kali Surabaya tidak tersedia di instansi maupun literatur-literatur yang ada. Sehingga, digunakan kualitas air limbah domestik pada penelitian oleh Prakoso (Prakoso & Tangahu, 2016), Setiawati (Setiawati & Purwanti, 2016), dan karakteristik air limbah domestik yang belum diolah yang terdapat pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010. Pada penelitian oleh Sumiyarsono, COD sebesar 35,43 mg/L dan BOD sebesar 11,96 mg/L. Untuk parameter ammonia dan total fosfor tidak disebutkan, sehingga diasumsi menggunakan Permen LH No 1 Tahun 2010 dengan kategori rendah, yaitu sebesar 12 mg/L untuk ammonia dan 8 mg/L.

Tabel 4.8 Data Kualitas Titik Buangan Air Limbah Domestik

Nama	Debit Ambil	Debit Buang	BOD	COD	NH ₄ -N	TP
	m ³ /s	m ³ /s	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Saluran Limbah		0,1058	11,96	35,53	12	8
Saluran Limbah		0,204	11,96	35,53	12	8
Kali Kedurus		4,08	30,67	42,23		
Rumah Pempa Gunungsari		0,1058	11,96	35,53	12	8
Saluran Limbah		0,204	11,96	35,53	12	8
Kali Mas	9					

Sumber: Perhitungan

4.3.2 Pencemar Industri

Di sepanjang segmen Karang Pilang – Jagir terdapat banyak industri, terutama pada segmen Karang Pilang – Sepanjang. Industri tersebut membuang air limbah ke Kali Surabaya, yang sebelumnya diolah terlebih dahulu menggunakan IPAL. Selain itu, industri-industri tersebut menggunakan air Kali Surabaya sebagai bahan baku produksi dari tiap industri. Data debit ambil dan debit buang dapat dilihat pada Tabel 4.9. Data kualitas air didapatkan dari literatur-literatur sebelumnya. Untuk data kualitas yang tidak terdapat di dalam literatur, diasumsi memenuhi baku mutu yang ada. Data kualitas air dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Debit Industri

Nama	Debit Ambil	Debit Buang
	m ³ /s	m ³ /s
IPAM Karang Pilang	6,8	0,5
PT. Platinum Ceramics Industry	0,02	0,01
PT. Henson Farma		0,01
PT. Karangpilang Agung	0,02	0,01
PT. Karet Ngagel Wira Jatim		0,01
PT. Sinar Baru Surabaya		0,01
PT. Loka Refractories Wira Jatim	0,02	0,01
PT. Mutiara Cahaya Plastindo		0,01
PT. IKI Mutiara	0,01	0,011
PT. Barata Agung Mulia		0,01
Perusahaan Tahu Halim Jaya	0,01	0,002
PT. Pakabaja	0,01	0,0024
UD. Bangun	0,002	0,0001
Perusahaan Tahu Budi Purnomo	0,011	0,001
PT. Jayabaya Raya	0,008	0,0003
CV. BISA	0,01	0,001

Nama	Debit Ambil	Debit Buang
	m3/s	m3/s
UD. Sriwijaya		0,01
PT. Gawerejo		0,001
PT. Sumber Niagatama Abadi Perkasa		0,002
UD. Tirta Kencana Jaya	0,01	0,001
UD. Kali Brantas		0,01
RPH Kedurus		0,0017
PT. Bintang Apollo		0,002
CV. Sumber Baru		0,002
PT. Sumber Rubberindo Jaya		0,01
UD. Sumber Air		0,01
Perusahaan Tahu Sopyonyono		0,001

Sumber: Sumiyarsono (2018), PJT I (2019)

Tabel 4.10 Kualitas Air Limbah Industri

Nama	BOD	COD	Amonia	Fosfor
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
IPAM Karang Pilang	150	250	6	
PT. Platinum Ceramics Industry	50	100		
PT. Henson Farma	100	300		
PT. Karangpilang Agung	50	100		
PT. Karet Ngagel Wira Jatim	100	200		
PT. Sinar Baru Surabaya	50	100		
PT. Loka Refractories Wira Jatim	50	100		
PT. Mutiara Cahaya Plastindo	75	150		
PT. IKI Mutiara	50	100		

Nama	BOD	COD	Amonia	Fosfor
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
PT. Barata Agung Mulia	100	250		
Perusahaan Tahu Halim Jaya	437,85	1040,5		
PT. Pakabaja	16,21	107.,2		
UD. Bangun	0,07	0,3		
Perusahaan Tahu Budi Purnomo	343,8	542,1		
PT. Jayabaya Raya	0,05	5,06		
CV. BISA	60	150	8	
UD. Sriwijaya	100	200		
PT. Gawerejo	3,23	6,34		
PT. Sumber Niagatama Abadi Perkasa	75	150	3	
UD. Tirta Kencana Jaya	50	100		
UD. Kali Brantas	50	100		
RPH Kedurus	100	200	25	
PT. Bintang Apollo	139,2	60,45		
CV. Sumber Baru	34,83	819,5		
PT. Sumber Rubberindo Jaya	100	200		
UD. Sumber Air	50	100		
Perusahaan Tahu Soponyono	343,8	542,1		

Sumber: Sumiyarsono (2018)

4.4 Pemodelan Kualitas Air Kali Surabaya

4.4.1 Pembangunan Model

Pembangunan model menggunakan piranti lunak QUAL2Kw. Pada piranti lunak tersebut terdapat 4 jenis lembar kerja/*worksheet*, yaitu warna biru, kuning, hijau, dan merah muda. Lembar kerja warna biru berisi informasi yang dibutuhkan untuk pembangunan model. Lembar kerja warna kuning berisi informasi

opsional yang dapat membantu dalam pembangunan model. Untuk lembar kerja hijau merupakan lembar kerja yang berisi informasi yang telah diolah oleh piranti lunak tersebut. Sedangkan lembar kerja merah muda berisi informasi mengenai hasil pemodelan dalam bentuk grafis. Sebelum melakukan simulasi, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi. Kalibrasi menggunakan data sekunder dari tahun-tahun sebelumnya, yaitu pada tahun 2011-2015, yang dapat dilihat pada Tabel 4.11. Setelah dikalibrasi, dilakukan validasi menggunakan data primer, terlampir pada Tabel 4.4.

Tabel 4.11 Data Kualitas Air Kali Surabaya 2011-2015

Segmen	Keterangan	Suhu	pH	DO	BOD	COD
		°C		mg/L	mg/L	mg/L
Karang Pilang	Max	31,3	7,96	8,71	8,43	21,55
	Rerata	29,31	7,71	5,93	5,19	13,01
	Min	27,62	7,36	3,54	2,82	7,47
Sepanjang	Max	31,1	8,01	7,84	7,99	19,5
	Rerata	28,91	7,67	5,56	4,74	11,75
	Min	26,82	7,26	3,16	3,02	7,08
Gunungsari	Max	30,06	7,97	7,56	8,23	17,84
	Rerata	28,48	7,61	5,71	4,75	11,16
	Min	26,4	7,24	3,77	2,89	6,34
Jagir	Max	29,8	7,9	5,6	12,5	29,8
	Rerata	28,8	7,5	3,7	5	11,75
	Min	26,4	6,8	1,9	2,7	5,44

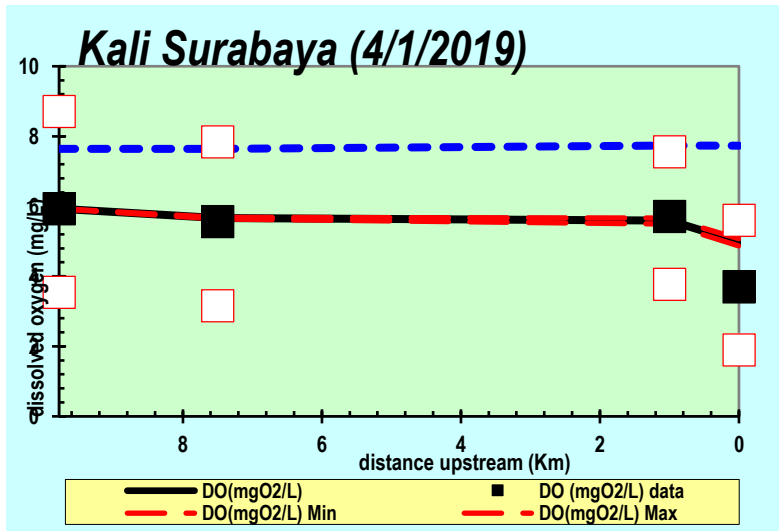
Sumber: Sumiyarsono (2018)

Kalibrasi dilakukan dengan cara *trial and error* pada *sheet* Reach Rates. *Trial and error* dilakukan pada parameter DO, BOD, dan COD. Nilai hasil kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Koefisien Parameter

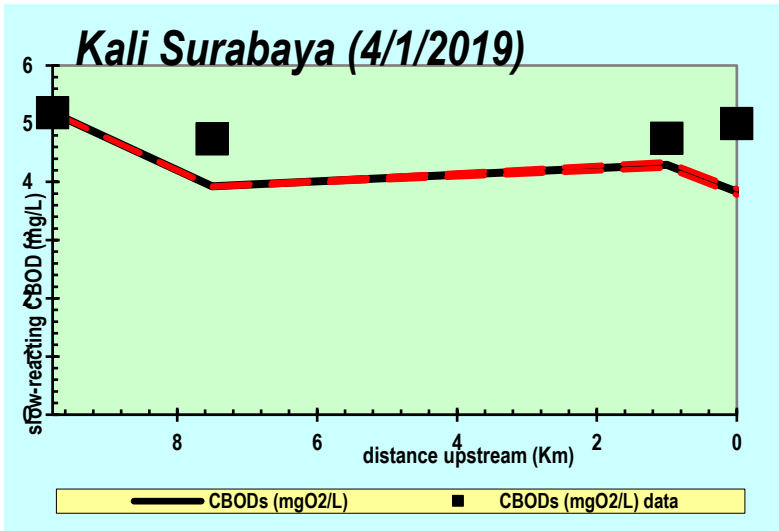
Segmen	DO	BOD	COD
	<i>l</i> _d	<i>l</i> _d	<i>l</i> _d
1	1,9	0,1	0,001
2	2,6	0,5	0,01
3	2,4	0,1	0,05

Sumber: Dokumentasi Pribadi

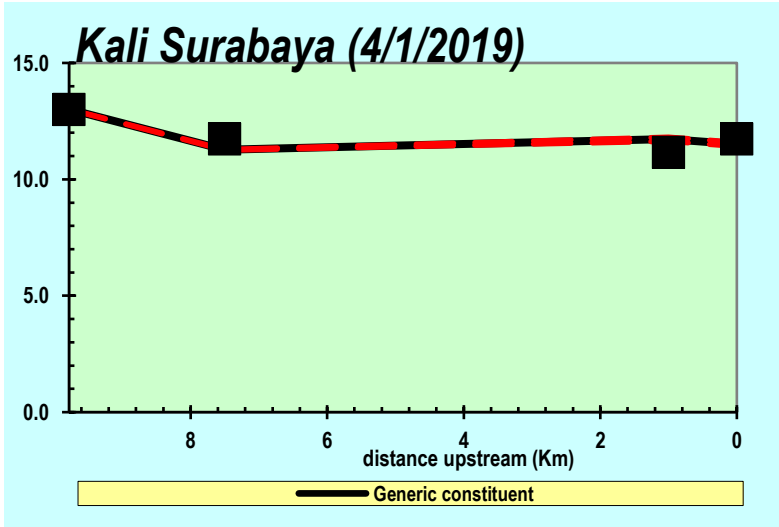


Gambar 4.5 Kalibrasi DO

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.6 Kalibrasi BOD
Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.7 Kalibrasi COD
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Setelah dilakukan kalibrasi model, untuk memastikan model dapat digunakan maka diperlukan perhitungan validasi. Metode yang digunakan adalah RMPSE. Berikut adalah contoh perhitungan RMPSE parameter DO.

$$RMPSE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{n+1}^n \left(\frac{St - At}{At} \right)^2 \right]} \times 100\%$$

$$RMPSE = \sqrt{\frac{1}{5} [0 + 0,0001 + 0,0012 + 0,1017]} \times 100\%$$

$$RMPSE = 16,05\%$$

Tabel 4.13 Hasil Validasi Model Kalibrasi DO

DO				
Jarak	Data	Model	X	RMPSE
km	mg/L	mg/L		
9,8	5,93	5,93	0,0000	16,05%
7,5	5,56	5,52	0,0001	
1	5,71	5,51	0,0012	
0	3,7	4,88	0,1017	
Total			0,1030	

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.14 Hasil Validasi Model Kalibrasi BOD

BOD				
Jarak	Data	Model	X	RMPSE
km	mg/L	mg/L		
9,8	5,19	5,19	0,0000	14,63%
7,5	4,74	3,93	0,0292	
1	4,75	4,35	0,0071	
0	5	3,89	0,0493	
Total			0,0856	

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.15 Hasil Validasi Model Kalibrasi COD

COD				
Jarak	Data	Model	X	RMPSE
km	mg/L	mg/L		
9,8	13,01	13,01	0,0000	3,68%
7,5	11,75	11,28	0,0016	
1	11,16	11,81	0,0034	
0	11,75	11,51	0,0004	
Total			0,0054	

Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan hasil tersebut, model dapat diterima karena nilai RMPSE di bawah 20%. Selanjutnya dilakukan simulasi-simulasi lainnya.

