

**STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
KALI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PAKET  
PROGRAM QUAL2KW**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun Oleh :

**ASTRID HERERA H**  
**NIM. 0610640014-64**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN PENGAIRAN  
MALANG  
2013**

**STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
KALI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PAKET  
PROGRAM QUAL2KW**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun Oleh :

**ASTRID HERERA H**  
**NIM. 0610640014-64**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST.,MT.**  
NIP. 19750227 199903 1 001

**Ir. Moch. Sholichin, MT., Ph.D.**  
NIP. 19670602 199802 1 001

**STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
KALI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PAKET  
PROGRAM QUAL2KW**

*Disusun Oleh :*

**ASTRID HERERA H  
NIM. 0610640014-64**

**Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 2 Agustus 2013**

**Majelis Penguji :**

Dosen Pembimbing dan Penguji

Dosen Pembimbing dan Penguji

**Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST.,MT.  
NIP. 19750227 199903 1 001**

**Ir. Moch. Sholichin, MT., Ph.D.  
NIP. 19670602 199802 1 001**

Dosen Penguji

Dosen Penguji

**Dr. Eng. Emma Yuliani, ST., MT.  
NIP. 19750723 200003 2 001**

**Ir. Rini Wahyu Sayekti, MS.  
NIP. 19600907 198603 2 002**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Pengairan**

**Ir. Dwi Priyantoro, MS  
NIP. 19580502 198503 1 001**



## RINGKASAN

ASTRID HERERA H. 0610640014. Juni 2013. *Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya dengan Menggunakan Paket Program QUAL2Kw.* Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Dosen Pembimbing : Dr. Eng. DONNY HARISUSENO, ST.,MT. dan Ir. H. M. SHOLICHIN, MT.Ph.D.

Kali Surabaya merupakan anak Sungai Brantas yang terletak di Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Kali Surabaya berfungsi sebagai saluran drainase tidak saja bagi wilayah perkotaan tetapi juga dari lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan beban pencemaran dari anak sungai dan saluran sebagai *point source*, menganalisis beban pencemaran dan mengaplikasikan model QUAL2Kw untuk menentukan beban pencemaran maksimum yang boleh dibuang ke badan air di Kali Surabaya.

Sumber pencemar di lokasi studi berasal dari domestik, lahan pertanian dan industri. Parameter kualitas air yang dianalisa adalah DO, BOD<sub>5</sub> dan NO<sub>3</sub>-N. Data sekunder seperti data monitoring kualitas air, debit dan klimatologi didapatkan dari instansi terkait. Analisis daya tampung beban pencemaran menggunakan Model QUAL2Kw yang merupakan metode yang direkomendasikan penggunaannya dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.

Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa di semua bagian Kali Surabaya beban pencemaran (parameter BOD<sub>5</sub>) sudah melebihi baku mutu air kelas II. Hasil penelitian menunjukkan Kali Surabaya masih memiliki daya tampung terhadap BOD<sub>5</sub> dan NO<sub>3</sub>-N pada kualitas baku mutu air kelas II. Kali Surabaya memiliki daya tampung terhadap BOD<sub>5</sub> adalah sebesar 15.499,35 Kg/hari dan NO<sub>3</sub>-N sebesar 1.030,13 Kg/hari.

---

Kata kunci : daya tampung, beban pencemaran, Qual2Kw, kualitas air



**ABSTRACT**

ASTRID HERERA H. 0610640014. June 2013. STUDY DETERMINING OF POLLUTION LOAD CAPACITY ON SURABAYA RIVER USING QUAL2Kw. POST GRADUATE OF WATER RESOURCES ENGINEERING UNIVERSITY OF BRAWIJAYA MALANG, EAST JAVA. LECTURE : Dr. Eng. DONNY HARISUSENO, ST.,MT. dan Ir. H. M. SHOLICHIN, MT.Ph.D.

*Surabaya river is a tributary of Brantas river that located in Surabaya City, East Java Province. Surabaya river has function as a drainage channel not only from urban area but also from agricultural. The research objectives were determine of pollution loads from tributaries as a point source, analyze of water pollution load and apply of Qual2Kw model to determine of the maximum pollution load on Surabaya River.*

*Primary data conducted with collected water sample at each segment that it representation of sources of water pollution. The water pollution sources on study area from domestic, agricultural and industrial. Water parameter was analysis such as DO (Dissolved Oxygen), BOD<sub>5</sub> (Biochemical Oxygen Demand), and NO<sub>3</sub>-N (nitrate). Secondary data such as water quality monitoring data and discharge, and climatological obtained from the Institution according to authorities. The analysis of pollution load capacity using QUAL2Kw model that is method was recommended by on Regulation of the Minister of Environment No.01of 2010 on Water Pollution Control Procedure).*

*Based on results simulation that at all reach Ngrowo River the pollution load (BOD<sub>5</sub> parameter) already exceed of class II of water quality standard. The results show Surabaya River has capacity load of BOD<sub>5</sub> and NO<sub>3</sub>-N in wet season on class II water quality standard. Surabaya River the capacity of the BOD<sub>5</sub> is equal to 15.499,35 kg / day and NO<sub>3</sub>-N by 1.030,13 kg /day.*

---

*Key word : pollution load, Qual2Kw Model, water quality*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat manusia.

Skripsi yang berjudul “STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN KALI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PAKET PROGRAM QUAL2Kw“ ini merupakan salah satu syarat wajib bagi setiap mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya guna memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Begitu banyak pihak yang penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas terselesaiannya penyusunan skripsi ini. Tanpa bantuan, dukungan maupun kritikan dari mereka semua, ide maupun pemikiran penulis akan menjadi sangat terbatas. Terima kasih setulusnya penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Ir. M. Sholichin, MT., Ph.D selaku dosen pembimbing.
3. Ibu Emma Yuliani ST., MT., Ph.D selaku dosen penguji.
4. Ibu Ir. Rini Wahyu Sayekti, MS selaku dosen penguji.
5. Mama, yang tersayang, adik-adik serta seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberi motivasi selama studi dan penyusunan skripsi.
6. Sahabat saya tercinta dan seluruh teman-teman Teknik Pengairan Angkatan 2006. Yang telah memberikan semangat dan motivasinya.

Penulis sadar bahwa laporan ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca serta Bapak, Ibu dosen pembimbing dan penguji. Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan pengetahuan bagi yang membacanya. Amin.

Malang, Agustus 2013

Penulis

Astrid Herera H.



## DAFTAR ISI

### **HALAMAN JUDUL**

### **LEMBAR PENGESAHAN**

**HALAMAN RINGKASAN (BAHASA INDONESIA)** ..... i

**HALAMAN RINGKASAN (BAHASA INGGRIS)** ..... ii

**KATA PENGANTAR** ..... iii

**DAFTAR ISI** ..... iv

**DAFTAR TABEL** ..... vii

**DAFTAR GAMBAR** ..... ix

### **DAFTAR LAMPIRAN**

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Identifikasi Masalah	2
1.3.	Batasan Masalah	4
1.4.	Rumusan Masalah	4
1.5.	Tujuan Penelitian	5
1.6.	Manfaat Penelitian	5

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1.	Umum	6
2.2.	Parameter Pencemar Air	7
2.2.1.	Standar Mutu Air Secara Fisik	7
2.2.2.	Standar Mutu Air Secara Kimia	9
2.2.3.	Standar Mutu Air Secara Mikrobiologi	11
2.3.	Penggolongan Air Sesuai Peruntukannya	12
2.4.	Potensi Pencemaran Air	12
2.4.1.	Air Limbah Domestik	13
2.4.2.	Air Limbah Industri	14
2.4.3.	Air Limbah Pertanian	15
2.5.	Perhitungan Proyeksi Penduduk	15
2.6.	Beban Pencemaran	16
2.7.	Daya Tampung Beban Pencemaran	16



2.7.1. Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Metode Neraca Massa .....	17
2.7.2. Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Metode <i>Treeter-Phelps</i> .....	18
2.8. Metode Komputasi.....	19
2.8.1 Model QUAL2E .....	19
2.8.2 Model QUAL2Kw .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1.Lokasi Penelitian.....	22
3.2.Langkah Penyelesaian Skripsi .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Kondisi Daerah Penelitian .....	30
4.1.1. Umum .....	30
4.1.2. Kondisi Hidrolis Kali Surabaya.....	30
4.2. Model QUAL2Kw .....	31
4.3. Debit dan Kualitas Air Kali Surabaya .....	32
4.3.1 Debit Kali Surabaya .....	32
4.3.2 Kualitas Air Kali Surabaya.....	32
4.4. Segmentasi Kali Surabaya .....	35
4.5. Klimatologi.....	37
4.5.1. Suhu Udara .....	37
4.5.2. Suhu Titik Embun.....	38
4.5.3. Kecepatan Angin .....	38
4.5.4. Tutupan Awan .....	39
4.5.5. Radiasi Cahaya Matahari.....	39
4.6. Pembangunan Model .....	40
4.6.1. Data Debit Air Sumber Pencemar .....	40
4.6.2. Kualitas Air Sumber Pencemar .....	41
4.7. Penggunaan Air Kali Surabaya .....	42
4.8. Lembar Kerja Data .....	44
4.9. Simulasi Kualitas Air .....	50
4.9.1. Skenario 1 – Sumber Pencemar Eksisting.....	51
4.9.2. Skenario 2 – Sumber Pencemar Memenuhi BMAL .....	54
4.9.3. Skenario 3 – Sumber Pencemar Estimasi 2017 .....	57

4.9.4. Skenario 4 – Tidak ada Sumber Pencemar .....	61
4.9.5. Skenario 5 – Sumber Pencemar di <i>trial &amp; error</i> .....	64
4.10. Penentuan Daya Tampung.....	66
4.11. Penurunan Beban Pencemaran .....	70

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan .....	74
5.2. Saran .....	75



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1.	Klasifikasi Mikroorganisme dalam Air Limbah .....	12
Tabel 2.2.	Parameter Kualitas Air yang Digunakan .....	21
Tabel 3.1.	Skenario Simulasi .....	27
Tabel 4.1.	Kondisi Hidrolis Kali Surabaya .....	30
Tabel 4.2.	Debit Air Kali Surabaya .....	32
Tabel 4.3.	Data Rata-Rata Kualitas Air di Cangkir Tambangan (Hulu) Tahun 2012	34
Tabel 4.4.	Data Rata-Rata Kualitas Air di Jagir (Hilir) Tahun 2012 .....	34
Tabel 4.5.	Pembagian Segmen Kali Surabaya .....	35
Tabel 4.6.	Debit Air Sumber Pencemar .....	41
Tabel 4.7.	Kualitas Air Limbah Industri yang dibuang ke Kali Surabaya .....	41
Tabel 4.8.	Kualitas Air Anak Sungai di Kali Surabaya .....	41
Tabel 4.9.	Data Intake Anak Sungai Rata-Rata .....	42
Tabel 4.10	Data Pengambilan Air Rata-Rata untuk Industri .....	43
Tabel 4.11.	Kualitas Air Kali Surabaya tahun 2006-2012 .....	44
Tabel 4.12.	Koefisien Model .....	46
Tabel 4.13.	Perbandingan model dan data untuk parameter pH .....	47
Tabel 4.14.	Perbandingan model dan data untuk parameter temperatur .....	47
Tabel 4.15.	Perbandingan model dan data untuk parameter DO .....	48
Tabel 4.16.	Perbandingan model dan data untuk parameter $BOD_5$ .....	49
Tabel 4.17.	Perbandingan model dan data untuk parameter $NO_3-N$ .....	49
Tabel 4.18.	Skenario Simulasi .....	51
Tabel 4.19.	Baku Mutu Air Kelas II .....	52
Tabel 4.20.	Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO .....	52
Tabel 4.21.	Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter $BOD_5$ .....	53
Tabel 4.22.	Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter $NO_3-N$ .....	53
Tabel 4.23.	Baku Mutu Air Limbah Cair Kelas III .....	55
Tabel 4.24.	Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO .....	55

Tabel 4.25. Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD <sub>5</sub> .....	56
Tabel 4.26. Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter NO <sub>3</sub> -N .....	56
Tabel 4.27. Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO .....	59
Tabel 4.28. Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD <sub>5</sub> .....	60
Tabel 4.29. Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter NO <sub>3</sub> -N .....	60
Tabel 4.30. Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO .....	62
Tabel 4.31. Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD <sub>5</sub> .....	63
Tabel 4.32. Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter NO <sub>3</sub> -N .....	63
Tabel 4.33. Perbandingan Hasil Simulasi 5 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO .....	64
Tabel 4.34. Perbandingan Hasil Simulasi 5 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD <sub>5</sub> .....	65
Tabel 4.35. Perbandingan Hasil Simulasi 5 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter NO <sub>3</sub> -N .....	66
Tabel 4.36. Konsentrasi inflow Pencemar di Kali Surabaya Hasil Simulasi 4 .....	67
Tabel 4.37. Inflow Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi 4 .....	67
Tabel 4.38. Konsentrasi inflow Pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi 5 .....	68
Tabel 4.39. Inflow Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi 5 .....	68
Tabel 4.40. Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya .....	69
Tabel 4.41. Konsentrasi inflow Pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi 1 .....	70
Tabel 4.42. Inflow Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi 1 .....	70
Tabel 4.43. Konsentrasi inflow Pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi 5 .....	71
Tabel 4.44. Inflow Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi 5 .....	71
Tabel 4.45. Persen Penurunan Beban pencemaran Air Kali Surabaya .....	73

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1.	Perbandingan Kondisi Hulu dan Hilir Kali Tengah.....	2
Gambar 1.2.	Kali Kedurus Bagian Hulu.....	3
Gambar 2.1.	Tahapan Penetapan Daya Tampung .....	18
Gambar 3.1.	Lokasi Penelitian dari Peta Wilayah Sungai Brantas.....	23
Gambar 3.2.	Peta Lokasi Penelitian.....	24
Gambar 3.3.	Skema Sumber Pencemar dan Stasiun Monitoring.....	25
Gambar 3.4.	Diagram Alir Penggerjaan Skripsi.....	29
Gambar 4.1.	Lembar kerja QUAL2Kw .....	31
Gambar 4.2.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya (Parameter DO) tahun 2008 .....	33
Gambar 4.3.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya (Parameter DO) tahun 2012 .....	33
Gambar 4.4.	Lembar Kerja <i>Headwater (Headwater Water Quality)</i> .....	34
Gambar 4.5.	Lembar Kerja <i>Headwater (Downstream Boundary Water Quality)</i> ....	35
Gambar 4.6.	Pembagian Reach untuk model QUAL2Kw.....	36
Gambar 4.7.	Masukan Sumber Pencemar Kali Surabaya pada Reach 1 dan Reach 2.....	36
Gambar 4.8.	Masukan Sumber Pencemar Kali Surabaya pada Reach 3 dan Reach 4.....	37
Gambar 4.9.	Lembar Kerja Reach (a).....	37
Gambar 4.10.	Lembar Kerja Reach (b) .....	37
Gambar 4.11.	Lembar Kerja <i>Air Temperature</i> .....	38
Gambar 4.12.	Lembar Kerja <i>Dew-Point Temperature</i> .....	38
Gambar 4.13.	Lembar Kerja <i>Wind Speed</i> .....	39
Gambar 4.14.	Lembar Kerja <i>Cloud Cover</i> .....	39
Gambar 4.15.	Lembar Kerja <i>Shade</i> .....	40
Gambar 4.16.	Lembar Kerja <i>Point Sources Inflow</i> (a) .....	42
Gambar 4.17.	Lembar Kerja <i>Point Sources Inflow</i> (b) .....	42
Gambar 4.18.	Lembar Kerja <i>Point Sources Abstraction</i> .....	43
Gambar 4.19.	Lembar Kerja <i>Diffuse Sources</i> .....	43
Gambar 4.20.	Lembar Kerja WQ Data .....	44
Gambar 4.21.	Lembar Kerja WQ Data minimum .....	45
Gambar 4.22.	Lembar Kerja WQ Data maximum.....	45
Gambar 4.23.	Lembar Kerja <i>Temperature Data</i> .....	45