4.4.2 Simulasi Kualitas Air Kali Surabaya

Simulasi merupakan proses untuk memperkirakan kualitas air sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Parameter air yang disimulasikan antara lain DO, BOD, COD, ammonia, dan fosfor. Terdapat 6 simulasi dalam penelitian ini, antara lain:

1. Simulasi 1

Simulasi ini adalah simulasi kondisi sebenarnya. Data yang digunakan adalah data debit dan kualitas air Kali Surabaya yang sebenarnya, berdasarkan hasil pengambilan sampel. Selain itu, data klimatologi dan data sumber pencemar baik *point sources* maupun *diffuse sources* menggunakan data eksisting yang diperoleh dari instansi terkait. Simulasi ini bertujuan untuk menghitung beban pencemar eksisting yang masuk ke Kali Surabaya.

Tabel 4.16 Data Kualitas Kali Surabaya 2019

Parameter	Titik Sampling	Kualitas		
		Max	Rerata	Min
DO	1	3,5	3,36	3,3
	2	3,2	3,13	3

Parameter	Titik Sampling	Kualitas		
		Max	Rerata	Min
	3	2,7	2,33	1,9
	4	2,6	2,3	1,9
BOD	1	6,95	6,30	5,62
	2	8,33	6,24	3,1
	3	8,74	7,04	4,91
	4	9,71	7,44	4,82
COD	1	16,52	14,13	10,53
	2	17,32	16,16	15,04
	3	20,12	17,60	15,78
	4	19,72	16,37	13,73
Amonia	1	0,18	0,14	0,1
	2	0,21	0,18	0,15
	3	0,26	0,24	0,22
	4	0,39	0,29	0,23
Total Fosfat	1	1,42	1,28	1,15
	2	1,32	1,21	1,13
	3	1,49	1,32	1,17
	4	1,51	1,41	1,31

Sumber: Dokumen Pribadi

Dari data-data tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam piranti lunak QUAL2Kw dan dijalankan. Hasil dari perhitungan QUAL2Kw dapat dilihat pada grafik-grafik di bawah.

Tabel 4.17 Kualitas Air Simulasi 1

Titik	DO	BOD	COD	NH4	TP
1	3,37	6,30	14,13	0,14	1,28
2	3,21	5,66	13,43	0,16	1,26
3	2,27	7,31	17,77	0,23	1,33

Titik	DO	BOD	COD	NH4	TP
4	2,20	7,05	17,95	0,25	1,42

Sumber: Dokumen Pribadi

Setelah menjalankan QUAL2Kw, dilakukan validasi terhadap hasil model. Perhitungan validasi menggunakan RMPSE. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah.

Tabel 4.18 Validasi DO Simulasi 1

DO				
Jarak	Data	Model	X	RMPSE
km	mg/L	mg/L		
9,8	3,37	3,37	0,0000	2,83%
7,5	3,13	3,21	0,0007	
1	2,33	2,27	0,0007	
0	2,3	2,2	0,0019	
Total			0,0032	

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.19 Validasi BOD Simulasi 1

BOD				
Jarak	Data	Model	X	RMPSE
km	mg/L	mg/L		
9,8	6,3	6,3	0,0000	5,73%
7,5	6,25	5,66	0,0089	
1	7,04	7,31	0,0015	
0	7,44	7,05	0,0027	
Total			0,0131	

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.20 Validasi COD Simulasi 1

COD				
Jarak km	Data mg/L	Model mg/L	X	RMPSE
9,8	14,13	14,13	0,0000	9,74%
7,5	16,16	13,43	0,0285	
1	17,6	17,77	0,0001	
0	16,37	17,95	0,0093	
Total			0,0379	

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.21 Validasi NH4 Simulasi 1

NH4				
Jarak Km	Data mg/L	Model mg/L	X	RMPSE
9,8	0,14	0,14	0,0000	5,93%
7,5	0,18	0,16	0,0123	
1	0,24	0,23	0,0017	
0	0,25	0,25	0,0000	
Total			0,0141	

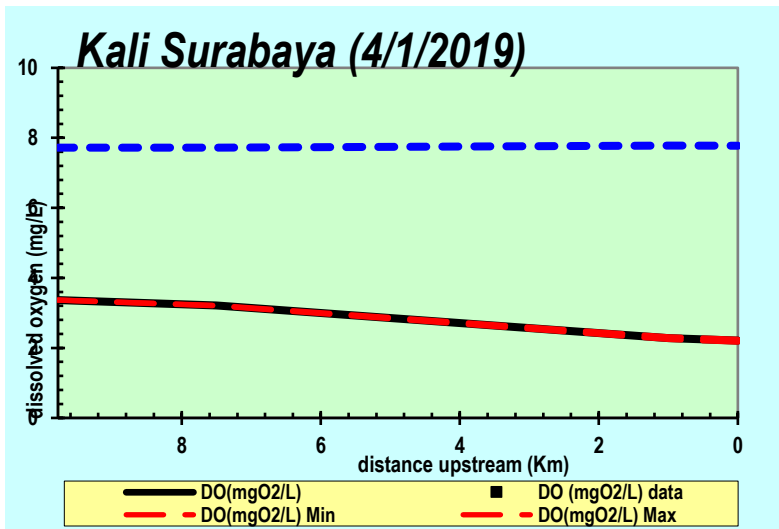
Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.22 Validasi TP Simulasi 1

TP				
Jarak km	Data mg/L	Model mg/L	X	RMPSE
9,8	1,28	1,28	0,0000	2,10%
7,5	1,21	1,26	0,0017	
1	1,33	1,33	0,0000	
0	1,41	1,42	0,0001	
Total			0,0018	

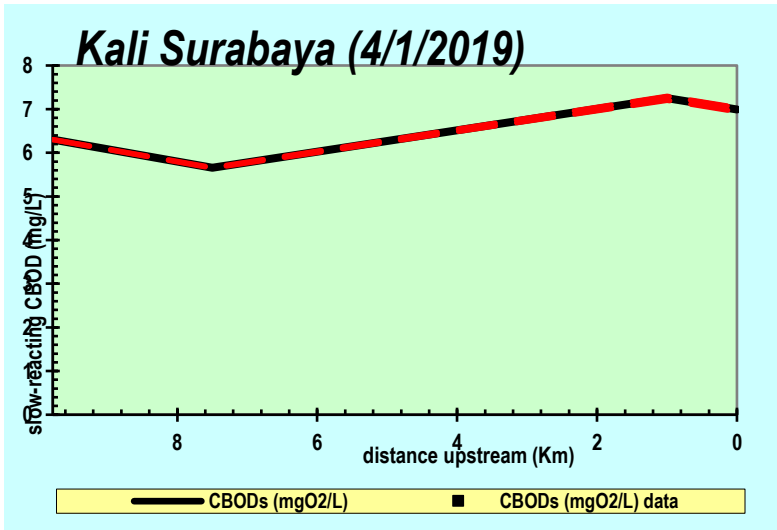
Sumber: Dokumen Pribadi

Dari hasil perhitungan di atas, dapat ditetapkan bahwa model bisa digunakan karena nilai RMPSE di bawah 20%. Model ini menunjukkan kualitas air eksisting.

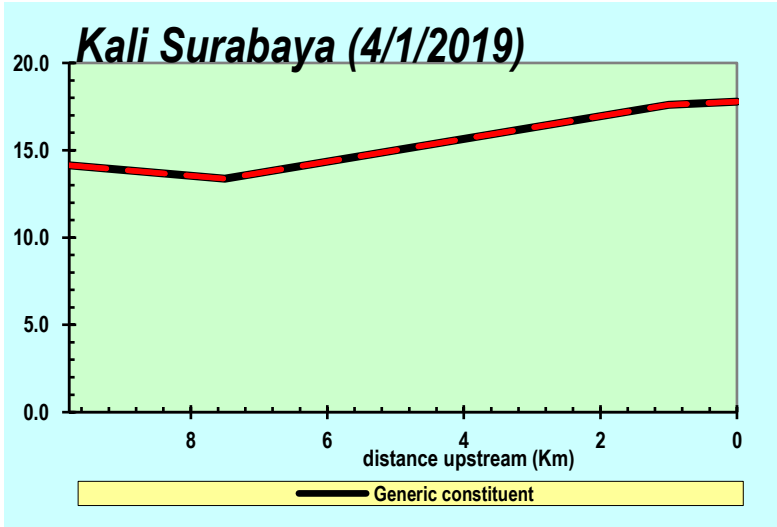


Gambar 4.8 Simulasi 1 DO

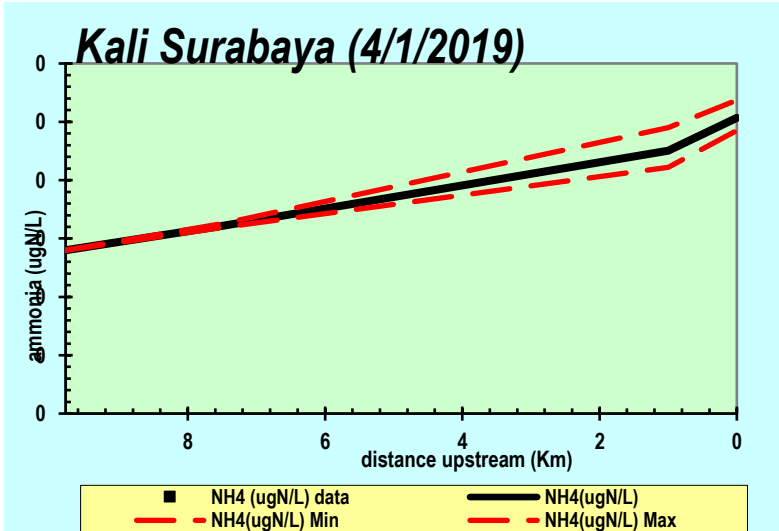
Sumber: Dokumen Pribadi



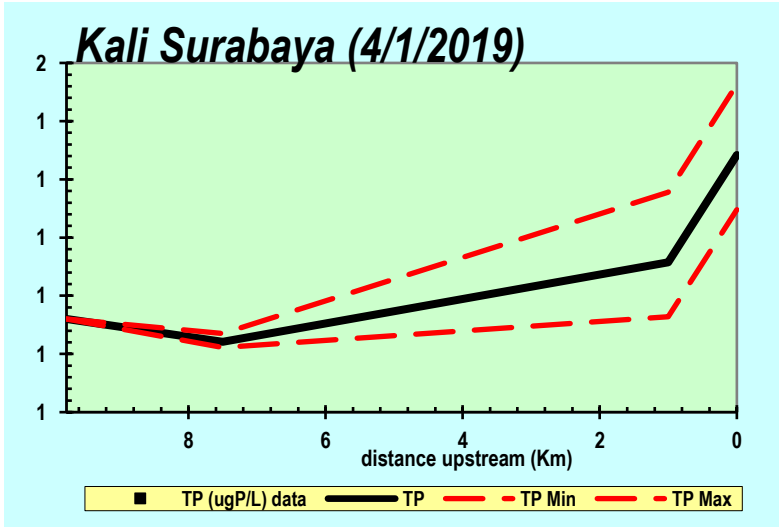
Gambar 4.9 Simulasi 2 BOD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.10 Simulasi 1 COD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.11 Simulasi 1 NH4
 Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.12 Simulasi 1 TP
 Sumber: Dokumen Pribadi