Gambar 4.24.	Lembar Kerja <i>Hydraulics Data</i> .....	46
Gambar 4.25.	Perbandingan Model dan Data untuk Parameter pH .....	47
Gambar 4.26.	Perbandingan Model dan Data untuk Parameter Temperatur.....	48
Gambar 4.27.	Perbandingan Model dan Data untuk Parameter DO.....	48
Gambar 4.28.	Perbandingan Model dan Data untuk Parameter BOD <sub>5</sub> .....	49
Gambar 4.29.	Perbandingan Model dan Data untuk Parameter NO <sub>3</sub> -N .....	50
Gambar 4.28.	<i>Fitness</i> pada <i>worksheet Rates</i> .....	50
Gambar 4.31.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter DO Simulasi 1 .....	52
Gambar 4.32.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter BOD <sub>5</sub> Simulasi 1 .....	53
Gambar 4.33.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter NO <sub>3</sub> -N Simulasi 1 .....	54
Gambar 4.34.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter DO Simulasi 2 .....	55
Gambar 4.35.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter BOD <sub>5</sub> Simulasi 2 .....	56
Gambar 4.36.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter NO <sub>3</sub> -N Simulasi 2 .....	57
Gambar 4.37.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter DO Simulasi 3 .....	59
Gambar 4.38.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter BOD <sub>5</sub> Simulasi 3 .....	60
Gambar 4.39.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter NO <sub>3</sub> -N Simulasi 3 .....	61
Gambar 4.40.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter DO Simulasi 4 .....	62
Gambar 4.41.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter BOD <sub>5</sub> Simulasi 4 .....	63
Gambar 4.42.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter NO <sub>3</sub> -N Simulasi 4 .....	64
Gambar 4.43.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter DO Simulasi 5 .....	65
Gambar 4.44.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter BOD <sub>5</sub> Simulasi 5 .....	65
Gambar 4.45.	Profil Kualitas Air Kali Surabaya Parameter NO <sub>3</sub> -N Simulasi 5 .....	66
Gambar 4.46.	Perbandingan Daya Tampung Kali Surabaya Antara Simulasi 4 dan Simulasi 5 untuk Parameter BOD <sub>5</sub> .....	68
Gambar 4.47.	Perbandingan Daya Tampung Kali Surabaya Antara Simulasi 4 dan Simulasi 5 untuk Parameter NO <sub>3</sub> -N.....	69
Gambar 4.48.	Perbandingan Daya Tampung Kali Surabaya Antara Simulasi 1 dan Simulasi 5 untuk Parameter BOD <sub>5</sub> .....	71
Gambar 4.49.	Perbandingan Daya Tampung Kali Surabaya Antara Simulasi 1 dan Simulasi 5 untuk Parameter NO <sub>3</sub> -N.....	72

**DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A. Kualitas Air

LAMPIRAN B. Foto-Foto Lokasi

LAMPIRAN C. Baku Mutu Limbah Cair Industri



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Dalam Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air disebutkan di Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 bahwa untuk menjamin kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya agar tetap dalam kondisi alamiahnya, maka perlu dilakukan upaya pengelolaan kualitas air. Upaya pengelolaan kualitas air pada sungai antara lain dengan menetapkan daya tampung sungai, menetapkan peruntukan sungai yang disertai dengan penerapan baku mutu perairan. Daya tampung beban pencemaran sungai adalah kemampuan air pada suatu sumber air (dalam hal ini sungai), untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air sungai tersebut menjadi cemar. Sedang beban pencemaran air adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah yang masuk ke sungai.

Pembuangan sampah di sepanjang sempadan maupun langsung ke aliran Sungai Brantas bisa merugikan penduduk sekitar dan di kawasan yang lebih rendah. Sampah yang menumpuk menimbulkan bau busuk karena fermentasi, sarang serangga dan tikus, serta dapat menimbulkan kebakaran karena adanya gas metana di tumpukan sampah. Kondisi makin memprihatinkan karena bantaran Daerah Aliran Sungai Brantas di Jawa Timur mengalami perubahan fungsi. Meskipun kawasan bantaran sungai telah ditetapkan sebagai kawasan hijau, sebagian besar bataran sungai beralih fungsi, tidak sesuai peruntukannya. Kondisi Sungai Brantas yang memprihatinkan ini sudah seharusnya menjadi perhatian masyarakat dari segala lapisan. Konservasi Sungai Brantas tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah saja. Begitu juga berbagai program konservasi yang telah dilaksanakan pemerintah belum memberi hasil memuaskan karena hanya berakhir pada konsep semata. (Sugeng, 2011)

Salah satu upaya pengelolaan kualitas air yang penting dilakukan adalah pelaksanaan pemantauan kualitas air. Pemantauan kualitas air berfungsi untuk memberikan informasi faktual tentang kondisi (status) kualitas air masa sekarang, kecenderungan masa lalu dan prediksi perubahan lingkungan masa depan. Informasi dasar yang dihasilkan dari kegiatan pemantauan dapat dijadikan acuan untuk menyusun perencanaan, evaluasi, pengendalian dan pengawasan lingkungan, rencana tata ruang, ijin lokasi untuk usaha atau kegiatan, serta penentuan baku mutu air dan air limbah.

## 1.2. Identifikasi Masalah

Kali Brantas mempunyai Daerah Pengaliran Sungai (DPS) seluas  $12.000 \text{ km}^2$  atau 25% dari luas Jawa Timur. Total panjang sungai 320 km, mengalir melingkari sebuah gunung berapi yang masih aktif yaitu Gunung Kelud. Jumlah curah hujan rata-rata mencapai 2000 mm/tahun dan dari jumlah tersebut sekitar 85% jatuh pada musim hujan. Potensi air permukaan pertahun rata-rata 12 miliar  $\text{m}^3$ . Kapasitas waduk yang ada hanya dapat memanfaatkan potensi tersebut sekitar 2,6-3,0 miliar  $\text{m}^3/\text{tahun}$ . Bila ditinjau dari hierarki ordenasi sungainya, DAS Kali Brantas memiliki anak-anak sungai sebanyak 485 buah dengan pembagian ordenasi terbagi atas 5 orde sungai.

Kali Surabaya adalah anak sungai dari Kali Brantas yang mengalir ke timur laut dari pintu air Mlirip melewati delta Brantas dan akhirnya akan bermuara di Selat Madura. Total panjang Kali Surabaya adalah 41 km dari pintu air Mlirip sampai Dam Jagir. Kali Surabaya mempunyai tiga anak sungai yang semuanya masuk dari bagian sisi kiri sungai, yaitu Kali Kedung Sumur, Kali Marmoyo dan Kali Kedurus. Kali Kedung Sumur menerima air dari area seluas  $99 \text{ km}^2$ , sebagian besar dari bagian selatan Kali Brantas, dan melalui *inverted syphon* sedikit di bagian hulu Mojokerto, mengalir dan bergabung dengan Kali Surabaya sekitar 0,5 km di hilir pintu air Mlirip. Kali Marmoyo bergabung dengan Kali Surabaya sedikit di bagian hulu dari Stasiun Pengukuran Perning dan mempunyai *cacthment* area sekitar  $300 \text{ km}^2$ . Kali Kedurus bergabung dengan Kali Surabaya di hilir dam Gunung Sari, dan mempunyai *cathment* area  $71 \text{ km}^2$ .



Gambar 1.1 Perbandingan kondisi hulu dan hilir Kali Tengah

Dam Gunung Sari berfungsi untuk mengatur muka air bagi pengambilan irigasi antara Sepanjang dan Dam ini, karena area irigasi semakin berkurang, saluran juga berfungsi sebagai pengangkut air limbah domestik. Dam Gunung Sari juga berfungsi sebagai pengatur muka air untuk intake PDAM karangpilang. Dam Jagir terletak

2,65km di hilir Dam Gunung Sari. Dam Jagir mengatur muka air untuk intake PDAM Ngagel, dan membagi air Kali Mas melalui pintu air Wonokromo. Air yang melewati Dam Jagir mengalir lewat Kali Wonokromo ke selat Madura. Kali Surabaya digunakan sebagai air baku air minum, air irigasi, air industri, dan air penggelontoran kota.

Kali Tengah mengalir dari Desa Krikilan, Driyorejo, Cangkir, Bambe dan bermuara di Kali Surabaya. Kali Tengah memiliki panjang lebih dari 10,9 km dengan lebar rata-rata berkisar antara 6-8 meter dan kedalaman rata-rata  $\pm$  2 meter. Kondisi tepian di sepanjang Kali Tengah pada sisi Selatan didominasi oleh industri dan pemukiman. Sebaliknya, disisi utara kali banyak dijumpai lahan pertanian dan lahan kosong. Secara alami, debit air yang mengalir di Kali Tengah bergantung pada air hujan dan air yang masuk dari Kali Surabaya akibat ketinggian elevasi permukaan Kali Surabaya. (Badan Lingkungan Hidup Jawa Timur, 2011)



Gambar 1.2 Kali Kedurus Bagian Hulu

Kualitas air Kali Surabaya sebenarnya tergantung pada kondisi daerah hulu dan daerah sepanjang aliran sungai. Makin baik kondisi daerah hulu dan daerah sepanjang aliran sungai, maka makin baik pula kualitas air Kali Surabaya namun, ketika debit air kecil sedangkan bahan pencemar terus masuk, hal ini yang menyebabkan daya tampung Kali Surabaya menjadi berkurang bahkan habis. Untuk mencapai tingkat kualitas air sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, maka perlu adanya upaya pengelolaan. Dapat dilakukan dengan menetapkan bahan pencemaran yang boleh dibuang ke sungai, yang disesuaikan dengan debit air sungai yang ada agar sesuai dengan daya tampungnya. Salah satu cara yang sudah teruji secara ilmiah adalah menggunakan

aplikasi QUAL2Kw versi 5.1, dengan harapan hal ini dapat mensimulasi beban pencemar di Kali Surabaya dengan cara mensimulasikan data-data sebelumnya serta estimasi hingga 5 tahun mendatang. Nantinya diharapkan air Kali Surabaya kualitasnya bisa kembali menjadi lebih baik.

Parameter-parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Ph, temperatur, DO,  $BOD_5$  dan  $NO_3-N$ . Sebenarnya masih banyak lagi parameter-parameter air yang dapat digunakan dalam program QUAL2Kw, tetapi karena minimnya ketersediaan data maka hanya menggunakan tiga parameter tersebut.

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diperlukan suatu batasan masalah, agar permasalahan dapat dibahas secara mendetail serta tidak menyimpang dari permasalahan yang telah ditentukan. Penelitian ini dibatasi pada :

1. Daerah penelitian dari Cangkir Tambangan sampai Jagir (Surabaya).
2. Penelitian ini hanya menggunakan data sekunder mutu air yang merupakan hasil monitoring mutu air dari Perum Jasa Tirta I tahun 2006 sampai tahun 2012.
3. Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ph, temperatur, DO,  $BOD_5$ , dan  $NO_3-N$ .
4. Tidak dilakukan analisa penyebaran sumber pencemar.
5. Dalam penelitian ini menggunakan software simulasi yaitu program QUAL2Kw versi-5.1.
6. Hanya memodelkan Kali Surabaya dari Cangkir Tambangan (Surabaya) sampai Jagir (Surabaya) sepanjang 16,65 Km.
7. Simulasi dilakukan pada keadaan steady flow, dimana Q (Debit) konstan sepanjang waktu.

### 1.4. Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini berdasarkan batasan-batasan tersebut di atas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana daya tampung Kali Surabaya dikaitkan dengan beban pencemaran yang masuk selama ini?
2. Berapa besar penurunan beban pencemaran yang dibuang ke Kali Surabaya dengan memanfaatkan aplikasi QUAL2Kw?

### **1.5. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui daya tampung Kali Surabaya dikaitkan dengan beban pencemaran yang masuk ke sungai selama ini.
2. Mengetahui besar penurunan beban pencemaran yang dibuang ke Kali Surabaya dengan menggunakan aplikasi QUAL2Kw.

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan agar dapat mengetahui bagaimana kualitas dan mutu air di Kali Surabaya, serta mendapatkan informasi atau gambaran kualitas air Kali Surabaya sehingga dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam perencanaan pengelolaan kualitas air dan pengembangan standar kualitas air. Dapat membantu dalam menetapkan beban maksimum air limbah yang boleh dibuang ke Kali Surabaya dalam rangka menciptakan lingkungan sumber air yang bersih dan sehat.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umum

Pencemaran air secara umum sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 tahun 2010 didefinisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air akibat sisa kegiatan manusia, sehingga mutu air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran dari definisi di atas dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu pencemaran air, tanah dan udara. Pencemaran air atau biasa disebut dengan limbah cair yang mencemari sepanjang aliran sungai dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

##### 1. Limbah Domestik

Limbah domestik (limbah rumah tangga) berasal dari limbah buangan rumah tangga yang diakibatkan kegiatan manusia disepanjang aliran sungai. Limbah domestik dapat berwujud gas, padat atau cair. Sekitar 70% air yang digunakan pada pemukiman akan kembali sebagai air buangan.

##### 2. Limbah Industri

Limbah industri berasal dari sisa bahan buangan yang digunakan untuk memproses bahan baku menjadi produk industri. Karakteristik limbah industri sangat bervariasi tergantung dari jenis produksinya.

Jika pencemaran yang sudah terjadi tidak dicegah atau paling tidak dikurangi, akan merugikan kehidupan manusia, baik dari segi kesehatan maupun dari segi kehidupan sosial serta kelangsungan hidupnya.

Pencemaran air dapat diketahui melalui beberapa cara, diantaranya melalui pengamatan tidak langsung dan pengamatan langsung. Pengamatan tidak langsung dilakukan melalui keluhan penduduk pemakai air yang berbau tidak sedap atau berbau bahan kimia. Ada juga yang melakukan pengamatan dengan menyaksikan banyaknya ikan yang mati di perairan yang mereka gunakan untuk keperluan rumah tangga. Sedangkan pengamatan langsung dilakukan melalui indera untuk mengidentifikasi bau busuk, rasa tidak enak dan kekeruhan. Selain itu identifikasi masalah dapat juga diperoleh dengan mempelajari laporan hasil penelitian dan monitoring yang dilakukan oleh satu instansi pemerintah maupun swasta.



Dalam penelitian ini akan mencoba meneliti daya tampung Kali Surabaya yang ada kaitannya dengan beban pencemar yang masuk agar kualitasnya tetap sesuai sebagai bahan baku air minum dan dalam meminimisasi beban pencemaran yang masuk ke Kali Surabaya dengan menggunakan aplikasi pemodelan QUA2kw.

## 2.2. Parameter Pencemar Air

Parameter pencemar air merupakan indikator yang memberi petunjuk terjadinya pencemaran air. Dengan adanya indikator ini pencemaran dapat diatasi sedini mungkin atau paling tidak sedikit dikurangi. Pada penelitian ini akan digunakan acuan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air sebagai standar parameter mutu air. Sedangkan Baku Mutu Air menggunakan acuan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.

### 2.2.1. Standar Mutu Air Secara Fisik

Salah satu derajat kekotoran air limbah dipengaruhi oleh sifat fisik air, yang dapat dilihat dengan mata dan dirasakan secara langsung. Dalam standar persyaratan fisik air minum terdapat lima kriteria meliputi temperatur, warna, bau, rasa dan kekeruhan.