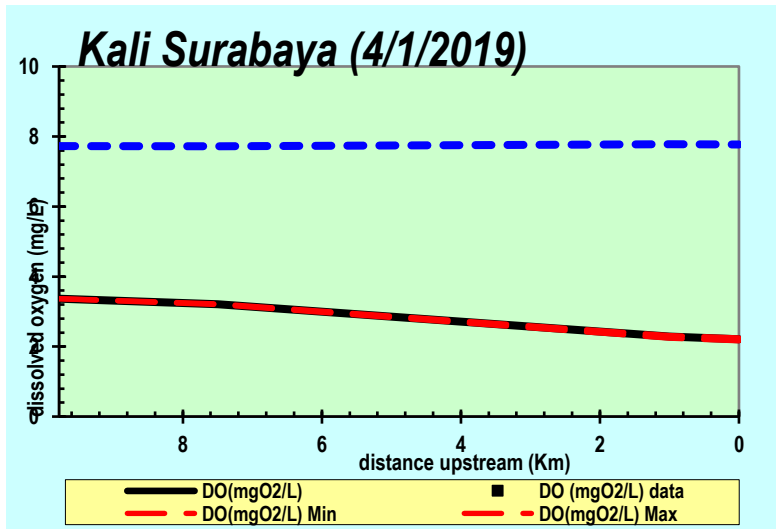
2. Simulasi 2

Simulasi ini mengabaikan buangan dari industri. Simulasi ini bertujuan untuk melihat besarnya pengaruh buangan domestik. Data yang digunakan adalah data debit dan kualitas air Kali Surabaya. Pendekatan yang dilakukan dalam simulasi ini untuk mendapatkan besaran nilai buangan limbah domestik adalah dengan data jumlah penduduk dan kebutuhan air orang per hari.

Tabel 4.23 Kualitas Air Simulasi 2

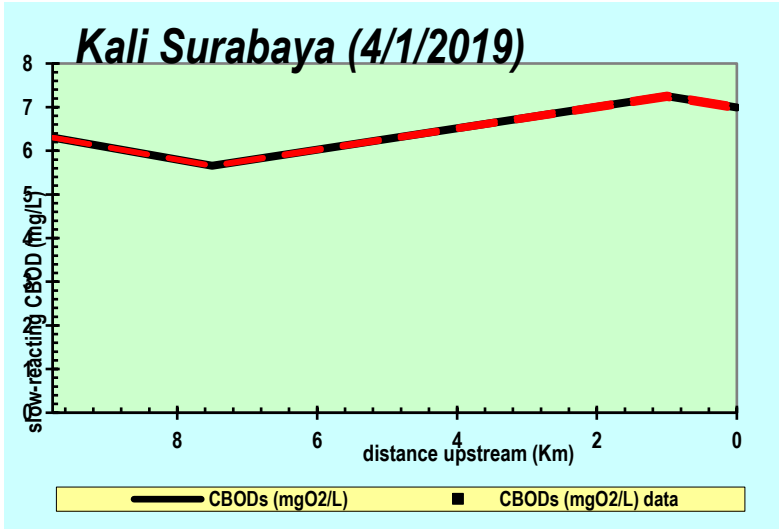
Titik	DO	BOD	COD	NH4	TP
1	3,37	6,3	14,13	0,14	1,28
2	3,21	5,66	13,37	0,16	1,26
3	2,28	7,25	17,59	0,23	1,33
4	2,21	6,99	17,78	0,25	1,42

Sumber: Dokumen Pribadi

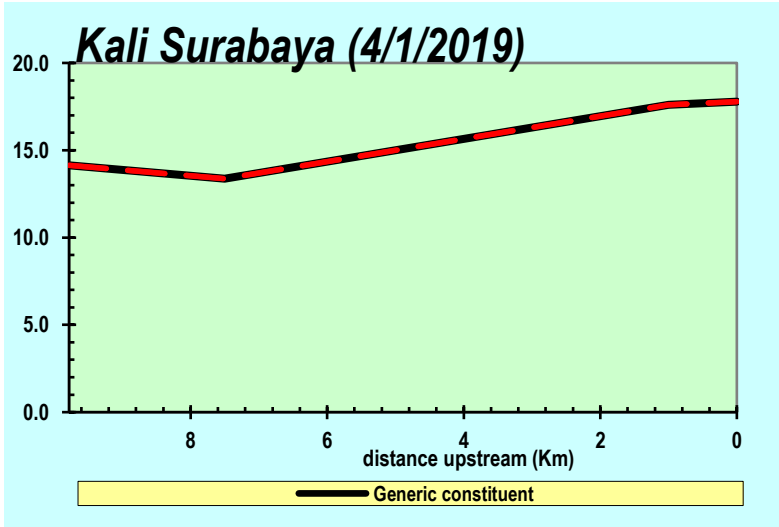


Gambar 4.13 Simulasi 2 DO

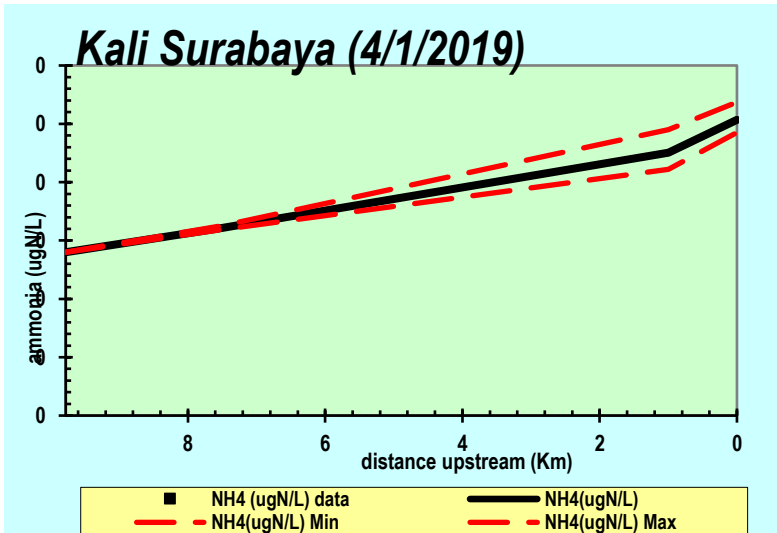
Sumber: Dokumen Pribadi



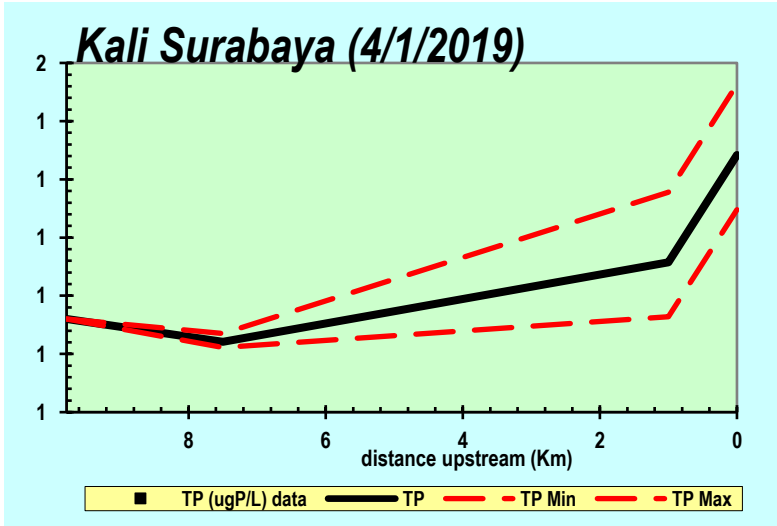
Gambar 4.14 Simulasi 2 BOD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.15 Simulasi 2 COD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.16 Simulasi 2 NH4
 Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.17 Simulasi 2 TP
 Sumber: Dokumen Pribadi

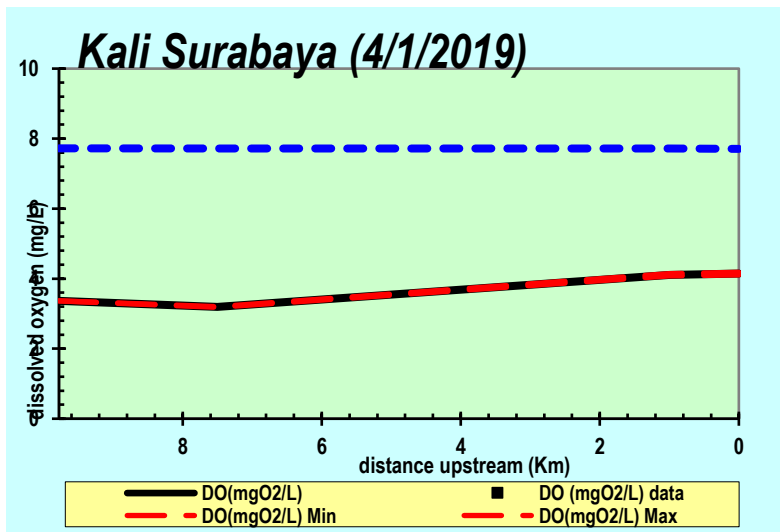
3. Simulasi 3

Simulasi ini besaran nilai yang digunakan sebagai buangan domestik menggunakan baku mutu air limbah domestik berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah daya tampung beban pencemar terlampaui atau tidak apabila buangan domestik telah memenuhi baku mutu. Kondisi hulu berdasarkan data primer dan kondisi air berdasarkan hasil pemodelan.

Simulasi ini tidak dilakukan karena nilai pencemar sudah memenuhi baku mutu pada Pergub Jatim No 72 Tahun 2013.

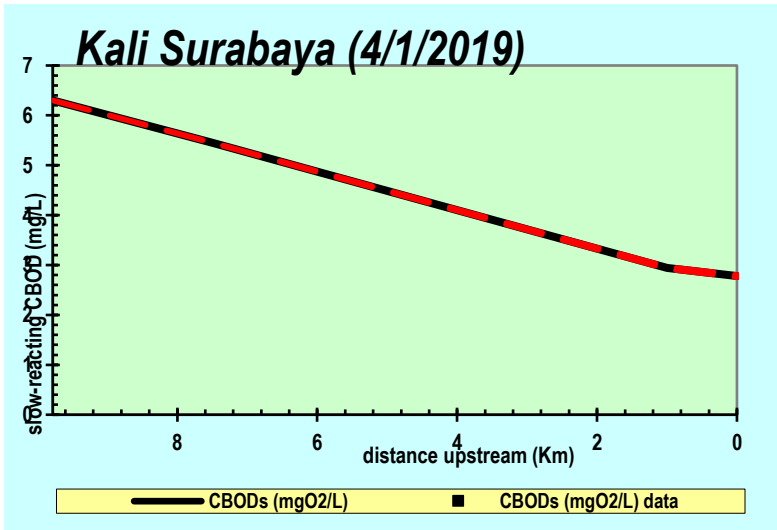
4. Simulasi 4

Simulasi ini mengabaikan buangan dari domestik. Simulasi ini bertujuan untuk membandingkan dengan simulasi ke 2, buangan mana yang lebih berpengaruh terhadap daya tampung beban pencemar. Kondisi hulu berdasarkan data primer dan kondisi air berdasarkan hasil pemodelan.

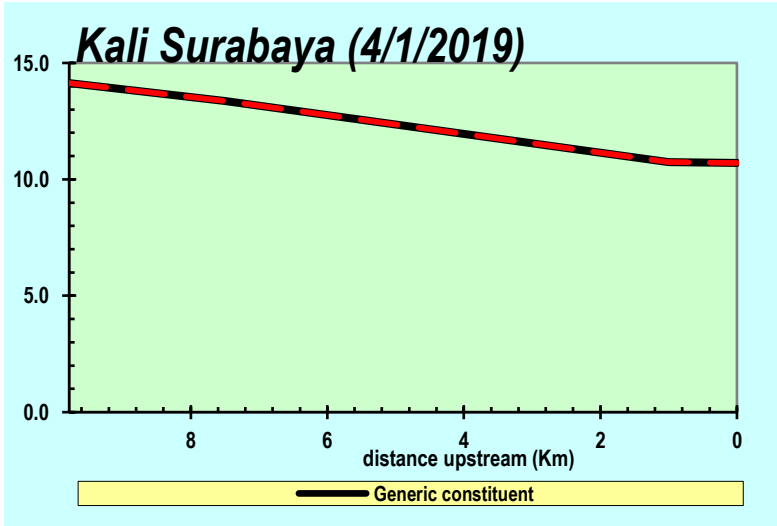


Gambar 4.18 Simulasi 4 DO

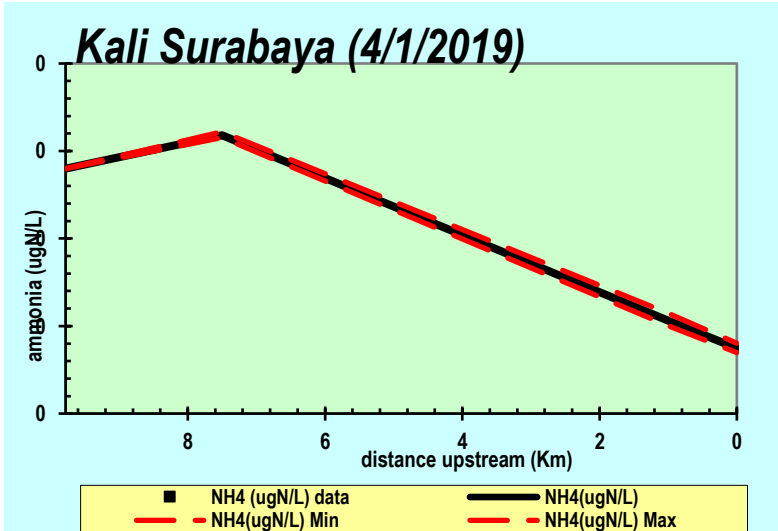
Sumber: Dokumen Pribadi



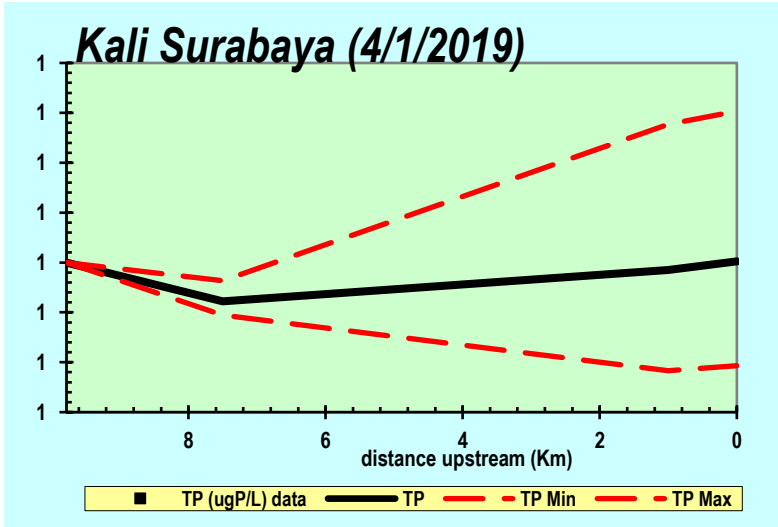
Gambar 4.19 Simulasi 4 BOD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.20 Simulasi 4 COD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.21 Simulasi 4 NH4
 Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.22 Simulasi 4 TP
 Sumber: Dokumen Pribadi

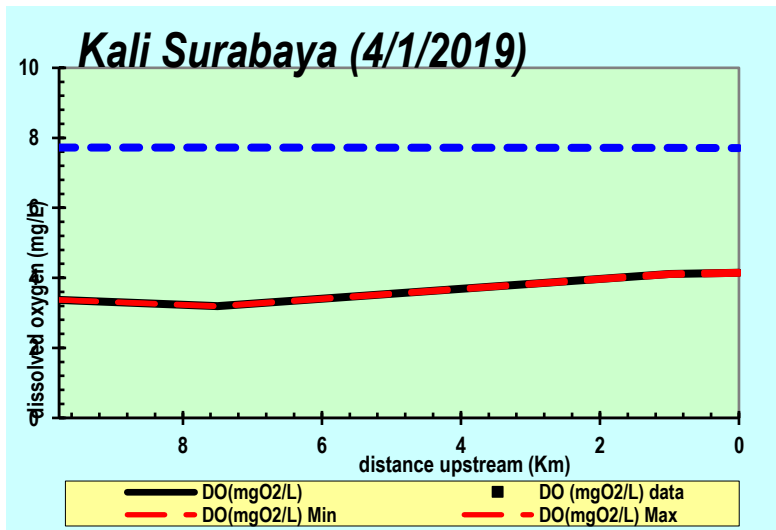
Tabel 4.24 Kualitas Air Simulasi 4

Titik	DO	BOD	COD	NH4	TP
1	3,37	6,3	14,13	0,14	1,28
2	3,21	5,66	13,43	0,16	1,26
3	2,31	7,24	16,93	0,06	0,94
4	2,26	6,93	16,88	0,05	0,94

Sumber: Dokumen Pribadi

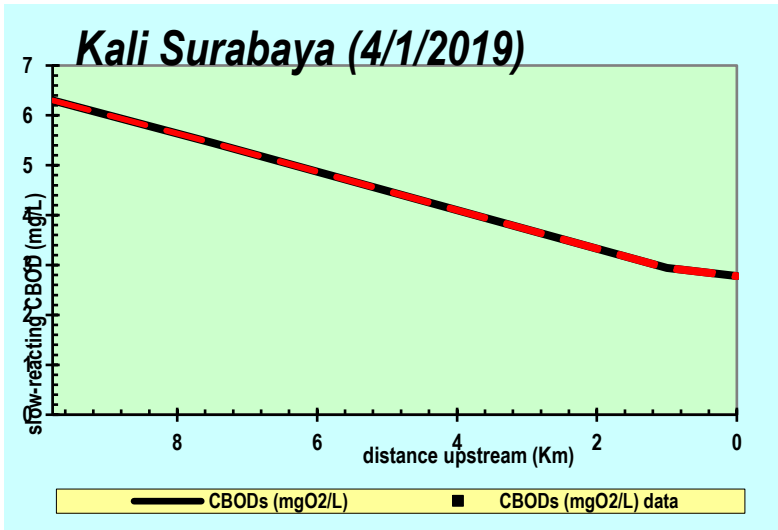
5. Simulasi 5

Pada simulasi ini semua input dan output di Kali Surabaya dihilangkan. Hasil yang diharapkan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui kemampuan sungai untuk melakukan *self-purification*. Simulasi ini diharapkan dapat menjadi pendekatan untuk beban kondisi awal Kali Surabaya segmen Karangpilang - Ngagel untuk perhitungan daya tampung air sungai. Data yang digunakan dalam simulasi ini hanya data kualitas air di hulu.

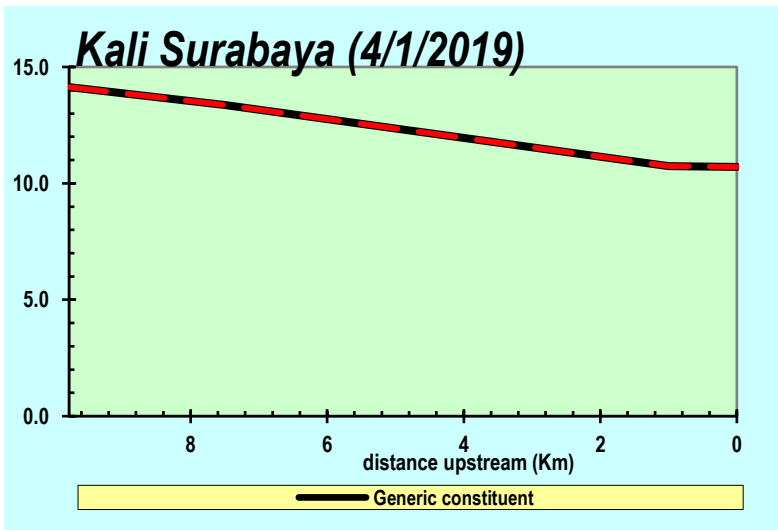


Gambar 4.23 Simulasi 5 DO

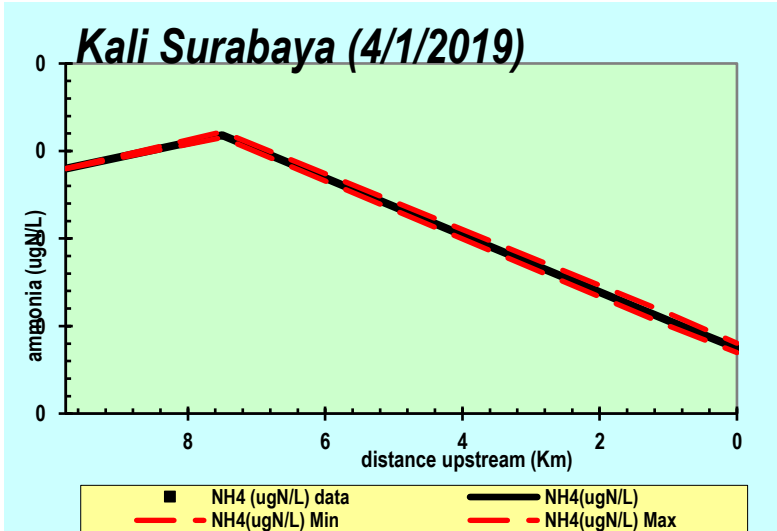
Sumber: Dokumen Pribadi



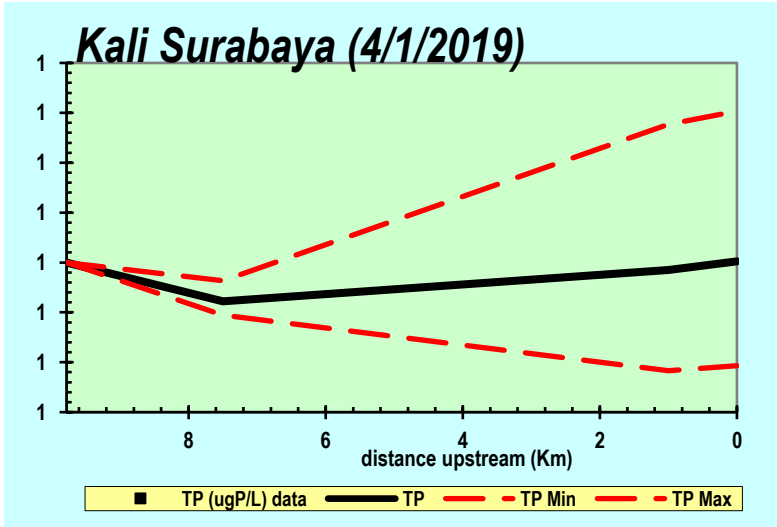
Gambar 4.24 Simulasi 5 BOD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.25 Simulasi 5 COD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.26 Simulasi 5 NH4
 Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.27 Simulasi 5 TP
 Sumber: Dokumen Pribadi