#### 1. Temperatur

Temperatur air berbeda-beda sesuai dengan iklim dan musim. Temperatur air limbah lebih tinggi dari suhu air normal karena adanya penambahan panas dari aktifitas di sumber. Temperatur merupakan parameter penting karena efeknya terhadap reaksi kimia, kecepatan reaksi, kehidupan aquatik dan kesesuaian air untuk kepentingan tertentu. Dampak negatifnya antara lain menyebabkan konsentrasi oksigen di badan air penerima turun. Perubahan temperatur secara tiba-tiba dapat menyebabkan kematian organisme perairan.

Tidak semua standar persyaratan mutu air mencantumkan suhu sebagai salah satu pedoman. Meski demikian, beberapa peraturan memasukkan suhu sebagai salah satu standar yang berfungsi untuk :

- a. Menjaga penerimaan masyarakat terhadap mutu air minum (  $10^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}$  )
- b. Menjaga derajat toksitas dan kelarutan bahan pencemar yang terdapat dalam air sekecil mungkin.
- c. Menjaga temperatur air agar se bisa mungkin tidak menguntungkan bagi pertumbuhan mikroorganisme dan virus dalam air.



## 2. Warna

Zat terlarut dalam air limbah dapat menimbulkan warna air limbah. Berdasarkan sifat-sifat penyebabnya, warna dalam air dibagi menjadi 2 jenis, yaitu warna sejati dan warna semu. Warna sejati disebabkan oleh koloida-koloida organik atau zat-zat terlarut. Sedang warna semu disebabkan oleh suspensi partikel-partikel penyebab kekeruhan.

Air yang mengandung bahan-bahan pewarna alamiah yang berasal dari rawa dan hutan, dianggap tidak mempunyai sifat-sifat membahayakan atau toksis. Meskipun demikian, adanya bahan-bahan tersebut memberikan warna kuning-kecoklatan pada air yang kurang disukai oleh manusia.

Warna juga digunakan untuk mengkaji kondisi umum air limbah. Jika warnanya coklat muda berarti umur air limbah kurang dari 6 jam. Warna abu-abu muda sampai abu-abu setengah tua menandakan air limbah mengalami pembusukan oleh bakteri dan warna abu-abu tua sampai hitam berarti air limbah sudah busuk akibat bakteri.

## 3 . Bau dan Rasa

Bau dan rasa biasanya terjadi bersama-sama dan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk. Karena pengukuran bau dan rasa itu tergantung pada reaksi individual maka hasil yang dilaporkan tidak mutlak.

Air limbah yang mengalami proses degradasi akan menghasilkan bau. Hal ini disebabkan karena adanya zat organik terurai secara tak sempurna dalam air limbah. Selain itu juga bau timbul karena adanya zat-zat organik yang telah berurai dalam limbah mengeluarkan gas-gas seperti sulfida atau amoniak yang menimbulkan bau karena adanya campuran dari nitrogen, sulfur dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein yang dikandung limbah.

Bau menunjukkan apakah air limbah masih baru atau sudah membusuk. Bau biasanya timbul pada limbah yang sudah lama, tetapi ada juga yang muncul pada limbah baru. Hal ini dikarenakan sumber pencemar yang berbeda.

## 4. Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna dan rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi: tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya.



Kekeruhan disebabkan oleh banyak faktor, antara lain adanya bahan yang tidak larut seperti debu, tanah liat, bahan organik, anorganik dan mikroorganisme air. Kekeruhan berakibat air menjadi tidak jenih dan kotor. Kekeruhan mengganggu penetrasi sinar matahari, yaitu mengakibatkan terbatasnya cahaya yang masuk kedalam air, sehingga mengganggu fotosintesa tanaman. Hal ini terjadi karena adanya bahan terapung, lumpur yang melayang.

### 5 . Total Suspended Solid (TSS)

*Total Suspended Solid (TSS)* merupakan zat-zat padat yang berada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). *Total Suspended Solid (TSS)* yaitu jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membrane berukuran 0,45 pm. Adanya padatan-padatan ini menyebabkan kekeruhan air, padatan ini tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen.

*Total Suspended Solid (TSS)* yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis yang menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air oleh tanaman. Jika sinar matahari terhalangi dari dasar tanaman maka tanaman akan berhenti memproduksi oksigen dan akan mati. *Total Suspended Solid (TSS)* juga menyebabkan penurunan kejernihan dalam air.

Kekeruhan air yang disebabkan oleh zat padat tersuspensi bersifat anorganik dan organik. Zat anorganik biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembang-biakannya. (Alaerts, G. dan Sri Sumestri, S . 1984)

#### 2.2.2. Standar Mutu Air Secara Kimia

Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan. Bahan kimia yang terdapat dalam air menentukan tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan. Semakin besar jumlah zat kimia yang terkandung maka semakin terbatas pula penggunaan air tersebut. Ada dua sifat dari bahan kimia yaitu organik dan anorganik. Bahan kimia organik di antaranya adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen(O) dan nitrogen (N) atau dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak.



Sedangkan bahan kimia anorganik di antaranya adalah besi (Fe), khromium (Cr), mangan (Mn), belerang (S) dan logam berat lainnya seperti timbal (Pb). Persyaratan unsur kimia lainnya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kebutuhan Oksigen Biologi ( $BOD_5$ )

$BOD_5$  adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali (Sugiharto, 1987 : 6). Apabila dalam air banyak mengandung bahan-bahan organik, akan mengakibatkan semakin banyaknya oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan bahan-bahan organik tersebut, sehingga kandungan oksigen dalam air akan semakin menurun. Semakin besar angka  $BOD_5$  menunjukkan tingkat kekotoran air limbah semakin besar. Pengukuran  $BOD_5$  penting, karena merupakan parameter untuk menentukan daya cemar air limbah.

2. Kebutuhan Oksigen Kimawi (COD)

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (Sugiharto, 1987 : 6).

3. Oksigen terlarut (DO)

DO adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan miligram per liter (mg/l). Oksigen yang terlarut ini dipergunakan sebagai tanda derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen yang terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relatif kecil (Sugiharto, 1987: 7).

4. Derajat keasaman (pH)

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran mutu dari air maupun dari air. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik (Sugiharto, 1987 : 31). Air yang normal tidak bersifat asam maupun bersifat basa dengan harga pH = 7. Air yang mempunyai pH kurang dari 6,5 dapat merusak pipa distribusi.

5. Nitrat ( $NO_3-N$ ), Nitrit ( $NO_2-N$ ), Amonia ( $NH_3-N$ )

Nitrat, Nitrit dan Amonia adalah senyawa nitrogen organik yang menentukan mutu air. Nitrat biasanya ada di air dalam konsentrasi kecil/jumlah yang relatif kecil. Nitrat adalah unsur yang penting dalam fotosintesis tanaman air. Nitrit masuk ke perairan melalui limbah industri. Orang dewasa mempunyai toleransi tinggi untuk ion nitrat, tetapi untuk bayi dan binatang memamah biak ion tersebut bersifat

toksik. Dalam sistem pencernaan dari bayi dan binatang memamah biak, nitrat direduksi nitrit. Nitrit dapat mengikat hemoglobin dalam darah (Achmad Rukaesih, 2004 : 35).

Nitrat dan nitrit dalam jumlah besar dapat menyebabkan gangguan GI, diare campur darah, disusul oleh konvulsi, koma bila tidak tertolong akan meninggal. Keracunan kronis menyebabkan depresi umum, sakit kepala dan gangguan mental. Nitrit terutama bereaksi dengan hemoglobin dan membentuk Methemoglobin (metHb). Dalam jumlah melebihi normal, metHb akan menimbulkan Methemoglobinaemia. Pada bayi Methemoglobinaemia sering dijumpai karena pembentukan enzim untuk mengurai metHb menjadi Hb belum sempurna. Sebagai akibat Methemoglobinaemia, bayi akan kekurangan oksigen, maka mukanya akan tampak biru, dan karenanya penyakit ini juga dikenal sebagai penyakit ‘blue babies’ (Wikipedia, 2013).

### 2.2.3. Standar Mutu Air Secara Mikrobiologi

Mutu air secara biologis ditentukan oleh jumlah mikroorganisme patogen dan nonpatogen. Mikroorganisme patogen bisa berwujud bakteri, virus atau spora pembawa bibit penyakit. Sedangkan mikroorganisme nonpatogen sebaliknya, meskipun relative tidak berbahaya bagi kesehatan, kehadirannya akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak. Pemeriksaan biologis di dalam air bertujuan untuk mengetahui adanya mikroorganisme patogen di dalam air. Sumber utama organisme patogen berasal dari kotoran penderita dan kotoran hewan yang dibuang melalui air limbah rumah tangga atau peternakan. Secara umum parameter biologis dikelompokkan sebagai berikut:

1. Organisme *coliform*, untuk menguji kemungkinan adanya bakteri patogen dan efektifitas proses klorinasi.
2. Mikroorganisme khusus, untuk menguji kemungkinan adanya organisme khusus sehubungan dengan generasi instalasi dan pemakaian kembali air limbah. Adapun pembagian kelompok organisme tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Organisme dalam Air Limbah

No	Kelompok Besar	Anggota
1	Binatang	Bertulang Belakang ( <i>Rotifers</i> )Kerang-kerangan ( <i>Crustaceans</i> )Kutu dan Larva ( <i>Worm and Larvae</i> )
2	Tumbuh-tumbuhan	Lumut ( <i>Mosses</i> )Pakis/Paku ( <i>Ferns</i> )
3	Protista	Ganggang ( <i>Algae</i> )Jamur ( <i>Fungi</i> ) Hewan bersel satu ( <i>Protozoa</i> )

Sumber: Sugiarto, 1987: 36

### 2.3. Penggolongan Air Sesuai Peruntukannya

Di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang kualitas dan pengendalian pencemaran air disebutkan di Pasal 8 Ayat 1 diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

### 2.4. Potensi Pencemaran Air

Pencemaran air di daratan terjadi pada air permukaan yang meliputi sungai dan pencemaran air tanah. Sumber pencemaran dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu rumah tangga (domestik), limbah industri, dan limbah pertanian atau perkebunan.

Berbagai macam sumber pencemar menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa pencemar sangat bervariasi, hal ini disebabkan karena sumber air limbah juga bervariasi sehingga faktor waktu dan metode pengambilan sampling sangat mempengaruhi besarnya konsentrasi. (Kiara, 2011)

#### 2.4.1. Air Limbah Domestik

Menurut bahannya limbah rumah tangga dikelompokkan menjadi limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari barang yang mengandung bahan-bahan organik, seperti sisa-sisa sayuran, sisa-sisa makanan, tinja manusia, potongan-potongan ranting tanaman, rumput pada waktu pembersihan kebun dan sebagainya.

Limbah anorganik merupakan limbah yang berasal dari barang yang mengandung bahan anorganik. Limbah anorganik yang berasal dari aktivitas rumah tangga antara lain dari kegiatan mencuci (sabun dan deterjen), bahan-bahan bekas pengemas makanan dan minuman (kantong plastik, kaca, kertas, dan pakaian).

Berdasarkan kemampuan diurai oleh alam (*biodegradability*), limbah rumah tangga dapat dibagi lagi menjadi:

1. *Biodegradable* yaitu limbah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik aerob atau anaerob, seperti: sisa-sisa sayuran, sisa-sisa makanan, tinja manusia, potongan-potongan ranting tanaman, rumput pada waktu pembersihan kebun.
2. *Non-biodegradable* yaitu limbah yang tidak bisa diuraikan oleh proses biologi. Dapat dibagi lagi menjadi:
  - a. *Recyclable* yaitu limbah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai secara ekonomi seperti plastik, kertas, pakaian dan lain-lain.
  - b. *Non-recyclable* yaitu limbah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti *tetra packs*, *carbon paper*, *thermo coal* dan lain-lain.

Di daerah pemukiman padat penduduk seperti di kota-kota besar menghasilkan limbah rumah tangga yang sangat banyak. Limbah-limbah tersebut apabila dibuang ke sungai akan menimbulkan pencemaran air. Di perkotaan banyak kita temukan saluran-saluran air dan sungai dengan tingkat pencemaran tinggi, airnya berwarna kehitaman dan mengeluarkan bau yang menyengat. Hal itu terjadi karena bahan organic yang menumpuk mengalami penguraian dan pembusukan. Selain itu, sabun, deterjen, dan

sisa aktivitas rumah tangga lainnya larut yang dibuang ke selokan larut dengan air. Tingkat pencemaran air yang tinggi dapat membunuh biota air.

#### **2.4.2. Air Limbah Industri**

Tidak semua Pabrik/industri dapat mengolah limbahnya dengan baik. Bahkan, ada sebagian industri yang membuang limbahnya ke sungai. Limbah industri yang dibuang oleh industri tergantung pada jenis industrinya. Ada yang berupa limbah organik maupun anorganik. Ada yang berupa limbah padat maupun limbah cair.

Berdasarkan karakteristiknya limbah industri dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

1. Limbah cair biasanya dikenal sebagai pencemar air. Komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik, dan bahan buangan anorganik.

2. Limbah padat

Jenis-jenis limbah padat diantaranya kertas, kayu, kain, karet/kulit tiruan, plastik, metal, gelas/kaca, organik, bakteri, kulit telur, dll.

3. Limbah gas dan partikel

Limbah gas/partikel adalah limbah yang memanfaatkan udara sebagai media. Pabrik mengeluarkan gas, asap, partikel, debu melalui udara, dibantu angin memberikan jangkauan pencemaran yang cukup luas. Gas, asap dan lain-lain berakumulasi/bercampur dengan udara basah mengakibatkan partikel tambah berat dan malam hari turun bersama embun.

4. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Limbah B3 merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan, merusak, dan dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Pengelolaan Limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3. Pengelolaan Limbah B3 ini bertujuan untuk mencegah, menanggulangi pencemaran dan kerusakan lingkungan, memulihkan kualitas lingkungan tercemar, dan meningkatkan kemampuan dan fungsi kualitas lingkungan.

#### **2.4.3. Air Limbah Pertanian**

Dalam kegiatan pertanian, penggunaan pupuk buatan, zat kimia pemberantas hama (pestisida), pemberantas tumbuhan pengganggu (herbisida), pemberantas cendawan/fungi (fungisida), pemberantas serangga (insektisida) dapat mencemari air ketika zat-zat kimia larut dalam air. Pencemaran air oleh pupuk buatan dapat meracuni organisme air, seperti plankton, ikan, hewan lainnya yang meminum air tersebut. Residu pestisida seperti DDT, Endrin, Lindane, dan Endosulfan yang terakumulasi dalam tubuh ikan dan biota lainnya dapat terbawa dalam rantai makanan ke tingkat trofil yang lebih tinggi, yaitu manusia. Selain itu, masuknya pupuk pertanian, sampah, dan kotoran ke bendungan, danau, serta laut dapat menyebabkan meningkatnya zat-zat hara di dalam air.

Peningkatan tersebut mengakibatkan pertumbuhan ganggang atau enceng gondok menjadi pesat (*blooming algae*). Pertumbuhan ganggang atau enceng gondok yang cepat dan kemudian mati membutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya. Akibatnya, oksigen dalam air menjadi berkurang dan mendorong terjadinya kehidupan organisme anaerob. Peristiwa ini disebut sebagai eutrofikasi.

## 2.5. Perhitungan Proyeksi Penduduk

Proyeksi Penduduk sangat penting dilakukan untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang. Pada umumnya proyeksi penduduk diperlukan untuk tahapan perencanaan jangka panjang suatu wilayah (kelurahan, kecamatan, propinsi, bahkan negara).