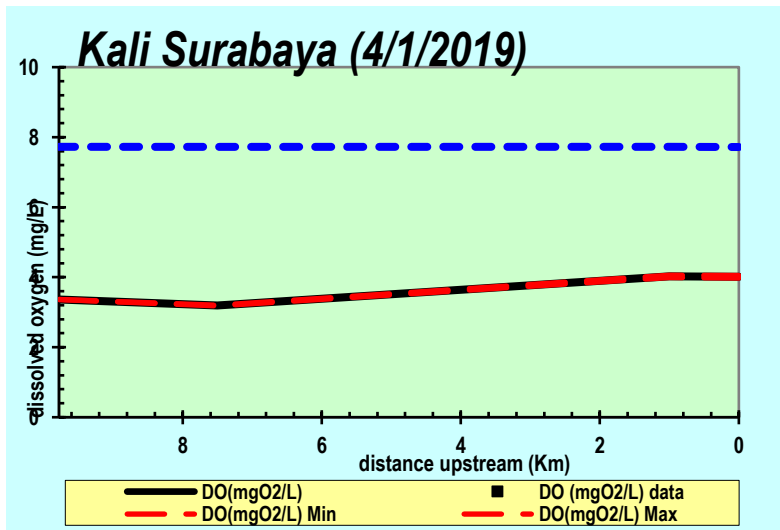
Tabel 4.25 Kualitas Air Simulasi 5

Titik	DO	BOD	COD	NH4	TP
1	3,37	6,3	14,13	0,14	1,28
2	3,19	5,45	13,37	0,16	1,26
3	4,11	2,94	10,74	0,05	1,28
4	4,15	2,78	10,71	0,04	1,28

Sumber: Dokumen Pribadi

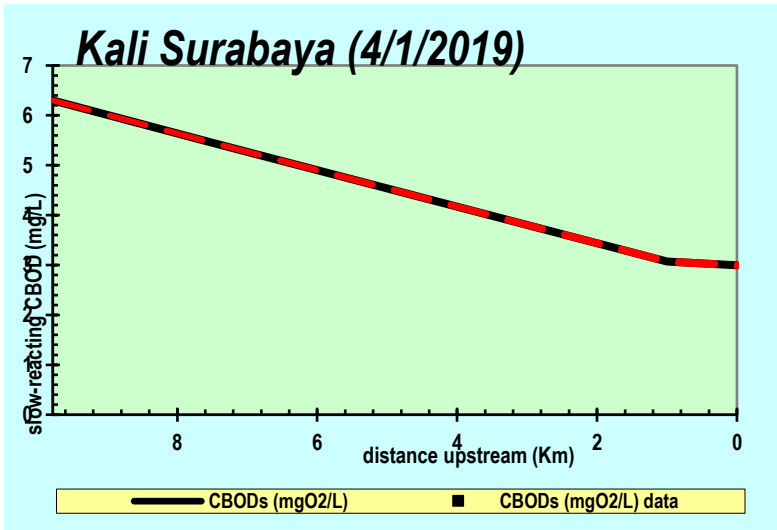
6. Simulasi 6

Di simulasi ini kondisi air di hilir menggunakan nilai kualitas air dari baku mutu air kelas II. Kondisi di hulu berdasarkan kondisi asli, buangan dari industri melalui pendekatan, sedangkan untuk buangan domestik dilakukan *trial and error*. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui kondisi beban pencemar penuh pada Kali Surabaya segmen Karangpilang – Ngagel.

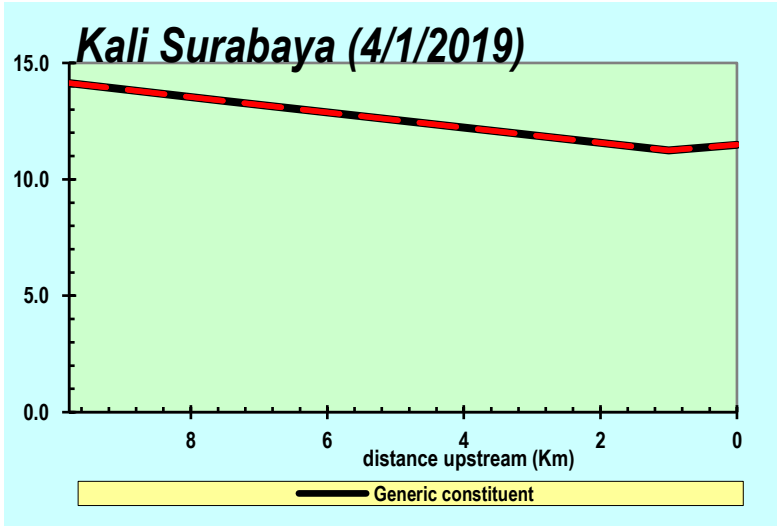


Gambar 4.28 Simulasi 6 DO

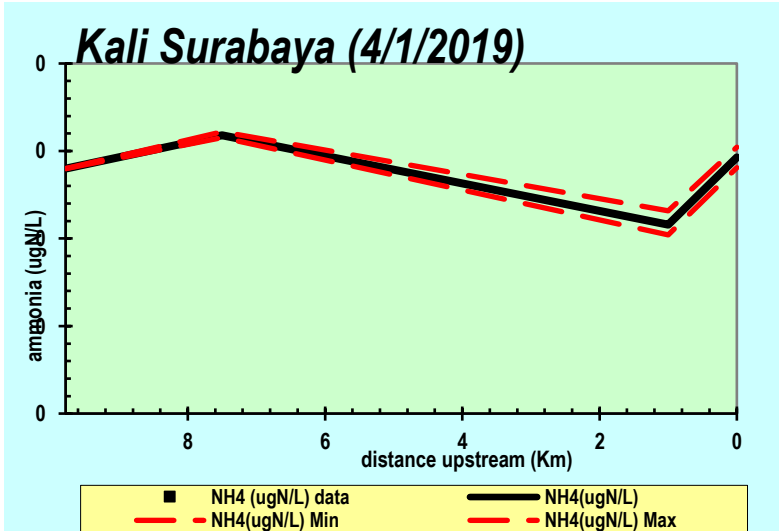
Sumber: Dokumen Pribadi



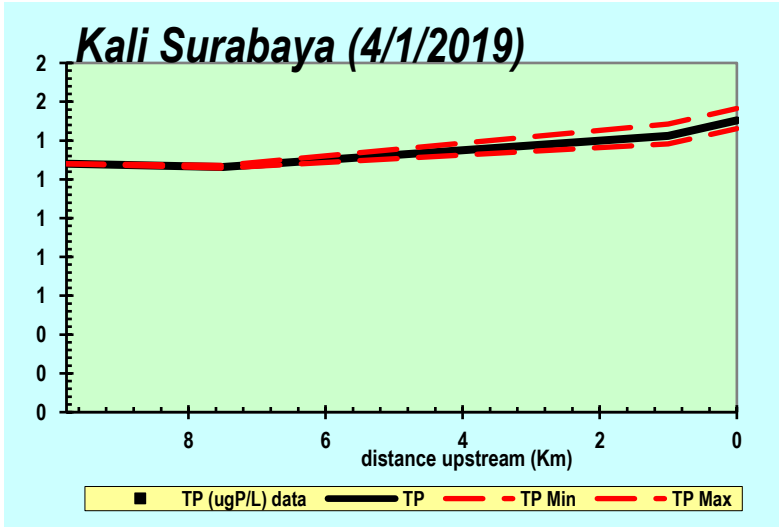
Gambar 4.29 Simulasi 6 BOD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.30 Simulasi 6 COD
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.31 Simulasi 6 NH4
 Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.32 Simulasi 6 TP
 Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.26 Kualitas Air Simulasi 6

Titik	DO	BOD	COD	NH4	TP
1	3,37	6,30	14,13	0,14	1,28
2	3,19	5,45	13,37	0,16	1,26
3	4,02	3,07	11,24	0,11	1,42
4	4,01	3,00	11,49	0,15	1,50

Sumber: Dokumen Pribadi

4.5 Perhitungan Beban Pencemar Kali Surabaya

Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air. Pada penelitian ini perhitungan pencemaran dilakukan pada setiap segmen. Beban pencemar dibagi menjadi 2, beban pencemar industri dan beban pencemar domestik. Beban pencemar dihitung dengan cara mengalikan debit buangan dengan konsentrasi tiap parameter.

Dapat dilihat pada Tabel 4.28 beban pencemar sebagian besar berasal dari limbah domestik meskipun pada buangan limbah domestik sudah memenuhi baku mutu buangan. Kemudian pada Tabel 4.27 adalah data kualitas pada hilir untuk tiap skenario. Untuk kondisi sesungguhnya, parameter DO dan BOD tidak memenuhi baku mutu kelas air, sedangkan untuk parameter COD, ammonia, dan TP telah memenuhi baku mutu kelas air.

Tabel 4.27 Data Kualitas Pada Hilir

Skenario	DO	BOD	COD	Amonia	TP
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Baku mutu	4	3	25	-	-
1	2,20	7,05	17,95	0,25	1,42
2	2,21	6,99	17,78	0,25	1,42
3	-	-	-	-	-
4	2,26	6,93	16,88	0,05	0,94
5	4,15	2,78	10,71	0,04	1,28
6	4,01	3,00	11,49	0,15	1,50

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.28 Beban Pencemar Kali Surabaya

Nama	Debit	BOD	COD	Amonia	Fosfor
	m ³ /s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
Industri					
PT. Sinar Baru Surabaya	0,01	43200	86400	0	0
PT. IKI Mutiara	0,011	47520	95040	0	0
Perusahaan Tahu Halim Jaya	0,002	75660,48	179798,4	0	0
PT. Pakabaja	0,0024	3361,306	22212,4	0	0
UD. Bangun	0,0001	0,6048	2,592	0	0
Perusahaan Tahu Budi Purnomo	0,001	29704,32	46837,44	0	0
PT. Jayabaya Raya	0,0003	1,296	131,1552	0	0
PT. Gawerejo	0,001	279,072	547,776	0	0
PT. Bintang Apollo	0,002	24053,76	10445,76	0	0
Domestik					
Saluran Limbah	0,1058	109327,8	324784	109693,4	73128,96
Saluran Limbah	0,204	210802,2	626237,6	211507,2	141004,8
Kali Kedurus	4,08	10811543	14886582	0	0
Rumah Pompa Gunungsari	0,1058	109327,8	324784	109693,4	73128,96

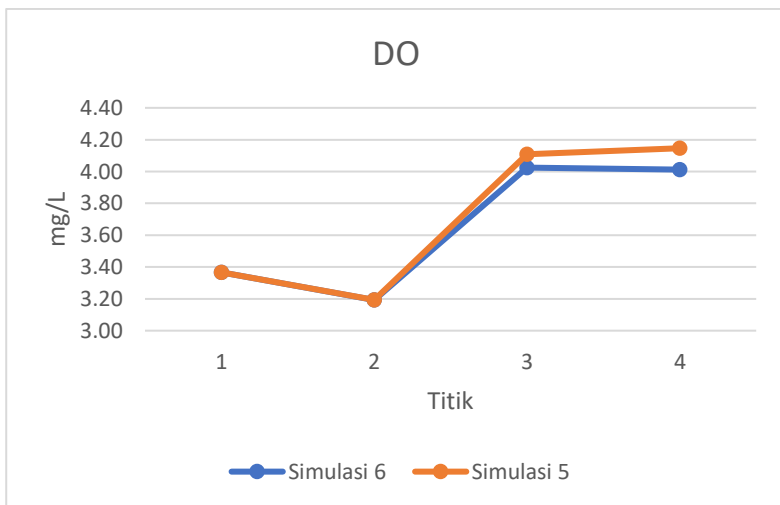
Nama	Debit	BOD	COD	Amonia	Fosfor
	m³/s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
Saluran Limbah	0,204	210802,2	626237,6	211507,2	141004,8

Sumber: Dokumen Pribadi

4.6 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Kali Surabaya

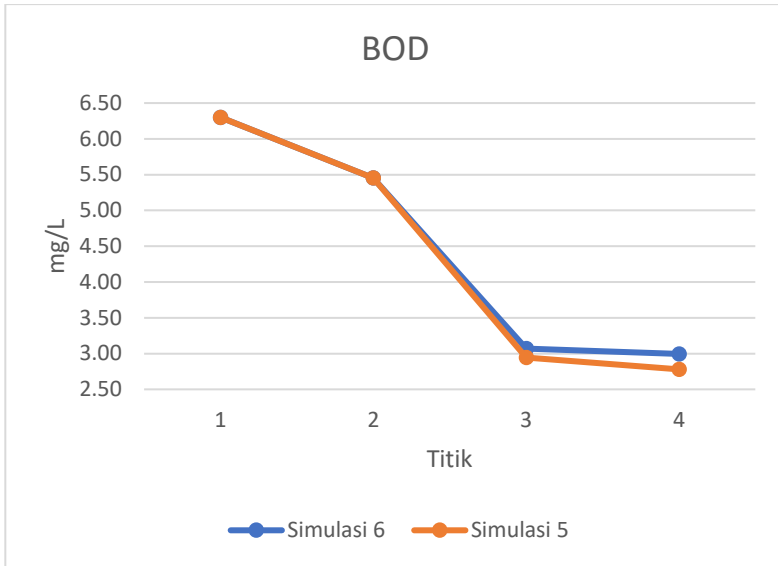
Perhitungan daya tampung beban pencemaran ini berfungsi untuk mengetahui kemampuan badan air Kali Surabaya dalam menjaga agar tidak menjadi kondisi cemar. Perhitungan daya tampung diperoleh dari hasil selisih nilai beban pencemar pada simulasi 6 dan simulasi 5. Simulasi 6 adalah simulasi dimana beban pencemar penuh, dengan tetap mempertahankan kelas air. Sedangkan simulasi 5 adalah simulasi di mana tidak ada beban pencemar, atau dapat disebut sebagai *self-purification*.

Grafik-grafik di bawah menunjukkan perbandingan tiap parameter pada simulasi 5 dan simulasi 6. Pada parameter DO nilai pada simulasi 5 lebih tinggi dibandingkan simulasi 6. Sedangkan untuk parameter lainnya sebaliknya, yakni nilai pada simulasi 6 lebih tinggi dibandingkan simulasi 5. Hal tersebut wajar karena pada simulasi 5 tidak ada beban pencemar yang masuk, sedangkan pada simulasi 6 ada. Nilai DO yang tinggi menunjukkan kondisi yang lebih baik, sedangkan untuk parameter lainnya menunjukkan kondisi yang lebih buruk.

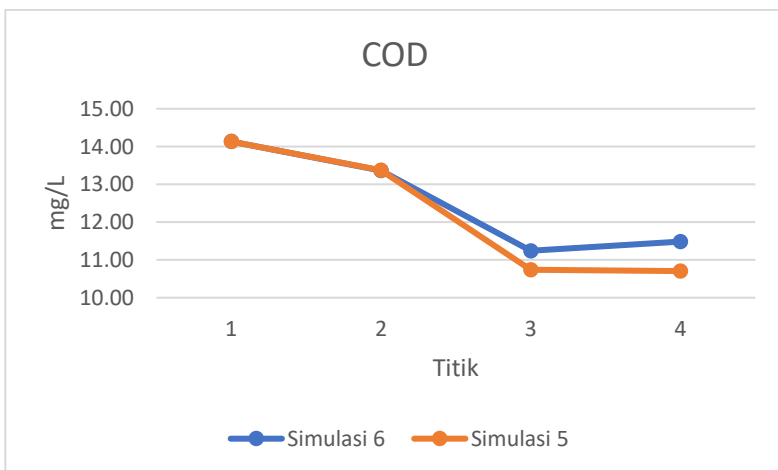


Gambar 4.33 Perbandingan DO Simulasi 6 dan 5

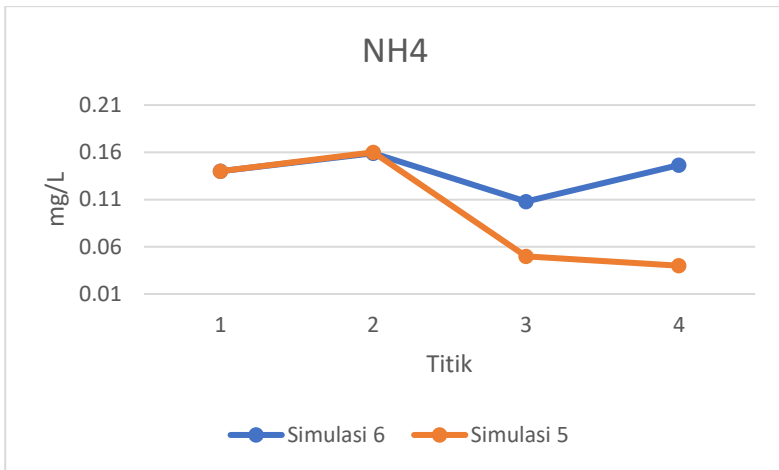
Sumber: Dokumen Pribadi



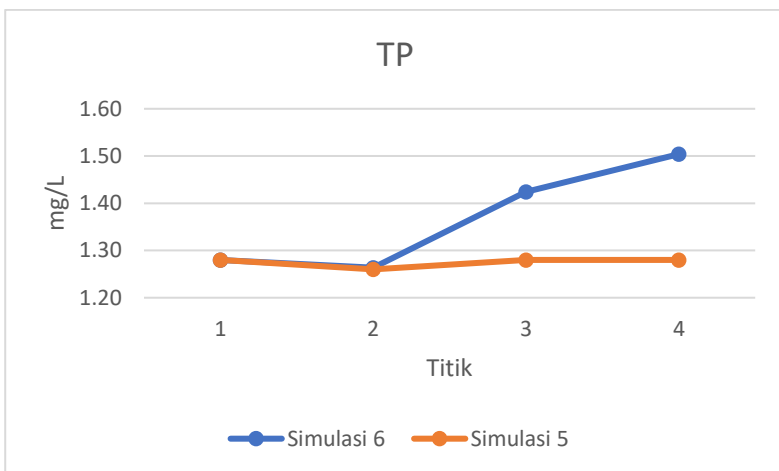
Gambar 4.34 Perbandingan BOD Simulasi 6 dan 5
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.35 Perbandingan COD Simulasi 6 dan 5
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.36 Perbandingan NH4 Simulasi 6 dan 5
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.37 Perbandingan TP Simulasi 6 dan 5
Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.29 Beban Pencemar Simulasi 6

Titik	Q	BOD	COD	NH4	TP
	m3/s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	17	9253,44	20758,55	205,632	1880,064
2	17,012	8013,618	19647,09	233,6998	1857,293
3	17,42617	4622,188	16928,16	162,494	2144,547
4	8,840143	2287,587	8775,221	111,7799	1148,686

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.30 Beban Pencemar Simulasi 5

Titik	Q	BOD	COD	NH4	TP
	m3/s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	17	9253,44	20758,55	205,632	1880,064
2	17	8008,519	19638,16	235,008	1850,688
3	17	4325,265	15771,7	73,44	1880,064
4	8,21	1971,678	7593,614	28,37376	907,9603

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.31 Daya Tampung Per Titik

Titik	BOD	COD	NH4	TP
	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	0	0	3,41E-13	0
2	5,098825	8,924464	-1,30819	6,604826
3	296,9232	1156,458	89,05401	264,4832
4	315,9092	1181,608	83,40615	240,7256

Sumber: Dokumen Pribadi

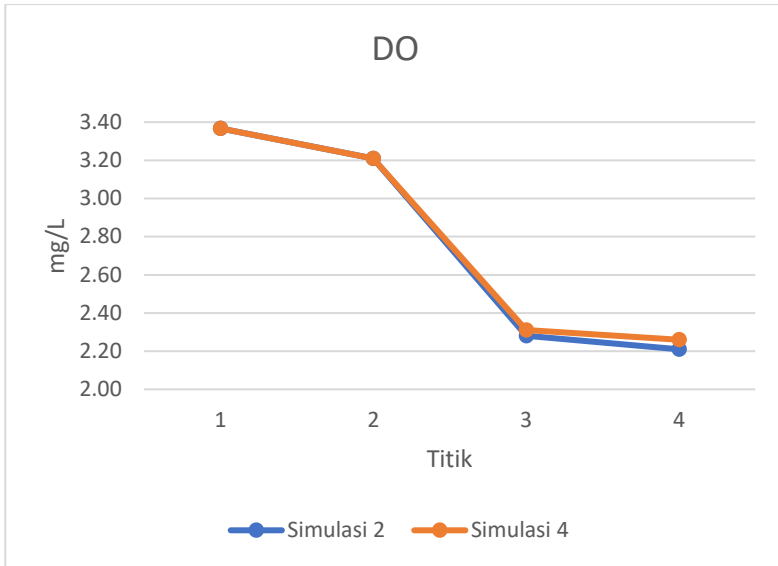
Daya tampung didapatkan dengan cara mengurangi beban pencemar simulasi 6 dengan beban pencemar simulasi 5. Sehingga didapatkan daya tampung seperti pada Tabel 4.31. Untuk parameter ammonia dan TP daya tampung tidak terdefinisi karena pada baku mutu kelas air II angka tidak terdefinisi.

4.7 Perhitungan Besar Pengaruh Buangan Air Limbah Domestik Terhadap Daya Tampung Beban Pencemar Kali Surabaya

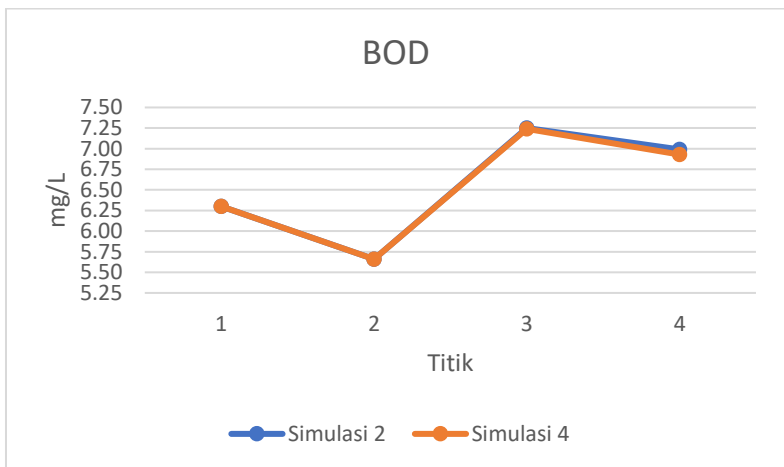
Perhitungan besar pengaruh air limbah domestik dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi 1, simulasi 2, dan simulasi 4. Simulasi 1 adalah simulasi kondisi sebenarnya, simulasi 2 mengabaikan pencemar industri, dan simulasi 4 mengabaikan pencemar domestik.

Untuk menghitung besar pengaruh buangan air limbah domestik, terlebih dahulu dihitung defisit daya tampungnya. Perhitungan dengan cara mengurangi besar beban pencemar simulasi 2 dengan daya tampung. Kemudian dihitung untuk beban pencemar simulasi 4. Hasil perhitungan defisit kemudian dibandingkan pada simulasi 2 dan simulasi 4. Sehingga didapatkan nilai pengaruh air limbah domestik terhadap daya tampung sebesar 55% untuk parameter BOD dan 57% untuk parameter COD. Untuk parameter ammonia dan total fosfor tidak dihitung karena pada baku mutu tidak dicantumkan nilai baku mutunya.