Ada beberapa jenis Perkiraan Penduduk, diantaranya :

1. *Intercensal* (Interpolasi), interpolasi merupakan suatu perkiraan mengenai keadaan penduduk di antara 2 sensus (data) yang kita ketahui.
2. *Postcensal Estimated*, merupakan perkiraan mengenai penduduk setelah dilakukan sensus. Prinsipnya sama yaitu pertambahan penduduk adalah linear.
3. *Projection* (Proyeksi), perkiraan penduduk berdasarkan sensus (biasanya sensus terakhir).

Pada bahasan kali ini, saya menggunakan cara perhitungan proyeksi penduduk untuk jenis *Postcensal Estimated*. *Postcensal Estimated* adalah perkiraan penduduk setelah dilakukan sensus. Prinsipnya pertambahan penduduk dianggap linear, yang artinya setiap tahun penduduk akan bertambah dengan jumlah yang sama. Rumus perhitungan proyeksi penduduk dengan *Postcensal Estimated* sebagai berikut:

$$Pm = Po + \frac{n+m}{n} (Pn - Po)$$

Pm = jumlah penduduk yang diestimasikan (tahun m) (jiwa)

Pn = jumlah penduduk pada tahun n (jiwa)

Po = jumlah penduduk pada tahun awal (penduduk dasar) (jiwa)

m = selisih tahun yang dicari dengan tahun n

n = selisih tahun dari 2 sensus yang diketahui

## 2.6. Beban Pencemaran

Beban pencemaran sungai adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air sungai. Beban pencemaran sungai dapat disebabkan oleh adanya aktivitas industri, pemukiman dan pertanian. Beban pencemaran sungai dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Mitsch & Goesselink, 1993 dalam Marganof, 2007) :

$$BPS = (Cs)j \times Qs \times f \quad (2-1)$$

Keterangan :

BPS = Beban Pencemaran Sungai (kg/hari)

(Cs)j = kadar terukur sebenarnya unsur pencemar-j (mg/l)

Qs = Debit air sungai ( $m^3/\text{hari}$ )

f = faktor konversi =  $\frac{1\ kg}{1.000.000\ mg} \times \frac{1000\ l}{1m^3} \times 86400\ detik = 86,4$

## 2.7. Daya Tampung Beban Pencemaran

Daya tampung beban pencemaran atau sering disebut dengan beban harian maksimum total (*total maximum daily loads*) merupakan kemampuan air pada suatu sumber air, untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Perhitungan daya tampung beban pencemaran diperlukan untuk mengendalikan zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam sumber air dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan.

Faktor-faktor yang menentukan daya tampung beban pencemar sumber air (sungai, muara, danau dan waduk) secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Kondisi hidrologi, dan morfologi sumber air termasuk kualitas air yang ditetapkan daya tampung beban pencemarannya.
- b. Kondisi klimatologi sumber air seperti suhu udara, kecepatan angin dan kelembaban udara.



- c. Baku mutu air atau kelas air untuk sungai dan muara atau baku mutu air dan kriteria status tropik bagi danau dan waduk.
- d. Beban pencemar sumber tertentu/*point source*.
- e. Beban pencemar sumber tak tentu/*non-point source*.
- f. Karakteristik dan perilaku zat pencemar yang dihasilkan sumber pencemar.
- g. Pemanfaatan atau penggunaan sumber air.

### **2.7.1. Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Metode Neraca Massa**

Penentuan daya tampung beban pencemaran dapat ditentukan dengan cara sederhana yaitu dengan menggunakan metoda neraca massa. Model matematika yang menggunakan perhitungan neraca massa dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi rata-rata aliran hilir (*down stream*) yang berasal dari sumber pencemar *point sources* dan *non point sources*, perhitungan ini dapat pula dipakai untuk menentukan persentase perubahan laju alir atau beban polutan.

Jika beberapa aliran bertemu menghasilkan aliran akhir, atau jika kuantitas air dan massa konstituen dihitung secara terpisah, maka perlu dilakukan analisis neraca massa untuk menentukan kualitas aliran akhir dengan perhitungan :

$$C_R = \frac{\sum C_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{\sum M_i}{\sum Q_i} \quad (2-5)$$

Dimana :  $C_R$  : konsentrasi rata-rata konstituen untuk aliran gabungan

$C_i$  : konsentrasi konstituen pada aliran ke-i

$Q_i$  : laju alir aliran ke-i

$M_i$  : massa konstituen pada aliran ke-i

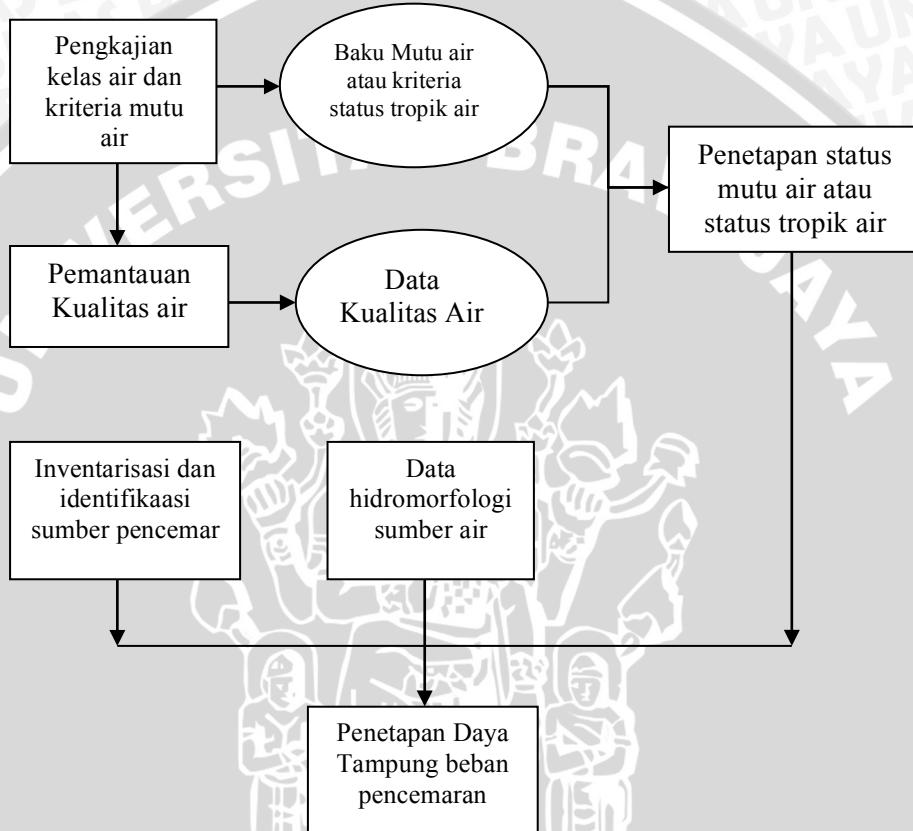
Metode neraca terhadap kualitas air yang terjadi selama fasa konstruksi atau operasional suatu proyek, dan dapat juga digunakan untuk suatu segmen aliran, suatu sel pada danau, dan samudera. Tetapi metode neraca massa ini hanya tepat digunakan untuk komponen-komponen yang konservatif yaitu komponen yang tidak mengalami perubahan (tidak terdegradasi, tidak hilang karena pengendapan, tidak hilang karena penguapan, atau akibat aktivitas lainnya) selama proses pencampuran berlangsung seperti misalnya garam-garam. Penggunaan neraca massa untuk komponen lain, seperti DO,  $BOD_5$ , dan  $NH_3-N$ , hanyalah merupakan pendekatan saja. (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010)

### **2.7.2. Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Metode Streeter-Phelps**

Pemodelan kualitas air sungai mengalami perkembangan yang berarti sejak diperkenalkannya perangkat lunak DOSAG1 pada tahun 1970. Prinsip dasar dari

pemodelan tersebut adalah penerapan neraca massa pada sungai dengan asumsi dimensi satu dan kondisi tunak. Pertimbangan yang dipakai pada pemodelan tersebut adalah kebutuhan oksigen pada kehidupan air tersebut ( $BOD_5$ ) untuk mengukur terjadinya pencemaran di badan air.

Pemodelan sungai diperkenalkan oleh Streeter dan Phelps pada tahun 1952 menggunakan persamaan kurva penurunan oksigen (*oxygen sag curve*) di mana metode pengolahan kualitas air ditentukan atas dasar defisit oksigen kritis Dc.



Gambar 2.1 Tahapan Penetapan Daya Tampung  
(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010)

Pemodelan Streeter dan Phelps hanya terbatas pada dua fenomena yaitu proses pengurangan oksigen terlarut (deoksigenasi) akibat aktivitas bakteri dalam mendegradasikan bahan organik yang ada dalam air dan proses peningkatan oksigen terlarut (reareasi) yang disebabkan turbulensi yang terjadi pada aliran sungai.

## 2.8. Metode Komputasi

Metode komputasi merupakan metode simulasi dengan bantuan program komputer. Metode ini lebih komprehensif dalam pemodelan kualitas air sungai. Pada dasarnya model ini menerapkan teori streeter-phelps dengan mengakomodasi

banyaknya sumber pencemar yang masuk ke dalam sistem sungai, karakteristik hidrolik sungai, dan kondisi klimatologi. Pada bagian berikut dijelaskan secara ringkas tentang model QUAL2E dan Model QUAL2KW.

### 2.8.1. Model QUAL2E

QUAL2E dikembangkan oleh United State Environmental Protection Agency (USEPA). Tujuan penggunaan suatu permodelan adalah menyederhanakan suatu kejadian agar dapat diketahui kelakuan kejadian tersebut. Pada Qual2E ini dapat diketahui kondisi sepanjang sungai (DO dan  $BOD_5$ ).

Parameter yang dapat disimulasi dengan QUAL2E adalah *Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* ( $BOD_5$ ), Temperatur, Alga, Nitrogen organic, Amoniak, Nitrat, Nitrit, Phosphor Organik, Phosphor terlarut, Coli, 1 konstituen non konservatif dan 3 konstituen konservatif.

Data yang diperlukan untuk pemodelan QUAL2E adalah :

1. Umum; Posisi geografis, Elevasi, Koefisien evaporasi.
2. Sungai; Panjang sungai, Karakteristik sungai pada beberapa segment (kedalaman, kecepatan aliran, lebar). Kualitas air pada beberapa titik Debit di awal sungai (headwater). Kualitas di awal sungai (headwater) dan Dam (bentuk,tinggi).
3. Point Source (Debit Kualitas Withdrawal/Outflow Debit).
4. Non Point Source (Debit dan Kualitas air).
5. Konstanta; Konstanta dispersi Koefisien manning (tergantung bahan dinding dan dasar sungai). Konstanta reaksi atau degradasi (tergantung pada parameter yang disimulasi).
6. Klimatologi; Waktu simulasi (bulan,tanggal,tahun,jam), Radiasi matahari, Tutupan awan, Tekanan Udara, Kecepatan angin. Data di atas di-inputkan ke dalam komputer yang berbasis program Fortran.

Setelah program dijalankan (RUN), akan diperoleh output yang merupakan hasil perhitungan berupa tampilan numerik.

QUAL2E mempunyai batasan-batasan pemodelan yaitu :

1. Jumlah reach maksimum 25 buah
2. Elemen junction maksimum 6 buah
3. Elemen komputasi maksimum 20 tiap reach
4. Elemen head water maksimum 7 buah
5. Elemen input dan withdrawal (pengambilan air maksimum 25)



Program QUAL2E dapat digunakan untuk berbagai modifikasi sistem sungai dengan anggapan *one dimensional system*. Langkah pertama yaitu membagi sistem sungai dalam reach-reach, dimana tiap reach mempunyai kondisi hidraulik seragam dan tiap *reach* dibagi dalam elemen komputasi dengan panjang yang sama. Semua reach terdiri dari beberapa elemen komputasi. Ada 7 (tujuh) perbedaan tipe dari elemen komputasi :

1. Elemen *Head Water*, merupakan elemen pertama dalam *reach*.
2. Elemen Standar, merupakan elemen yang tidak memenuhi syarat salah satu dari keenam elemen lainnya. Input yang diijinkan dalam elemen standar ini hanyalah *incremental flow*.
3. Elemen *Upstream* hanya dari *junction*.
4. Elemen *junction*, dipakai apabila ada anak sungai yang disimulasikan masuk ke dalam sistem sungai.
5. Elemen terakhir dari sistem, dipakai untuk elemen komputasi yang terakhir dari sistem sungai (hanya 1 buah).
6. Elemen input, digunakan jika ada input dari beban limbah terpusat atau anak sungai yang tidak disimulasikan.
7. Elemen *Withdrawal*, digunakan apabila ada *Withdrawal* (pengambilan air) dalam sistem sungai.

### 2.8.2. Model QUAL2Kw

Model QUAL2Kw merupakan pengembangan dari model QUAL2E dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic for Application (VBA) yang dapat dijalankan dengan program Microsoft Excel. Dalam penelitian ini digunakan model QUAL2Kw versi 5.1. Model ini mampu mensimulasi parameter kualitas air antara lain Temperatur, Conductivity, Inorganic Solids, Dissolved Oxygen, CBODslow, CBODfast, Organic Nitrogen, NH4-Nitrogen, NO3-Nitrogen, Organic Phosphorus, Inorganic Phosphorus (SRP), Phytoplankton, Detritus (POM), Pathogen, Generic constituent, Alkalinity, pH.

Data yang diperlukan untuk pemodelan QUAL2Kw adalah :

1. Data kualitas air di headwater dan downstream boundary
2. Elevasi sungai dan posisi geografis
3. Panjang sungai, kecepatan aliran, kedalaman, lebar sungai
4. Temperatur udara, titik embun, kecepatan angin, tutupan awan, tutupan benda lain per reach



5. Cahaya dan panas
6. Point source : lokasi, debit, kualitas air
7. Diffuse source
8. Data hidrolis, temperatur, kualitas (rata-rata, min, max) beberapa titik di sepanjang sungai.

Data di atas di-inputkan ke dalam program excel di komputer. Setelah program dijalankan (RUN), akan diperoleh output yang merupakan hasil perhitungan berupa tampilan numerik dan grafik.