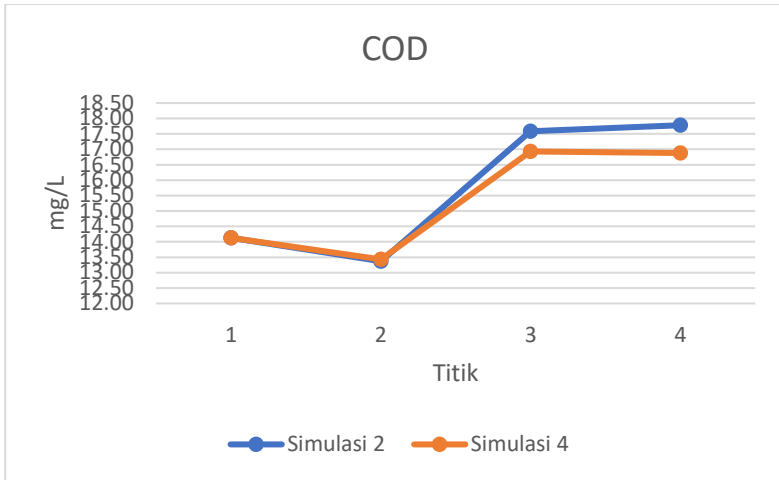
Berdasarkan grafik-grafik di bawah, dapat dilihat perbandingan nilai tiap parameter pada simulasi 2 dan simulasi 4. Parameter DO lebih tinggi pada simulasi 4 walaupun hanya beda sedikit. Sedangkan untuk parameter BOD, COD, ammonia, dan TP nilai pada simulasi 2 lebih tinggi. Pada parameter BOD perbedaan hanya sedikit, namun untuk parameter COD, ammonia, dan TP perbedaan sangat banyak.



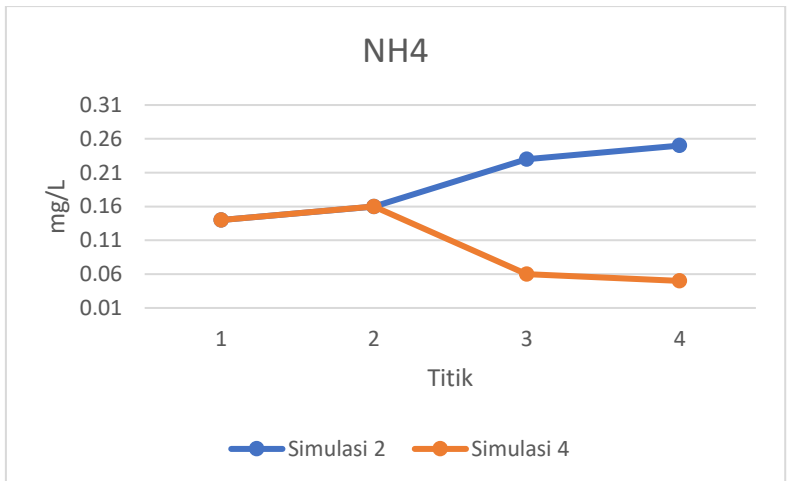
Gambar 4.38 Perbandingan DO Simulasi 2 dan 4
Sumber: Dokumen Pribadi



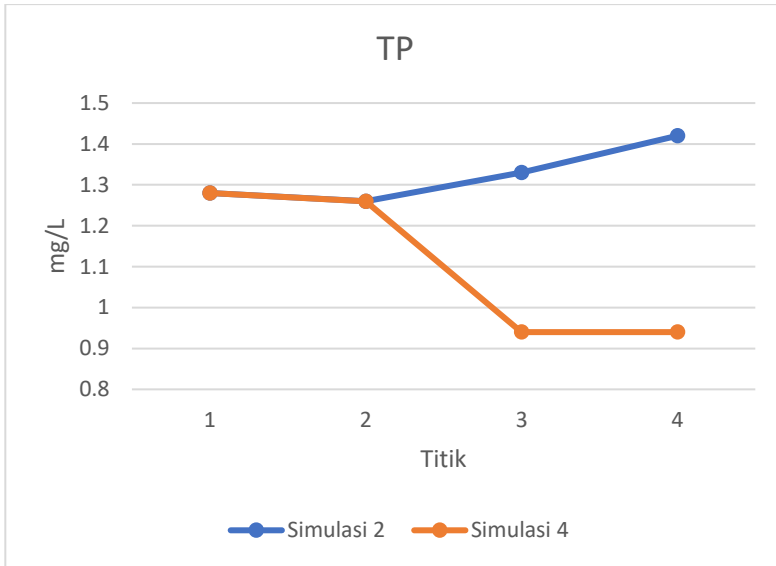
Gambar 4.39 Perbandingan BOD Simulasi 2 dan 4
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.40 Perbandingan COD Simulasi 2 dan 4
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.41 Perbandingan NH4 Simulasi 2 dan 4
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4.42 Perbandingan TP Simulasi 2 dan 4

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.32 Beban Pencemar Simulasi 1

Titik	Q	BOD	COD	NH4	TP
	m3/s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	17	9253,44	20758,55	205,632	1880,064
2	10,212	4991,253	11848,28	141,1707	1111,719
3	15,13474	9564,317	23236,38	300,7576	1739,164
4	6,548711	3991,346	10158,97	141,4522	803,4483

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.33 Beban Pencemar Simulasi 2

Titik	Q	BOD	COD	NH4	TP
	m3/s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	17	9253,44	20758,55	205,632	1880,064
2	10,2	4988,045	11782,71	141,0048	1110,413
3	15,11394	9467,374	22969,81	300,3443	1736,773

Titik	Q	BOD	COD	NH4	TP
	m3/s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
4	6,527911	3942,441	10028,13	141,0029	800,8964

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.34 Beban Pencemar Simulasi 4

Titik	Q	BOD	COD	NH4	TP
	m3/s	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	17	9253,44	20758,55	205,632	1880,064
2	10,212	4993,913	11849,51	141,1707	1111,719
3	14,2598	8920,018	20858,55	73,9228	1158,124
4	5,4698	3275,054	7977,331	23,62954	444,2353

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.35 Besar Defisit Daya Tampung Akibat Limbah Domestik

Titik	BOD	COD	NH4	TP
	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	9253,44	20758,55	205,632	1880,064
2	4982,946	11773,79	142,313	1103,808
3	9170,451	21813,35	211,2903	1472,29
4	3626,532	8846,518	57,59673	560,1708

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4.36 Besar Defisit Daya Tampung Akibat Limbah Industri

Titik	BOD	COD	NH4	TP
	kg/hari	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	9253,44	20758,55	205,632	1880,064
2	4988,814	11840,59	142,4789	1105,114
3	8623,095	19702,09	-15,1312	893,6407
4	2959,144	6795,724	-59,7766	203,5096

Sumber: Dokumen Pribadi

Perhitungan besar pengaruh dilakukan dengan membandingkan nilai defisit daya tampung akibat limbah domestik dengan akibat limbah industri. Contoh perhitungan dapat dilihat di bawah.

$$\begin{aligned} \% &= \frac{DefD}{DefD + DefI} \times 100\% \\ \% &= \frac{3626,532}{3626,532 + 2959,144} \times 100\% \\ \% &= 55\% \end{aligned}$$

DefD = Defisit daya tampung limbah domestik

DefI = Defisit daya tampung limbah industri

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Daya tampung beban pencemar Kali Surabaya di setiap segmen adalah:
 - BOD
 - a) Segmen Karang Pilang – Sepanjang DTBP sebesar 5,098 kg/hari
 - b) Segmen Sepanjang – Gunungsari DTBP sebesar 296,923 kg/hari
 - c) Segmen Gunungsari – Ngagel DTBP sebesar 315,909 kg/hari
 - COD
 - a) Segmen Karang Pilang – Sepanjang DTBP sebesar 8,924 kg/hari
 - b) Segmen Sepanjang – Gunungsari DTBP sebesar 1156,458 kg/hari
 - c) Segmen Gunungsari – Ngagel DTBP sebesar 1181,608 kg/hari
 - Amonia
 - a) Daya tampung tidak terdefinisi karena pada baku mutu tidak disebutkan angkanya (-)
 - Fosfor
 - a) Daya tampung tidak terdefinisi karena pada baku mutu nilai Total Fosfor (TP) tidak disebutkan
2. Besar pengaruh buangan air limbah domestik terhadap daya tampung beban pencemar sebesar 55% untuk BOD dan 57% untuk COD.

5.2 Saran

1. Perlunya penggunaan data yang terkini, terutama untuk data kualitas air, agar hasil lebih akurat.
2. Perlu adanya kajian serupa namun menggunakan metode lain, contohnya menggunakan aplikasi WASP oleh EPA.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambrose, R. B., Wool, T. A., & Thomas, B. O. (2009). Development of Water Quality Modelin in the United States. *Environmental Engineering Research*, 200-210.
- Anonim. (2013). *Laporan Penelitian Badan Lingkungan Hidup Surabaya 2013*. Kota Surabaya.
- Aprilia, Y., Ciptomulyono, U., & Santosa, B. (2010). Pengembangan Model Optimasi Manajemen Pengelolaan Limbah Industri di Sepanjang Kali Surabaya dengan Model Interval Goal Programming (IGP). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XII*.
- Benedini, M., & Taskiris, G. (2013). *Water Quality Modelling for Rivers and Streams*. New York: Springer.
- Brummer, J. R., Keely, J. A., & Munday, T. F. (2005). Phosphorus. In K. Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*.
- Capacasa, J. (2008). *Nutrient and sediment TMDLs for the southampton Creek Watershed, Pennsylvania: Modeling Report*. US EPA.
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). Nonpoint Pollution of Surface Water with Phosphorus and Nitrogen. *Ecological Application*, 559-568.
- Clesceri, L., Greenberg, A., & Eaton, A. (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition*. New York: APHA, AWWA, WEF.
- Dewanto, U. M. (2015, Juli 12). Waspada Pencemaran Kali Surabaya Saat Musim Libur Lebaran. (A. Faizal, Interviewer)
- Dilks, D. D., & Pendergast, J. F. (2000). Comparison of Dynamic and Steady-State Models for Determining Water Quality Based National Pollutant Discharge Elimination System Limits for Toxic. *Water Environment Federation*, 225-229.

- Dionisi, D. (2017). *Biological Wastewater Treatment Processes*. Florida: CRC Press.
- Febriyana, N. A., & Masduqi, A. (2016). Penentuan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Tambangan Cangkir - Bendungan Gunungsari dengan Pemodelan QUAL2Kw. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- Fitriatien, S. R., Irawan, M. I., & Karnaningroem, N. (2014). Pola Sebaran Polutan di Kali Surabaya Menggunakan Jaringan Kohonen. *Prosiding Seminar Teknologi Lingkungan*.
- Gao, L., & Li, D. (2014). A Review of Hydrological/Water-Quality Models. *Front Agriculture Science Engineering*, 267-276.
- Hadiyanti, F. (2017). Studi Beban Pencemar di Kali Kedurus terhadap Kali Surabaya. *Undergraduate Thesis*.
- Hammer, M. J., & Viessman, W. (2005). *Water Supply and Pollution Control*. Michigan: Pearson Prentice Hall.
- Heathcote, I. W. (2009). A Review and Comparison of Dissolved Oxygen Models Appropriate for the Grand River Watershed. *Wyndham Research Inc*.
- Hindriani, H., Sapei, A., Suprihatin, & Machfud. (2013). Pengendalian Pencemaran Sungai Ciujung Berdasarkan Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran. *Jurnal Sumber Daya Air*, 9(2), 169-184.
- Irsanda, P. G., Karnaningroem, N., & Bambang, D. S. (2014). Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo dengan Metode QUAL2Kw. *Jurnal Teknik POMITS*, 48-52.
- Marlina, N., Kasam, & Juliani, A. (2015). Evaluasi Daya Tampung Terhadap Beban Pencemar Menggunakan Model Kualitas Air (Studi Kasus: Sungai Winongo). *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 4(2), 75-88.
- Maulidya, I. (2009). *Studi Daya Dukung dan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Gunungsari-Jagir dengan Metode*

Linear Programming. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan.

- Maulidya, I., & Karnaningroem, N. (2010). *Studi Daya Dukung dan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Gunungsari - Jagir Dengan Metode Linear Programming*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan.
- Miller, G. C. (1981). Ammonia. *Journal of Chemical Education*, 424-426.
- Naykki, T., Jalukse, L., Helm, I., & Leito, I. (2013). Dissolved Oxygen Concentration Interlaboratory Comparison: What Can We Learn? *Water*, 420-442.
- Novitasari, A. K., & Soedjono, E. S. (2015). Analisis Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar di Kali Surabaya. *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII*.
- Nurbaya, S. (2017, Desember 18). Proper 2017: Ketaatan Perusahaan Naik Jadi 92%. (I. Augustine, Interviewer)
- Packman, J., Comings, K., & Booth, D. (1999). Using Turbidity to Determine Total Suspended Solids in Urbanizin Streams in the Puget Lowlands. *Canadian Water Resources Association*, 158-165.
- Pavita, K. D., Widiatmono, B. R., & Dewi, L. (2014). Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah Domestik (Studi Kasus Kali Surabaya - Kecamatan Wonokromo). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Peavy, H. S., Rowe, D. R., & Tchobanoglous, G. (1985). *Environmental Engineering*. Michigan: McGraw-Hill.
- Pelletier, G., Chapra, S., & Tao, H. (2005). QUAL2Kw - A Framework for Modelling Water Quality in Streams and Rivers Using A Genetic Algorithm for Calibration. *Environmental Modelling & Software*, 419-425.

- Persada , R., & Purnomo, A. (2018). Analisis Air Baku Prioritas Skala Kota (Studi Kasus: PDAM Surya Sembada Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 7(1).
- Poediastuti, H. (2012). Pengaruh Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik. *Jurnal Lingkungan Sultan Agung*, 64-77.
- Prakoso, D., & Tangahu, B. V. (2016). Desain IPAL Komunal Limbah Domestik Perumahan Sukolilo Dian Regency Dengan Teknologi Constructed Wetland. *Jurnal Teknik ITS*, 157 - 161.
- Qing, F., Binghui, Z., Zhao, X., Wang, L., & Liu, C. (2012). Ammonia Pollution Characteristics of Centralized Drinking Water Sources in China. *Journal of Environmental Science*, 1739-1743.
- Rahmawati, A. A., & Azizah, R. (2005). Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform pada Air Limbah, Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 97-110.
- Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup.
- Republik Indonesia. (2013). *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*. Surabaya: Pemerintah Provinsi Jawa Timur.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Emma, Y. (2014). Analisa Status Mutu Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19-26.

- Setiawati, R. T., & Purwanti, I. F. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 42-46.
- Shanahan, P., & M. Henze. (1998). River Water Quality Modelling: II. Problems of the Art. *Water Science Technology*, 245-252.
- Sharma, D., & Kansal, A. (2013). Assessment of River Quality Models: A Review. *Review Environ Sci Biotechnol*, 285-311.
- Sumiyarsono, E. (2018). *Model Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya*. Surabaya: Departemen Teknik Lingkungan.
- Syahputra, B. (2012). Penentuan Faktor Jam Puncak dan Harian Maksimum Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik di Kecamatan Kalasan, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Lingkungan Sultan Agung*, 1-15.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

LAMPIRAN



Titik Sampling Karangpilang



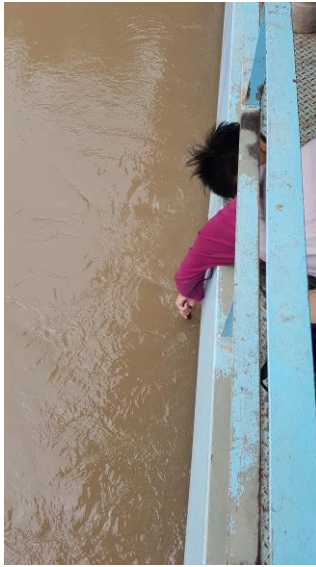
Titik Sampling Sepanjang



Titik Sampling Gunungsari



Titik Sampling Ngagel



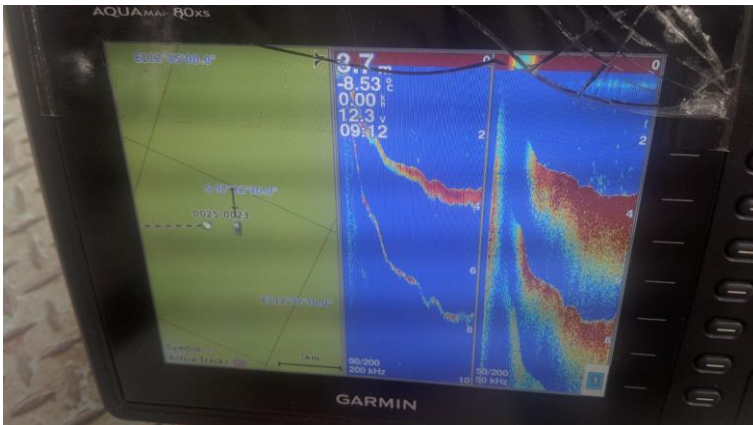
Pengukuran DO



Pengambilan Sampel Air



Pengukuran Kecepatan Aliran



Perekaman Data Kedalaman dan Lebar Sungai

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, 16 Oktober 1995. Penulis menempuh Pendidikan di Kota Surabaya, tepatnya di SD Integral Luqman Al-Hakim (2002-2008), SMPN 6 Surabaya (2008-2011), dan SMAN 5 Surabaya (2011-2014). Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan sarjana di Departemen Teknik Lingkungan; Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan; ITS.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti kegiatan akademis dan non-akademis. Pada tahun pertama penulis mengikuti Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional kategori Kewirausahaan dan terdantai. Pada tahun kedua penulis menjadi staff design pada Envimagz dan staff design pada program Open Defecation Free Surabaya. Pada tahun ketiga penulis menjadi staff design pada Envimagz untuk kedua kalinya. Penulis telah melaksanakan kerja praktik di Pabrik Gula Gempolkrep Mojokerto dan Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui surat elektronik asyam.md16@gmail.com.

Halaman ini sengaja dikosongkan.



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Agung Melasyan Pary
NRP : 52114000089
Judul Tugas Akhir : Studi Pengaruh Beban Air Limbah Domestik Terhadap Daya Tampung Beban Pencemar Kedi Biralaya (Kawasan Sarungpang-Ngajel) Dengan Model QUAL2Kw

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	<u>Bu Nieke</u> <ul style="list-style-type: none">- Contoh Perhitungan RMPSE?- Teori daya dukung, daya tampung, simulasi, validasi- Kesimpulan ke 2- Cara menghitung DD & DT- Data mana dijelaskan bahwa yang dipakai 2/d 2015	<u>Bu Nieke</u> <ul style="list-style-type: none">- contoh perhitungan sudah dicantumkan- teori sudah dicantumkan di BAB 2 dan BAB 3- kesimpulan sudah diperbaiki- cara menghitung sudah dicantumkan di BAB 2- sudah dijelaskan di Saran <u>Pak MATT</u> <ul style="list-style-type: none">- abstrak sudah diperbaiki- di TA dan jurnal-jurnal tidak ada, sehingga DTSP tidak keluar DD- Saran sudah dibuat- sudah mau diperbaiki
2.	<u>Pak Man</u> <ul style="list-style-type: none">- Perbaiki abstrak- cek kesimpulan apakah daya tampung tsb (kisar DD)- Para lain ada- lihat contoh pada draft TA	<u>Pak Ali</u> <ul style="list-style-type: none">- kesimpulan sudah diperbaiki- Saran sudah dibuat- perhitungan sudah saya koreksi, sudah diperbaiki- Koreksi penulisan, lihat buku
3.	<u>Pak Ali</u> <ul style="list-style-type: none">- Kesimpulan diperbaiki- Saran dibuat- perhitungan dicek kembali- Koreksi penulisan, lihat buku	<u>Pak Eddy</u> <ul style="list-style-type: none">- sudah diperbaiki- Paper permits sudah dibuat
4.	<u>Pak Eddy</u> <ul style="list-style-type: none">- Bisa menjelaskan apa yang ditulis, ada di dalam skripsi- Buat Paper!	

Dosen Pembimbing

Eddy
Dr. Eddy Cahyadi Sirendona, Dpt. Sc., M.Sc., Ph.D.

Mahasiswa Ybs.,

Agung Melasyan Pary
Agung Melasyan Pary

Halaman ini sengaja dikosongkan.



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 8 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 101
Judul : STUDI PENGARUH BUANGAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERHADAP DAYA TAMPUNG BEBAN
PENCEMAR KALI SURABAYA (SEGMENT KARANGPILANG – NGAGEL) DENGAN MODEL
QUAL2KW
Nama : Asyram Mulayyan Dary
NRP. : 03211440000091: 03211440000091
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1	Kesimpulan diperbaiki
2	Saran dibuat
3	Perhitungan dicek kembali (DTBP)
4	Koreksi penulisan, lihat buku.

Almasduqi
22/7/2019

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

Almasduqi
()



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

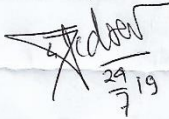
Hari, tanggal : Senin, 8 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 101
Judul : STUDI PENGARUH BUANGAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERHADAP DAYA TAMPUNG BEBAN

Nilai TOEFL 610

PENCEMAR KALI SURABAYA (SEGMENT KARANGPILANG – NGAGEL) DENGAN MODEL QUAL2KW

Nama : Asyam Mulayyan Dary
NRP. : 0321144000091
Topik : Penelitian Lapangan

Tanda-Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
-	Bisa menjelaskan apa yg ditulis: ada di dalam skripsi.
-	Buat paper! 

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 8 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 101
Judul : STUDI PENGARUH BUANGAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERHADAP DAYA TAMPUNG BEBAN
PENCEMAR KALI SURABAYA (SEGMENT KARANGPILANG - NGAGEL) DENGAN MODEL
QUAL2KW
Nama : Asyam Mulyan Dary
NRP. : 03211440000091: 03211440000091
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Contoh pembuatan RMPSE? & Tambahan dim teor
2.	Teori validasi & teori simulasi, Daya Tampung & D. Dulcuzi
3.	Kesimpulan ke 2. ✓
4.	cara mengubik DD & DT ✓
5.	Data harus disajikan blw yg dipakai 3/2 2015. ✓

ma Mike 24/07/19

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

()



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 8 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 101
Judul : STUDI PENGARUH BUANGAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERHADAP DAYA TAMPUNG BEBAN
PENCEMAR KALI SURABAYA (SEGMENT KARANGPILANG - NGAGEL) DENGAN MODEL
QUAL2KW
Nama : Asyam Mulayyan Dary
NRP. : 0321144000091; 0321144000091
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
	<p>Perbaiki abstrak ada kesimpulan apakah daya tampung air. kean. BO ?</p> <p>Saran belum ada. lihat carteran pel. draft IT.</p> <p>24/07/19 AS</p>

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensinya kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji : Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.Eng., PhD

Dosen Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

(AS)

(Eddy)



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Asyraf Mulyawan Rizy
NRP : 03211440000091
Judul : Studi Rancang Bangun Air Limbah Pemukiman Terhadap Rupa Tampang Cakrawala
Kawasan Tani Desa Baga Cigugur, Kecamatan Manggalidamar, Kabupaten Cirebon

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	24/3 '19	Selatan ke lapangan	
2	28/3 '19	Perbaikan B.A	
3	25/3 '19	Peminjaman alat hidrologis	
4	06/3 '19	Peminjaman alat DO meter	
5	07/3 '19	Asistensi pengambilan sampel pertama	
6	1/4 '19	Asistensi pengambilan sampel kedua	
7	7/4 '19	Asistensi pengambilan sampel ketiga	
8	22/4 '19	Asistensi draft progres	

Surabaya,
Dosen Pembimbing

28/4/19