Tabel 2.2 Parameter Kualitas Air yang Digunakan

No.	Nama Parameter pada Data Sekunder	Nama Parameter pada QUAL2Kw
1.	pH	pH
2.	Temperatur (°C)	Temperature (°C)
3.	DO (mg/L)	Dissolved Oxygen (mg/L)
4.	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	CBOD fast (mg/L)
5.	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -Nitrogen (μg/L)



## BAB III

### METODE PENELITIAN

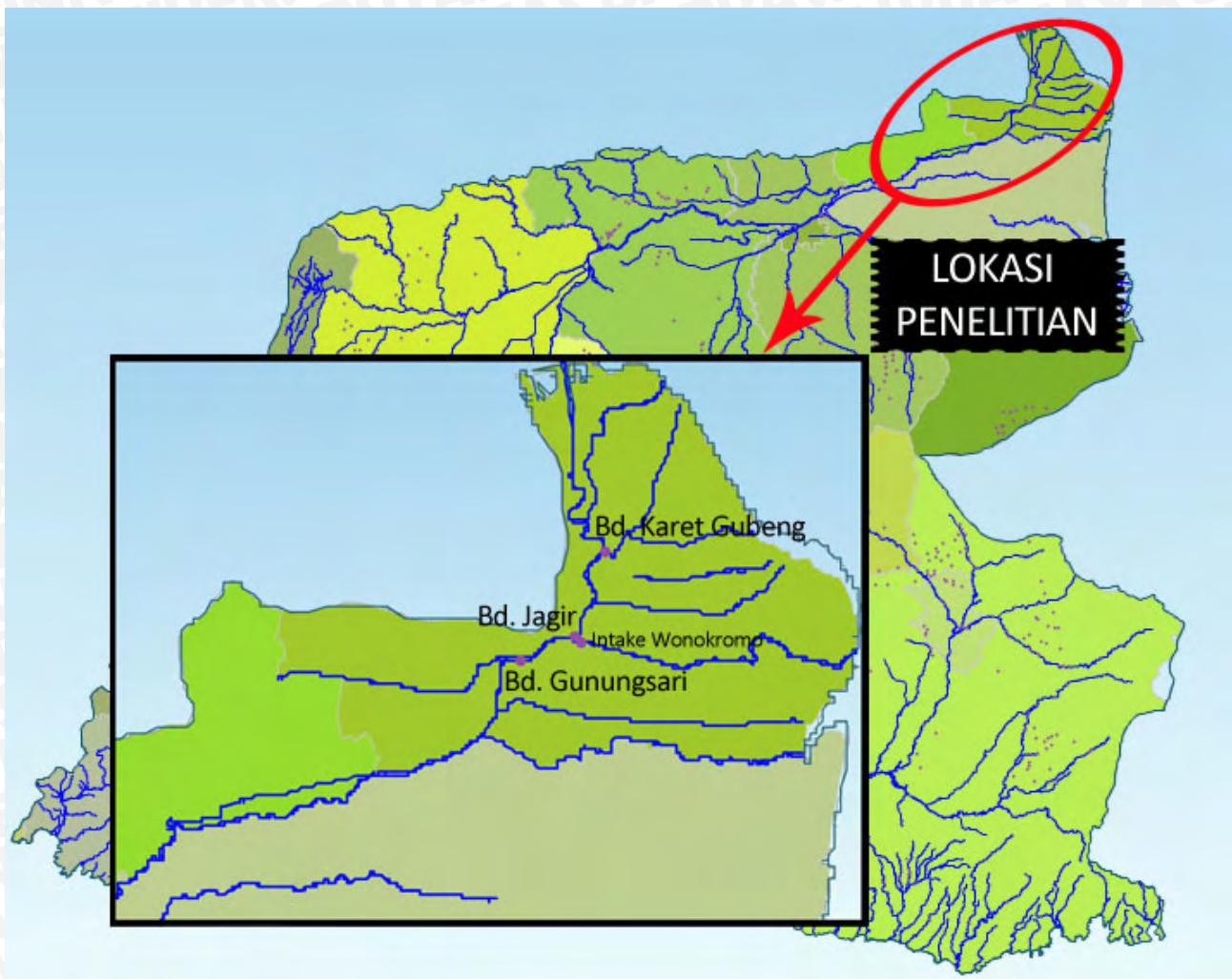
#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kali Surabaya yang mengalir antara kota Mojokerto hingga Surabaya, dimana terletak antara bujur  $112^{\circ}30'$  sampai  $112^{\circ}45'$  BT dan lintang  $7^{\circ}15'$  LS sampai  $7^{\circ}25'$  LS. Sungai tersebut merupakan bagian hilir dari Kali Brantas yang berasal dari Kali Marmoyo, Pintu Air Mirip yang berada di daerah Mojokerto menghubungkan Kali Surabaya dengan aliran dari Kali Brantas. Di Surabaya, Kali Surabaya bercabang menjadi 2 yaitu Kali Wonokromo dan Kali Mas dengan bangunan pengatur Bendung Jagir, keduanya bermuara ke selat Madura.

Daerah sub urban merupakan daerah kawasan industri di Gresik. Pada daerah tersebut terlihat pipa-pipa yang mengeluarkan air berbuih yang merupakan limbah hasil industri. Jika diteliti bagaimana perbedaan kualitas air Kali Surabaya di daerah urban dan sub urban, hasilnya kualitas air di daerah urban lebih baik karena limbah yang mencemari masih limbah rumah tangga. Sedangkan Kali Surabaya di daerah sub urban yang memasuki kawasan industri Gresik, kualitas airnya menjadi lebih buruk dengan kadar pencemaran yang lebih tinggi karena tercemar oleh limbah buangan industri.

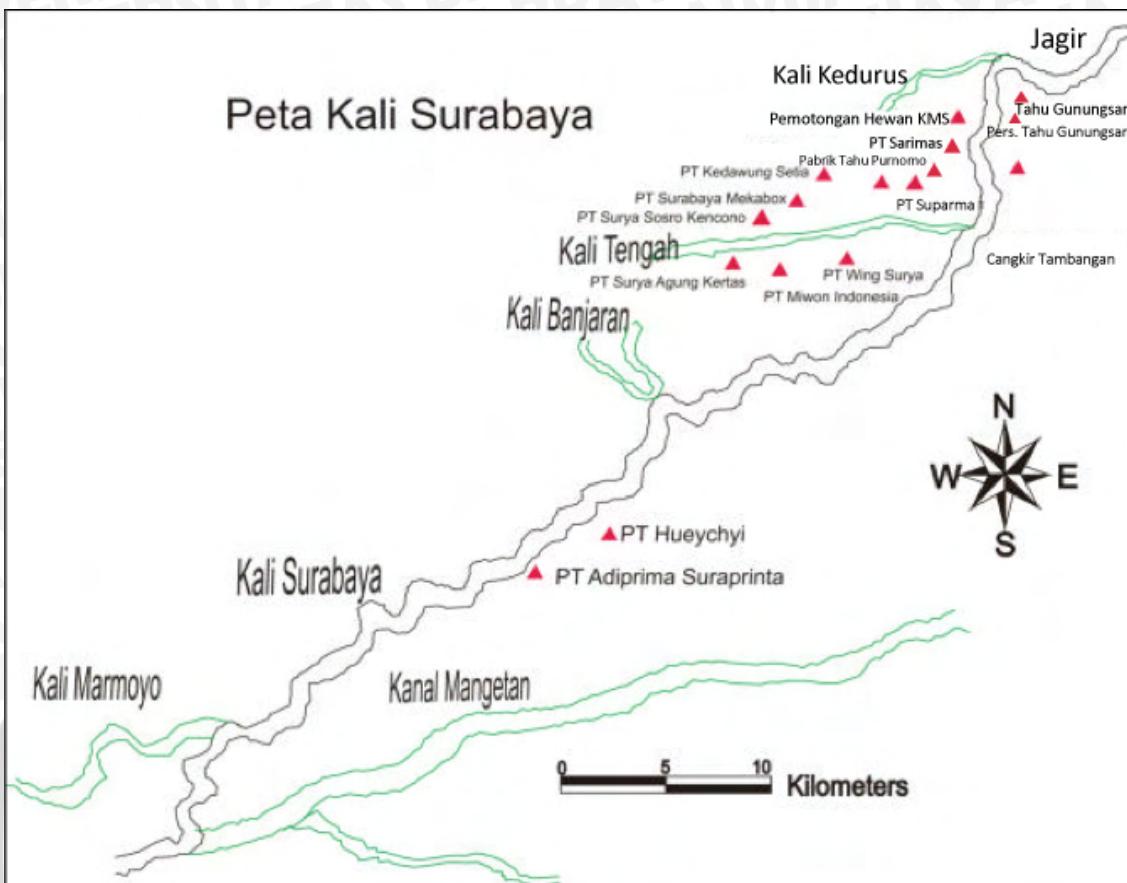
Kali Surabaya telah ditetapkan sebagai badan air golongan II (Berdasarkan Peraturan Gubernur Jatim Nomor 61 Tahun 2010 Tentang Penetapan Kelas Air pada Air Sungai), yakni tidak layak digunakan sebagai bahan baku air minum dan keperluan rumah tangga lainnya (sama dengan Perda Jatim Nomor 2 tahun 2008). Dan berdasarkan pemantauan kualitas air oleh Perum Jasa Tirta I dan beberapa lembaga penelitian, air Kali Surabaya juga tidak memenuhi baku mutu air kelas I (Masduqi, 2008).



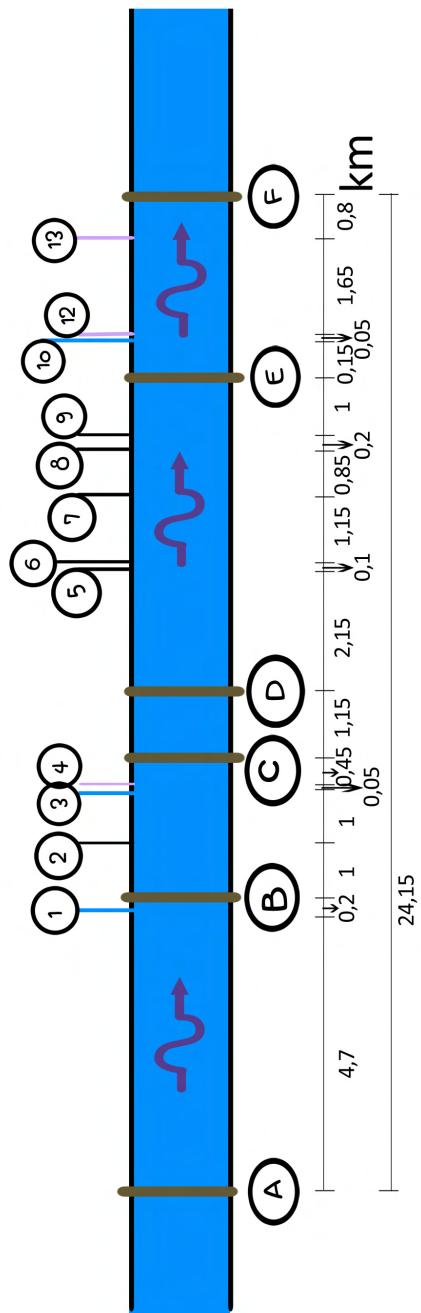


Gambar 3.1 Lokasi Penelitian dari Peta Wilayah Sungai Brantas  
(Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2013)





Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian



#### SUMBER PENCEMAR :

1. Kali Tengah (11,95km)
2. PT. Suparma (10,75km)
3. Kali Pelayaran (9,75km)
4. Saluran Warugunung (9,7km)
5. Pabrik Tahu Purnomo (5,95km)
6. PT. Sarimas Permai (5,85km)
7. Pemotongan Hewan KMS (4,7km)
8. Perusahaan Tahu Gunungsari (3,85km)
9. Perusahaan Tahu Halim Kedurus (3,65km)
10. Kali Kedurus (2,5km)
11. Saluran Ketintang (2,24km)
12. Sariman Limbah RT Pulo Wonokromo (0,8km)
13. Saluran Limbah

#### STASIUN MONITORING :

- A. Cangkir Tambangan (16,65km)
- B. Bambe Tambangan (11,75km)
- C. Karangpilang (9,25km)
- D. Jembatan Sepanjang (8,1km)
- E. Bendungan Gunungsari (2,65km)
- F. Jagir (0km)

Gambar 3.3 Skema Sumber Pencemar dan Stasiun Monitoring di Daerah Penelitian

### 3.2. Langkah Penyelesaian Skripsi

Secara umum langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data sekunder kualitas air Kali Surabaya selama 7 tahun (2006-2012), parameter kualitas air sungai yang digunakan adalah pH, temperatur, DO, BOD<sub>5</sub>, dan NO<sub>3</sub>-N data dari Perum Jasa Tirta I.
2. Data yang telah terkumpul akan dianalisis sesuai dengan input data pada *worksheet* QUAL2Kw, yaitu :
  - a. Data klimatologi (arah dan kecepatan angin, temperatur udara) digunakan untuk mengetahui kondisi iklim di sepanjang Kali Surabaya yang mungkin akan berpengaruh pada koefisien reaksi dalam air.
  - b. Data profil memanjang dan melintang sungai digunakan untuk menentukan segmen sungai yang dikelompokkan dalam beberapa *reach*.
  - c. Data debit dan kualitas air Kali Surabaya digunakan untuk acuan dalam menentukan ketepatan model.
  - d. Data debit dan kualitas air limbah industri, limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan aliran anak sungai dijadikan sebagai input pencemaran *point sources* yang masuk ke Kali Surabaya.
  - e. Data air Limbah dan sumber pencemar lain yang masuk ke Kali surabaya tidak melewati titik input yang jelas akan dijadikan sebagai input pencemaran *non-point sources*, besarnya input ini ditentukan dengan beberapa perhitungan pendekatan.
3. Pembangunan Model  
Kegiatan pembangunan model meliputi :
  - a. Entry data : data 7 tahun yang telah di analisis dimasukkan ke dalam sel-sel model QUAL2Kw versi 5.1 dalam format Microsoft Excel berdasarkan peta yang telah di buat.
  - b. Penentuan koefisien model : model di-*running* berulang-ulang hingga diperoleh hasil model sesuai dengan (mendekati) kondisi yang sebenarnya. Penyesuaian model dilakukan dengan “trial and error” nilai koefisien model.
4. Simulasi dan perhitungan Daya Tampung

Secara Umum simulasi dilakukan untuk merepresentasikan tahun 2012 (eksisting) serta estimasi 5 tahun yang akan datang (2017) yang terbagi ke dalam 5

skenario agar tujuan pemodelan dapat dicapai sebagaimana disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skenario Simulasi

Skenario	Kualitas Air Di Hulu Cangkir Tambangan	Perlakuan dari Badan Air	Kualitas Air di Sumber Pencemar	Hasil Output Kualitas Air
1	Eksisting	Eksisting	Eksisting	Model
2	Eksisting	Eksisting	Baku Mutu Air Limbah Kelas III	Model
3	Eksisting	Eksisting	Estimasi tahun 2017	Model
4	Eksisting	Eksisting	Tidak ada sumber pencemar	Model
5	Eksisting	Baku Mutu Air Kelas II	Trial & Error	Mutu Air Sasaran kelas II

a. Skenario 1

Simulasi pada skenario 1 dilakukan dengan melakukan input data existing baik pada kualitas air di sungai maupun data sumber pencemar tertentu dan tak tentu (konsentrasi dan debit) serta pengambilan air (debit). Beban limbah rumah tangga yang langsung masuk ke Kali Surabaya dikategorikan sebagai sumber pencemar tak tentu (*non point source*) yang jumlahnya diestimasi dengan menggunakan data jumlah penduduk dikalikan dengan faktor emisi. Beban pencemar dari industri adalah industri yang mengarahkan efluentnya langsung ke Kali Surabaya.

b. Skenario 2

Pada skenario 2 kualitas air di Kali Surabaya menggunakan data existing, sementara itu konsentrasi limbah industri diasumsikan telah diolah sehingga memenuhi Baku Mutu Air Limbah yang terdapat pada Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri di Jawa Timur. Demikian juga limbah rumah tangga diasumsikan diolah sehingga memenuhi baku mutu limbah domestik nasional, sehingga limbah rumah tangga setelah diolah secara terpadu menggunakan instalasi pengolahan limbah terpadu (IPLT) berubah menjadi sumber pencemar tertentu (*point source*). Disamping itu limbah rumah tangga, industri, hotel, restoran, peternakan dan pertanian yang masuk ke saluran air, drainase dan anak sungai



juga telah mengalami pengolahan dan pengelolaan yang baik sehingga saluran air, drainase dan anak sungai tersebut telah memenuhi mutu air kelas 2.

c. Skenario 3

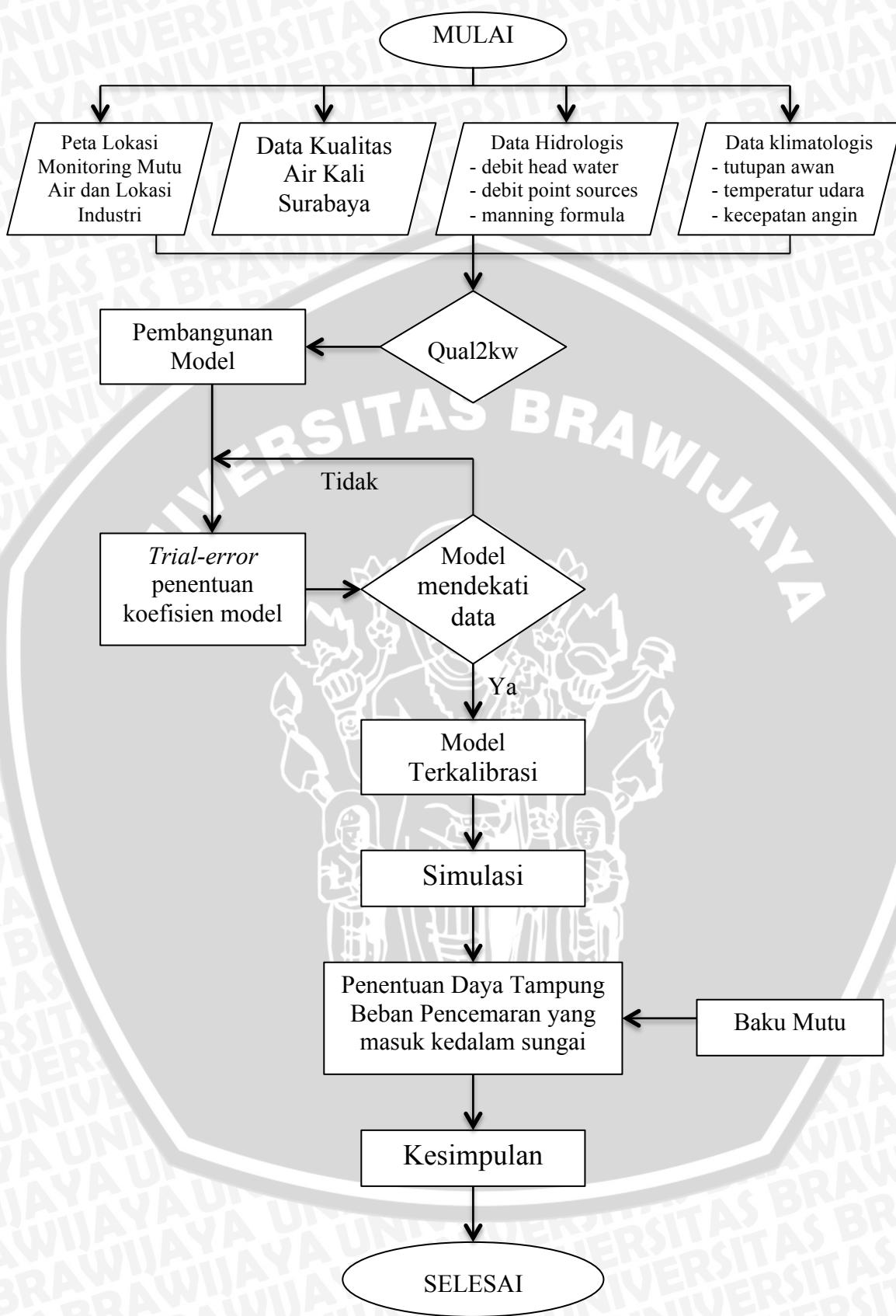
Estimasi sumber pencemar tak tentu didapatkan dengan memperhitungkan pertumbuhan penduduk selama 5 tahun dari tahun 2012 sampai dengan 2017, sehingga jumlah beban pencemar dari rumah tangga bertambah, baik yang masuk melalui saluran air, drainase dan anak sungai ataupun yang langsung masuk ke Kali Surabaya sebagai *non-point source*. Sementara itu jumlah beban pencemar dari industri, hotel, restoran, ternak dan pertanian diasumsikan tidak bertambah sebagaimana pada skenario 1. Kualitas air sungai menggunakan data eksisting 2012.

d. Skenario 4

Pada skenario 4 kualitas air di Kali Surabaya menggunakan data eksisting, sementara itu diasumsikan tidak ada sumber pencemar yang masuk ke Kali Surabaya, baik limbah industri maupun limbah domestik.

e. Skenario 5

Mutu air sasaran Kali Surabaya pada tahun 2017 diasumsikan menggunakan cara *trial and error* sedemikian rupa sehingga mutu air sasaran dapat tercapai. Dasar penentuan konsentrasi air limbah industri adalah dari Baku Mutu Air Limbah yang diatur dalam Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri di Jawa Timur. Sedangkan untuk limbah rumah tangga diasumsikan telah diolah sehingga mutunya memenuhi baku mutu limbah domestik. Seperti pada skenario 2, limbah rumah tangga diolah secara terpadu menggunakan instalasi pengolahan limbah terpadu (IPLT), sehingga berubah menjadi sumber pencemar tertentu (*point source*). Pada skenario 5 ini, kualitas hulu sungai diasumsikan memenuhi kualitas air sungai Kelas II.



Gambar 3.4 Diagram Alir Penggerjaan Skripsi

**BAB IV****HASIL DAN PEMBAHASAN****4.1. Kondisi Daerah Penelitian****4.1.1. Umum**

Surabaya terletak pada  $07^{\circ}09'$  -  $07^{\circ}21'$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}36'$  -  $112^{\circ}54'$  Bujur Timur. Berada pada ketinggian 3-6 meter diatas permukaan air laut (dataran rendah), kecuali di bagian selatan terdapat dua bukit landai di daerah Lidan dan Gayungan dengan ketinggian 25-50 meter diatas permukaan air laut. Batas wilayah Surabaya antara lain :

- Sebelah Utara : Selat Madura
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sidoarjo
- Sebelah Barat : Kabupaten Gresik

Mempunyai luas wilayah 52.087 Ha dengan 63,45% atau 33.048 Ha dari luas total wilayah merupakan daratan dan selebihnya sekitar 36,55% atau 19.039 Ha merupakan wilayah laut yang dikelola oleh pemerintah kota Surabaya.

Kali Surabaya mengalir antara kota Mojokerto hingga Surabaya, dimana terletak antara bujur  $112^{\circ}30'$  sampai  $112^{\circ}45'$  BT dan lintang  $7^{\circ}15'$  LS sampai  $7^{\circ}25'$  LS. Sungai tersebut merupakan terusan kali Brantas yang mulai dari Mlirip, Mojokerto. Melewati daerah Wringin Anom, Driyorejo dan Sepanjang sebelum sampai ke Surabaya.

**4.1.2. Kondisi Hidrolis Kali Surabaya**

Kali Surabaya mempunyai panjang 42,3 km dari Dam Mlirip (KM 42,3) hingga Dam Jagir (KM 0). Namun dalam penelitian ini dibatasi hanya dari Cangkir Tambangan (KM16,65) hingga Dam Jagir (KM 0). Kondisi hidrolis rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.1. Data hidrolis ini mencakup kedalaman sungai rata-rata, lebar sungai rata-rata dan kecepatan aliran rata-rata.

Tabel 4.1 Kondisi hidrolis Kali Surabaya

KM	Kedalaman sungai rata-rata (m)	Lebar sungai rata-rata (m)	Kecepatan aliran rata-rata (m/detik)
16,65 - 11,9	4,96	42,22	0,41
11,9 - 5,6	4,31	47,14	0,28
5,6 - 2,6	3,66	51,18	0,20
2,6 - 0	2,96	52,73	0,18

Sumber: Dinas PU Pengairan Provinsi Jatim

#### 4.2. Model QUAL2Kw

Pemrograman yang digunakan untuk melakukan perhitungan untuk QUAL2Kw ditulis dengan menggunakan *Visual Basic for Applications* (VBA). Fortran juga hadir sebagai pilihan. Excel digunakan untuk memasukkan dan membaca data. Berikut tampilan awal dalam aplikasi QUAL2Kw yang disajikan pada Gambar 4.1.

<b>QUAL2Kw (version 5.1)</b>	
<b>Stream Water Quality Model</b>	
<b>Greg Pelletier, Steve Chapra, and Hua Tao</b>	
<b>Department of Ecology and Tufts University</b>	
<b>System ID:</b>	
River name	Kali Surabaya
Saved file name	Kali_Surabaya_Model-Eksisting
Directory where the input/output files are saved	C:\qual2kw\astrid qual2kw\nananana
Month	7
Day	5
Year	2013
Local standard time zone relative to UTC	-7 hours
Daylight savings time	No
<b>Simulation and output options:</b>	
Calculation step	2.8125 minutes
Number of days	2 days
Solution method (integration)	Euler
Solution method (pH)	Bisection
Simulate hyporheic exchange and pore water quality	No
Display dynamic diel output	No
State variables for simulation	All
Simulate sediment diagenesis	No
Simulate alkalinity change due to nutrient change	No
Write dynamic output of water quality	No
Program determined calc step	2.8125 minutes
Time elapsed during last model run	0.52 minutes
Time of sunrise	6:44 AM
Time of solar noon	12:35 PM
Time of sunset	6:27 PM
Photoperiod	11.71 hours

Gambar 4.1 Lembar Kerja QUAL2Kw

Didalam aplikasi tersebut dapat kita lihat terdapat banyak warna, yang berfungsi untuk menunjukkan informasi yang harus dimasukkan oleh pengguna atau hasil yang dikeluarkan oleh program. Berikut penjelasan untuk masing-masing warna :

1. Biru Pucat : menandakan informasi yang dimasukkan oleh pengguna.
2. Kuning Pucat : menandakan informasi yang dimasukkan oleh pengguna, dan kemudian dikeluarkan sebagai grafis oleh QUAL2Kw
3. Hijau Pucat : menandakan informasi yang dikeluarkan QUAL2Kw
4. Warna Gelap : digunakan sebagai label dan tidak boleh dirubah

Semua lembar kerja memiliki tiga tombol yang berada di atas yang memiliki fungsi yang berbeda-beda, berikut adalah penjelasannya :

1. *Open File*, ketika tombol ini di tekan, maka jendela (windows) pemilih file akan membuka secara otomatis untuk memungkinkan anda memilih sebuah data file. Semua QUAL2Kw data mempunyai *extension*, \*.q2k.
2. *Run VBA*, tombol ini mengakibatkan QUAL2Kw menghasilkan model dalam versi VBA dan membuat data file yang menyimpan informasi yang dimasukkan. Data file kemudian dapat dibuka kembali dengan menggunakan tombol *Open File*.
3. *Run Fortran*, tombol ini mengakibatkan QUAL2Kw menghasilkan model dalam versi Fortran dan membuat data file yang menyimpan informasi yang dimasukkan. Data file kemudian dapat dibuka kembali dengan menggunakan tombol *Open File*.

Versi Fortran dan versi VBA memberikan hasil yang identik, hanya saja versi Fortran berjalan lebih cepat karena berupa *compiled executable program*.

### 4.3. Debit Dan Kualitas Air Kali Surabaya

#### 4.3.1. Debit Kali Surabaya

Debit Kali Surabaya dibedakan karena adanya pengaruh musim hujan dan musim kemarau. Debit Kali Surabaya menjadi besar karena pengaruh curah hujan di daerah tangkapan hujan. Rata-rata debit air Kali Surabaya pada musim hujan dan musim kemarau dapat dilihat pada Tabel 4.2.

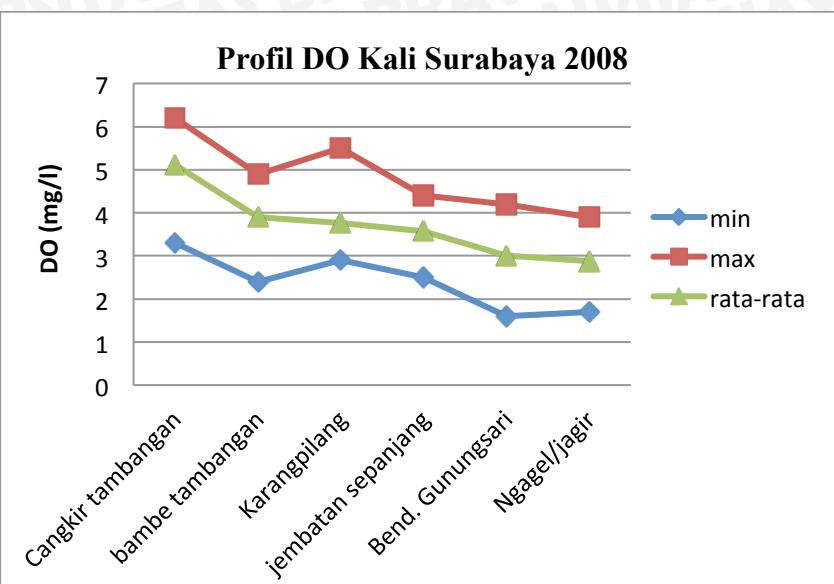
Tabel 4.2 Debit air Kali Surabaya

Lokasi pengukuran	Debit air rata-rata ( $m^3/det$ )	Debit air pada musim hujan ( $m^3/det$ )	Debit air pada musim kemarau ( $m^3/det$ )
Jembatan Perning	43,6	59,5	28,4
Bendungan Gunungsari	43,8	55,4	37,31
Dam Jagir	54,8	69,8	40,87

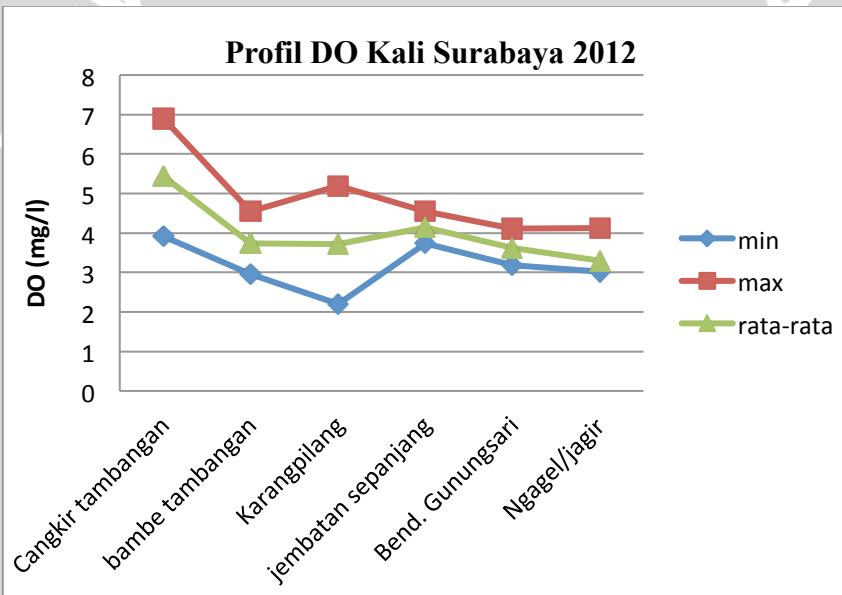
Sumber: Balai PSAWS Buntung Peketingan

#### 4.3.2. Kualitas Air Kali Surabaya

Kualitas air Kali Surabaya diperiksa rutin oleh Perum Jasa Tirta I. parameter yang diperiksa antara lain kadar oksigen terlarut (DO), kandungan organik ( $BOD_5$ ), nitrat dan pH. Hasil pemantauan kualitas air di stasiun-stasiun pemantauan dapat dilihat pada Lampiran A.



Gambar 4.2 Profil kualitas air Kali Surabaya (parameter DO) tahun 2008



Gambar 4.3 Profil kualitas air Kali Surabaya (parameter DO) tahun 2012

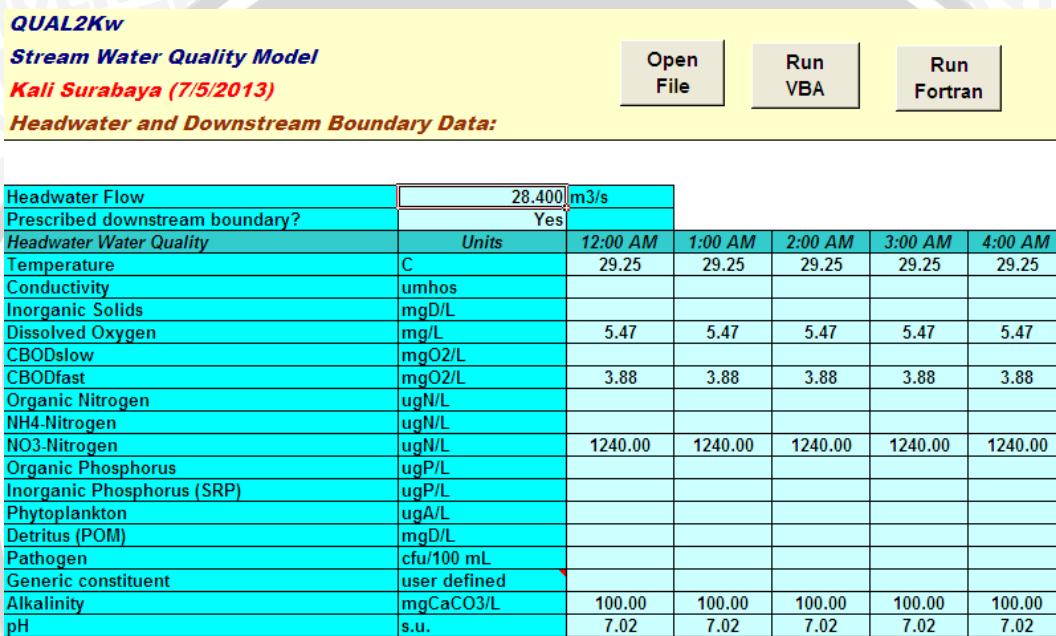
Hasil pengolahan data pemantauan menggambarkan keadaan umum kualitas air sepanjang Kali Surabaya. Kemampuan oksidasi dan daya dukung kehidupan biota pada tahun 2008 dan 2012 menunjukkan kecenderungan keadaan yang serupa. Gambar 4.2. dan Gambar 4.3. memperlihatkan kecenderungan penurunan DO. Makin ke arah hilir, kandungan DO makin kecil, sehingga kemampuan badan air dalam melakukan purifikasi makin menurun, sehingga kualitas makin berkurang dengan keterbatasan oksigen.

Berikut adalah informasi yang akan di input kedalam sheet “Headwater” dalam aplikasi QUAL2Kw disajikan pada Tabel 4.3. dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Data Rata-Rata Kualitas Air di Cangkir Tambangan (Hulu) Tahun 2012

No.	Parameter	Satuan	Input Data
1	Debit ( <i>Headwater Flow</i> )	m <sup>3</sup> /s	28,4
2	Temperatur ( <i>Temperature</i> )	°C	29,25
3	DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> )	mg/L	5,47
4	BOD <sub>5</sub> ( <i>CBODfast</i> )	mgO <sub>2</sub> /L	3,88
5	NO <sub>3</sub> -Nitrogen	ugN/L	1240
6	pH	s.u.	7,02

Sumber : Data Pemantauan PJT 1, 2012



Gambar 4.4 Lembar kerja Headwater (Headwater Water Quality)

Tabel 4.4 Data Rata-Rata Kualitas Air di Jagir (Hilir) Tahun 2012

No.	Parameter	Satuan	Input Data
1	Debit ( <i>Headwater Flow</i> )	m <sup>3</sup> /s	28,4
2	Temperatur ( <i>Temperature</i> )	°C	29,34
3	DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> )	mg/L	3,32
4	BOD <sub>5</sub> ( <i>CBODfast</i> )	mgO <sub>2</sub> /L	3,49
5	NO <sub>3</sub> -Nitrogen	ugN/L	1660
6	pH	s.u.	7,09

Sumber : Data Pemantauan PJT 1, 2012

<b>QUAL2Kw</b>			<b>Open File</b>	<b>Run VBA</b>	<b>Run Fortran</b>
<b>Stream Water Quality Model</b>					
<b>Kali Surabaya (7/5/2013)</b>					
<b>Headwater and Downstream Boundary Data:</b>					
Headwater Flow	28.400	m <sup>3</sup> /s			
Prescribed downstream boundary?	Yes				
Downstream Boundary Water Quality (optic)	Units	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
Temperature	C	29.34	29.34	29.34	29.34
Conductivity	umhos				
Inorganic Solids	mgD/L				
Dissolved Oxygen	mg/L	3.32	3.32	3.32	3.32
CBODslow	mgO <sub>2</sub> /L				
CBODfast	mgO <sub>2</sub> /L	3.49	3.49	3.49	3.49
Organic Nitrogen	ugN/L				
NH <sub>4</sub> -Nitrogen	ugN/L				
NO <sub>3</sub> -Nitrogen	ugN/L	1660.00	1660.00	1660.00	1660.00
Organic Phosphorus	ugP/L				
Inorganic Phosphorus (SRP)	ugP/L				
Phytoplankton	ugA/L				
Detritus (POM)	mgD/L				
Pathogen	cfu/100 mL				
Generic constituent	user defined				
Alkalinity	mgCaCO <sub>3</sub> /L	100.00	100.00	100.00	100.00
pH	s.u.	7.09	7.09	7.09	7.09

Gambar 4.5 Lembar Kerja Headwater (Downstream Boundary Water Quality)

#### 4.4. Segmentasi Kali Surabaya

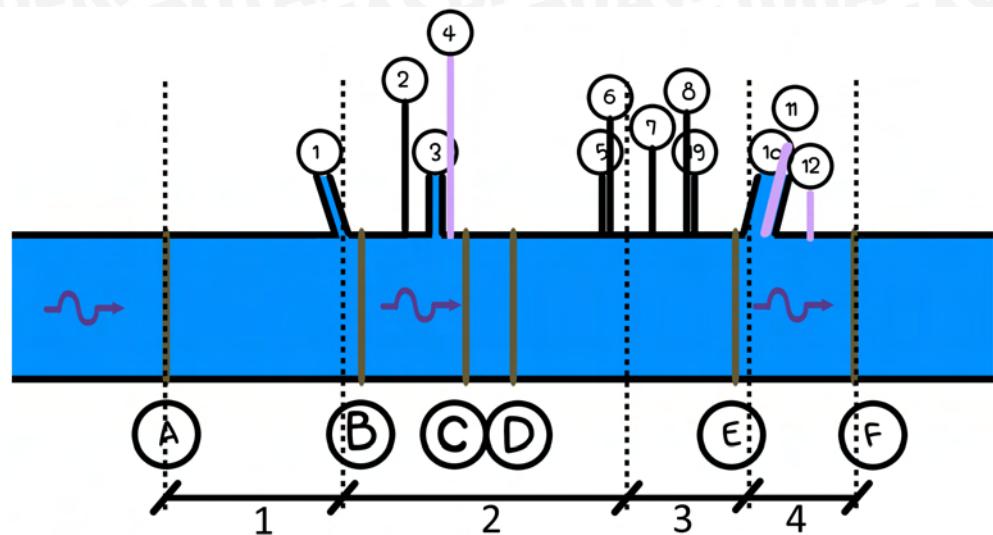
Kali Surabaya mempunyai panjang 42,3 km, dalam tugas akhir ini dibatasi hanya sampai Cangkir Tambangan (16,65 km). Untuk keperluan model kualitas air, Kali Surabaya dibagi menjadi beberapa segmen yang dimulai dari KM ke-16,65 (Cangkir Tambangan) hingga KM ke-0 (Dam Jagir). Pembagian segmen ini dibuat berdasarkan karakteristik fisik dan hidrolik tersebut, Kali Surabaya di bagi menjadi empat segmen (*reach*) seperti ditampilkan pada Gambar 4.6. Karakteristik setiap reach yang meliputi panjang, elevasi, dan posisi geografis dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pembagian Segmen Kali Surabaya

No. Reach	Nama Reach	Km	Panjang (km)	Elevasi		Koordinat	
				Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
1	Cangkir – Tengah	16,65 – 11,9	4,65	6,512	4,474	112°37'58.51"BT, 7°21'56.66"LS	112°39'44"BT , 7°21'06"LS
2	Tengah – Kebonagung	11,9 – 5,6	6,30	4,474	4,375	112°39'44"BT, 7°21'06"LS	112°42'38"BT , 7°19'40"LS
3	Kebonagung – Kedurus	5,6 – 2,6	3,00	4,375	3,882	112°42'38"BT, 7°19'40"LS	112°43'12"BT , 7°18'29"LS
4	Kedurus – Jagir	2,6 – 0	2,60	3,882	1,798	112°43'12"BT, 7°18'29"LS	112°44'27"BT , 7°18'02"LS

Sumber : Data Pemantauan PJT 1

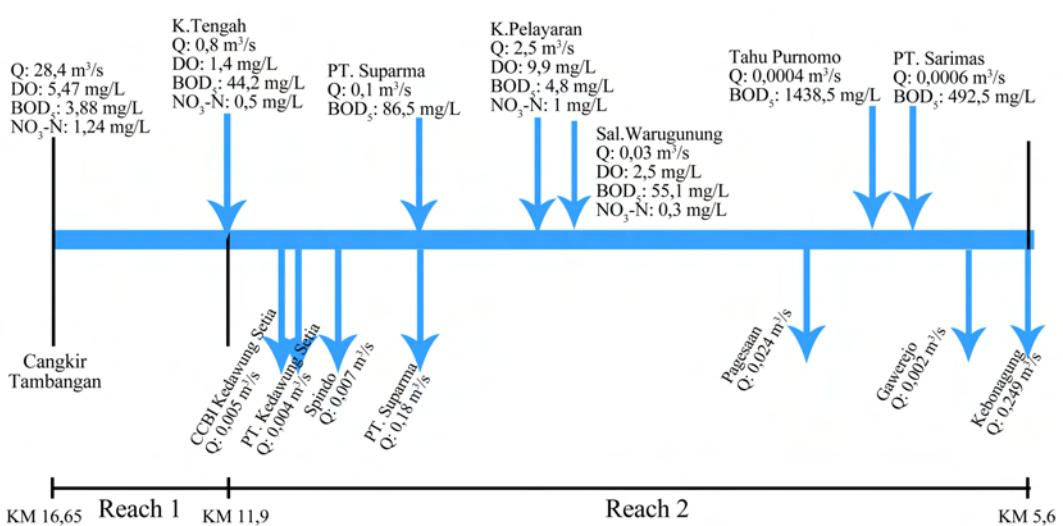




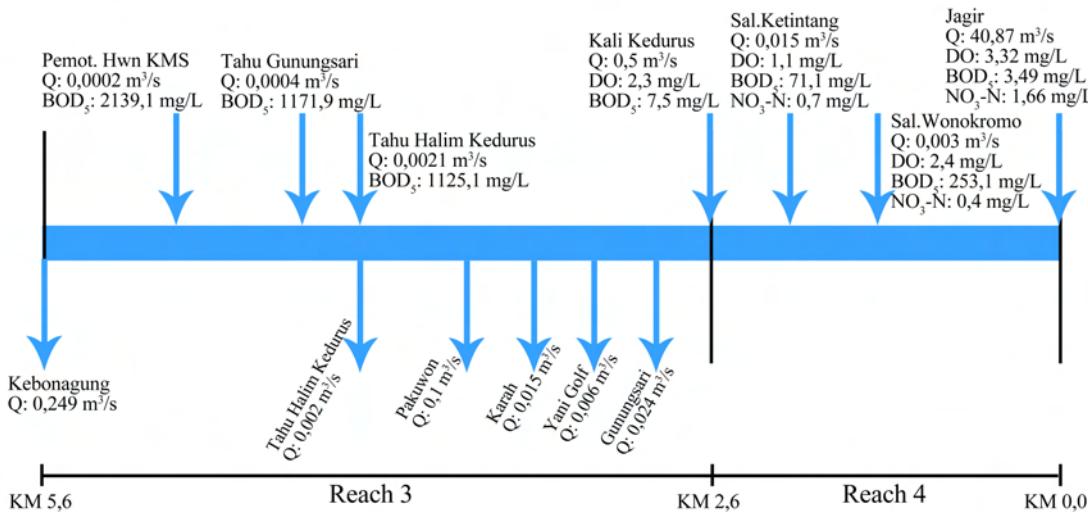
#### KETERANGAN REACH :

1. Cangkir Tambangan - Tengah ( 21,7 - 11,9 km )
2. Tengah - Kebonagung ( 11,9 - 5,6 km )
3. Kebonagung - Kedurus ( 5,6 - 2,6 km )
4. Kedurus - Jagir ( 2,6 - 0 km )

Gambar 4.6 Pembagian Reach Untuk Model QUAL2Kw



Gambar 4.7 Masukan Sumber Pencemar Kali Surabaya pada Reach 1 dan Reach 2



Gambar 4.8 Masukan Sumber Pencemar Kali Surabaya pada Reach 3 dan Reach 4

QUAL2Kw														
Stream Water Quality Model														
Kali Surabaya (7/5/2013)														
Reach Data:														
Reach for diel plot:	4	<----- change diel plots to this reach ----->												
Reach	Downstream end of reach label	Number	Reach length (km)	Downstream location	Downstream (km)	Elevation Upstream (m)	Elevation Downstream (m)	Latitude Degrees	Latitude Minutes	Latitude Seconds	Longitude Degrees	Longitude Minutes	Longitude Seconds	
Hulu		0		-7.37	112.63	16.65		5.512	-7.00	-21	-58	112.00	37	59
Cangkir Tambangan	Kali Tengah	1	4.75	-7.35	112.66	11.90	5.512	4.474	-7.00	-21	-6	112.00	39	44
Kali Tengah	Kebonagung	2	6.30	-7.33	112.71	5.60	4.474	4.375	-7.00	-19	-40	112.00	42	38
Kebonagung	Kali Kedurus	3	3.00	-7.31	112.72	2.60	4.375	3.882	-7.00	-18	-29	112.00	43	12
Kali Kedurus	Hilir	4	2.60	-7.30	112.74	0.00	3.882	1.798	-7.00	-18	-2	112.00	44	27

Gambar 4.9 Lembar kerja Reach (a)

Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)												
Weir		Rating Curves				Manning Formula						
Height (m)	Width (m)	Coefficient	Exponent	Depth Coefficient	Exponent	Channel Slope	Manning n	Bot Width m	Side Slope	Side	Slope	
0.0000	0.0000	13.8100	4.536	4.9190	0.565	0.000034	0.0500	40.00	0.05	0.05		
0.0000	0.0000	13.8100	4.536	4.9190	0.565	0.000016	0.0500	40.00	0.05	0.05		
0.0000	0.0000	13.8100	4.536	4.9190	0.565	0.000064	0.0500	45.00	0.06	0.06		
0.0000	0.0000	13.8100	4.536	4.9190	0.565	0.000064	0.0500	49.00	0.09	0.09		
0.0000	0.0000	13.8100	4.536	4.9190	0.565	0.00009	0.0500	50.00	0.20	0.20		

Gambar 4.10 Lembar kerja Reach (b)

#### 4.5. Klimatologi

Kondisi iklim di sepanjang sungai merupakan salah satu data yang diperlukan dalam model QUAL2Kw. Karena klimatologi di Kali Surabaya tidak tersedia maka digunakan data dari BMG Juanda yang merupakan hasil pengukuran iklim di bandara Juanda. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.11 sampai Gambar 4.15.

#### 4.5.1. Suhu Udara

*Air Temperature*, suhu udara perjam untuk masing-masing *reach* dimasukkan dalam kolom G sebesar 29°C. Berikut adalah tampilan dalam Lembar kerja *Air Temperature*.

Upstream Label	Reach Label	Downstream Label	Reach Number	Upstream Distance km	Downstream Distance km	Hourly air temperature (The input value)
Hulu	Cangkir Tambangan	Kali Tengah	1	16.65	11.90	29.00
Kali Tengah	Kali Tengah	Kebonagung	2	11.90	5.60	29.00
Kebonagung	Kebonagung	Kali Kedurus	3	5.60	2.60	29.00
Kali Kedurus	Kali Kedurus	Hilir	4	2.60	0.00	29.00

Gambar 4.11 Lembar Kerja *Air Temperature*

#### 4.5.2. Suhu Titik Embun

*Dew-Point Temperature*, suhu titik embun perjam untuk masing-masing *reach* dimasukkan dalam kolom G sebesar 25°C. Berikut adalah tampilan dalam Lembar kerja *Dew-Point Temperature*.

Upstream Label	Reach Label	Downstream Label	Reach Number	Upstream Distance km	Downstream Distance km	Hourly dew point temperature (The input value)
Hulu	Cangkir Tambangan	Kali Tengah	1	16.65	11.90	25.00
Kali Tengah	Kali Tengah	Kebonagung	2	11.90	5.60	25.00
Kebonagung	Kebonagung	Kali Kedurus	3	5.60	2.60	25.00
Kali Kedurus	Kali Kedurus	Hilir	4	2.60	0.00	25.00

Gambar 4.12 Lembar Kerja *Dew-Point Temperature*

#### 4.5.3. Kecepatan Angin

*Wind speed*, kecepatan angin perjam untuk masing-masing *reach* dimasukkan dalam kolom G sebesar 6,22 m/s. Berikut adalah tampilan dalam Lembar kerja *Wind Speed*.



Gambar 4.13 Lembar Kerja *Wind Speed*

#### **4.5.4. Tutupan Awan**

*Cloud Cover*, tutupan awan perjam untuk masing-masing *reach* dimasukkan dalam kolom G sebesar 10%. Berikut adalah tampilan dalam Lembar kerja *Cloud Cover*.

<b>QUAL2Kw</b>			
<b>Stream Water Quality Model</b>			
<b>Kali Surabaya (7/5/2013)</b>		<b>Open File</b>	<b>Run VBA</b>
<b>Cloud Cover Data:</b>			<b>Run Fortran</b>

Gambar 4.14 Lembar Kerja *Cloud Cover*

#### **4.5.5. Radiasi Cahaya Matahari**

*Shading* dinyatakan sebagai presentase radiasi cahaya matahari yang terhalang karena topografi dan vegetasi. Lembar kerja ini digunakan untuk memasukkan *shading* perjam untuk masing-masing *reach* dimasukkan dalam kolom G sebesar 5% dikarenakan sedikitnya topografi dan vegetasi di sepanjang sungai. Berikut adalah tampilan dalam Lembar kerja *Shade*.

Gambar 4.15 Lembar Kerja *Shade*

#### **4.6. Pembangunan Model**

Setelah reach dibuat, maka dilakukan *entry* data ke dalam komputer yang meliputi identitas sungai, debit dan kualitas hulu (Gambar 4.4), identitas *reach* (Gambar 4.9 hingga Gambar 4.10), sumber pencemaran *point source* (Gambar 4.16 dan Gambar 4.17) dan *non point source* akan ikut serta menentukan kualitas air sungai. Pada pembangunan model ini, sumber pencemaran *point source* meliputi anak sungai, saluran pembuangan limbah industri, dan saluran pembuangan limbah lainnya. Data sumber pencemar *point source* yang telah dikumpulkan adalah data debit dan data kualitas yang diperoleh dari beberapa sumber.

Sumber pencemaran *non point source* meliputi sumber pencemaran yang titik pembuangannya tidak terdeteksi (Gambar 4.19). Sumber pencemaran ini mencakup air limbah rumah tangga, limbah industri kecil, limbah pertanian, dan *inflow* air tanah. Karena tidak terdeteksi dan tidak adanya data, sehingga memungkinkan untuk dilakukan *trial and error* dalam menentukan debit yang masuk ataupun debit yang keluar, dan kualitas air di sepanjang sungai.

#### 4.6.1. Data Debit Air Sumber Pencemar

Data debit air sumber pencemar yang dapat diperoleh adalah data debit anak sungai, debit saluran limbah rumah tangga/pertanian dan debit limbah industri. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Debit Air Sumber Pencemar

No	Nama <i>Point Sources</i>	Lokasi (Km)	Debit (m <sup>3</sup> /det)
1	Kali Tengah	11,95	0,80
2	Suparma, PT	10,75	0,10
3	Kali Pelayaran	9,75	2,50
4	Saluran warugunung	9,70	0,03
5	Pabrik Tahu Purnomo	5,95	0,0004
6	Sarimas Permai, PT	5,85	0,0006
7	Pemotongan Hewan KMS	4,70	0,0002
8	Pers. Tahu Gunungsari	3,85	0,0004
9	Pers. Tahu Halim Kedurus	3,65	0,0021
10	Kali Kedurus	2,50	0,50
11	Saluran Ketintang	2,45	0,015
12	Sal. Limbah RT Pulo Wonokromo	0,80	0,003

Sumber: PJT1, 2007

#### 4.6.2 Kualitas Air Sumber Pencemar

Data pemantauan kualitas aliran yang masuk ke Kali Surabaya didapatkan dari hasil pemantauan PJT I. Kualitas limbah industri yang masuk ke Kali Surabaya ditampilkan pada Tabel 4.7. Data kualitas anak sungai dan saluran ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Kualitas Air Limbah Industri yang Dibuang ke Kali Surabaya

Kode	Nama Industri	Pembuangan	pH	Temperatur °C	BOD <sub>5</sub> (mg/l)
SRB054	Suparma, PT	K. Surabaya	7.3	31.2	86.5
SRB315	Pabrik Tahu Purnomo	K. Surabaya	5.9	32.9	1438.5
SRB901	Sarimas Permai, PT	K. Surabaya	7.4	32.2	492.5
SRB450	Pemotongan Hewan KMS	K. Surabaya	7.3	30.4	2139.1
SRB448	Pers. Tahu Gunungsari	K. Surabaya	6.4	31.1	1171.9
SRB312	Pers. Tahu Halim Kedurus	K. Surabaya	6.1	32.4	1125.1

Sumber: Data Pemantauan PJT 1

Tabel 4.8. Kualitas Air Anak Sungai di Kali Surabaya

Anak Sungai	pH	Temperatur °C	DO (mg/l)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)
Kali Tengah	7.2	29.2	1.4	44.2	0.5
Kali Pelayaran	7.2	28.7	9.9	4.8	1.0
Kali Kedurus	7.3	29.4	2.3	7.5	
Saluran Warugunung	11.1	27.0	2.5	55.1	0.3
Sal. Limbah RT ketintang	7.5	26.0	1.1	71.1	0.7
Sal. Limbah RT Wonokromo	7.2	27.0	2.4	253.1	0.4

Sumber : PJT I dan BLH 2008



<b>QUAL2Kw</b>		<b>Open File</b>	<b>Run VBA</b>	<b>Run Fortran</b>																																																																																										
<b>Stream Water Quality Model</b>																																																																																														
<b>Kali Surabaya (7/5/2013)</b>																																																																																														
<b>Point Source Data:</b>																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><i>Point</i></th> <th><i>Point</i></th> <th colspan="3"><i>Temperature</i></th> </tr> <tr> <th></th> <th><i>Abstraction</i></th> <th><i>Inflow</i></th> <th><i>mean</i></th> <th><i>range/2</i></th> <th><i>time of</i></th> </tr> <tr> <th><i>Name</i></th> <th><i>Location (km)</i></th> <th><i>m3/s</i></th> <th><i>°C</i></th> <th><i>°C</i></th> <th><i>max</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kali Tengah</td> <td>11,95</td> <td>0,80</td> <td>29,20</td> <td>4,45</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Suparma, PT</td> <td>10,75</td> <td>0,10</td> <td>31,20</td> <td>2,70</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Kali Pelayaran</td> <td>9,75</td> <td>2,50</td> <td>28,70</td> <td>3,00</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Saluran warugunung</td> <td>9,70</td> <td>0,03</td> <td>27,00</td> <td></td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Pabrik Tahu Purnomo</td> <td>5,95</td> <td>0,0004</td> <td>32,90</td> <td>2,40</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Sarimas Permai, PT</td> <td>5,85</td> <td>0,0006</td> <td>32,30</td> <td>4,40</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Pemotongan Hewan KMS</td> <td>4,70</td> <td>0,0002</td> <td>30,40</td> <td>2,50</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Pers. Tahu Gunungsari</td> <td>3,85</td> <td>0,0004</td> <td>6,40</td> <td>0,50</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Pers. Tahu Halim Kedurus</td> <td>3,65</td> <td>0,0021</td> <td>32,40</td> <td>3,50</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Kali Kedurus</td> <td>2,50</td> <td>0,50</td> <td>29,40</td> <td>2,00</td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Saluran Ketintang</td> <td>2,45</td> <td>0,015</td> <td>26,00</td> <td></td> <td>12:00 AM</td> </tr> <tr> <td>Sal. Limbah RT Pulo Wonokromo</td> <td>0,80</td> <td>0,003</td> <td>27,00</td> <td></td> <td>12:00 AM</td> </tr> </tbody> </table>						<i>Point</i>	<i>Point</i>	<i>Temperature</i>				<i>Abstraction</i>	<i>Inflow</i>	<i>mean</i>	<i>range/2</i>	<i>time of</i>	<i>Name</i>	<i>Location (km)</i>	<i>m3/s</i>	<i>°C</i>	<i>°C</i>	<i>max</i>	Kali Tengah	11,95	0,80	29,20	4,45	12:00 AM	Suparma, PT	10,75	0,10	31,20	2,70	12:00 AM	Kali Pelayaran	9,75	2,50	28,70	3,00	12:00 AM	Saluran warugunung	9,70	0,03	27,00		12:00 AM	Pabrik Tahu Purnomo	5,95	0,0004	32,90	2,40	12:00 AM	Sarimas Permai, PT	5,85	0,0006	32,30	4,40	12:00 AM	Pemotongan Hewan KMS	4,70	0,0002	30,40	2,50	12:00 AM	Pers. Tahu Gunungsari	3,85	0,0004	6,40	0,50	12:00 AM	Pers. Tahu Halim Kedurus	3,65	0,0021	32,40	3,50	12:00 AM	Kali Kedurus	2,50	0,50	29,40	2,00	12:00 AM	Saluran Ketintang	2,45	0,015	26,00		12:00 AM	Sal. Limbah RT Pulo Wonokromo	0,80	0,003	27,00		12:00 AM
	<i>Point</i>	<i>Point</i>	<i>Temperature</i>																																																																																											
	<i>Abstraction</i>	<i>Inflow</i>	<i>mean</i>	<i>range/2</i>	<i>time of</i>																																																																																									
<i>Name</i>	<i>Location (km)</i>	<i>m3/s</i>	<i>°C</i>	<i>°C</i>	<i>max</i>																																																																																									
Kali Tengah	11,95	0,80	29,20	4,45	12:00 AM																																																																																									
Suparma, PT	10,75	0,10	31,20	2,70	12:00 AM																																																																																									
Kali Pelayaran	9,75	2,50	28,70	3,00	12:00 AM																																																																																									
Saluran warugunung	9,70	0,03	27,00		12:00 AM																																																																																									
Pabrik Tahu Purnomo	5,95	0,0004	32,90	2,40	12:00 AM																																																																																									
Sarimas Permai, PT	5,85	0,0006	32,30	4,40	12:00 AM																																																																																									
Pemotongan Hewan KMS	4,70	0,0002	30,40	2,50	12:00 AM																																																																																									
Pers. Tahu Gunungsari	3,85	0,0004	6,40	0,50	12:00 AM																																																																																									
Pers. Tahu Halim Kedurus	3,65	0,0021	32,40	3,50	12:00 AM																																																																																									
Kali Kedurus	2,50	0,50	29,40	2,00	12:00 AM																																																																																									
Saluran Ketintang	2,45	0,015	26,00		12:00 AM																																																																																									
Sal. Limbah RT Pulo Wonokromo	0,80	0,003	27,00		12:00 AM																																																																																									

Gambar 4.16 Lembar kerja Point Sources Inflow (a)

<i>Name</i>	<i>Fast CBOD</i>			<i>Nitrate + Nitrite N</i>		
	<i>mean</i>	<i>range/2</i>	<i>time of</i>	<i>mean</i>	<i>range/2</i>	<i>time of</i>
Kali Tengah	44,20	189,30	12:00 AM	3300		12:00 AM
Suparma, PT	86,50	93,60	12:00 AM			
Kali Pelayaran	4,80	4,76	12:00 AM	1000		12:00 AM
Saluran warugunung	55,10			3050		12:00 AM
Pabrik Tahu Purnomo	1438,50	1701,40	12:00 AM			
Sarimas Permai, PT	492,50	414,30	12:00 AM			
Pemotongan Hewan KMS	2139,10	3316,90	12:00 AM			
Pers. Tahu Gunungsari	900,90	1171,90	12:00 AM			
Pers. Tahu Halim Kedurus	1125,10	641,10	12:00 AM			
Kali Kedurus	7,50	8,00	12:00 AM			
Saluran Ketintang	71,1000		12:00 AM	6700		12:00:00 AM
Sal. Limbah RT Pulo Wonokromo	253,1000		12:00 AM	3820		12:00:00 AM

Gambar 4.17 Lembar kerja Point Sources Inflow dalam (b)

#### 4.7 Penggunaan Air Kali Surabaya

Pengambilan air dari Kali Surabaya akan mempengaruhi debit air Kali Surabaya. Secara umum, pengambilan air dari Kali Surabaya melalui dua cara, yaitu keluar melalui anak sungai dan pengambilan air langsung di Kali Surabaya. Data debit dan anak sungai dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan data pengambilan air rata-rata untuk kebutuhan industri dan sejenisnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.9 Data Intake Anak Sungai Rata-rata

Intake	Km	Debit ( $m^3/detik$ )
Pagesangan	6,7	0,024
Kebon Agung	5,5	0,249
Jambangan	4,5	0,024
Karah	3	0,015
Gunungsari	2,6	0,024

Sumber: Pengelolaan Sumber Air Wilayah Sungai Buntung Peketingan, 2007



Tabel 4.10 Data Pengambilan Air Rata-rata untuk Industri

No	Nama Point Abstraction	Lokasi (km)	Debit (m <sup>3</sup> /detik)
1	Suparma, PT	10.80	0.18
2	Pakuwon	3.20	1.00
3	Spindo	11.25	0.007
4	Yani Golf	2.75	0.006
5	Kedawung Setia, PT	11.30	0.005
6	Kedawung Setia CCBI	11.35	0.004
7	Pers. Tahu Halim Jaya	3.65	0.002
8	Gawerejo, PT	5.65	0.002

Sumber: Pengelolaan Sumber Air Wilayah Sungai Buntung Peketingan, 2007

<b>QUAL2Kw</b>							
<b>Stream Water Quality Model</b>							
<b>Kali Surabaya (7/5/2013)</b>							
<b>Point Source Data:</b>							
			Point Abstraction	Point Inflow	mean	range/2	time of max
Name	Location (km)	m3/s	m3/s	m3/s	°C	°C	
Kedawung Setia CCBI	11.350	0.004					
Kedawung Setia, PT	11.300	0.005					
Spindo	11.250	0.01					
Suparma, PT	10.800	0.18					
Gawerejo, PT	5.65	0.0020					
Pers. Tahu Halim Jaya	3.65	0.0020					
Pakuwon	3.2	0.1000					
Yani Golf	2.75	0.0060					
Pagesangan	6.7	0.0240					
Kebon Agung	5.5	0.2490					
Karah	3	0.0150					
Gunungsari	2.6	0.0240					

Gambar 4.18 Lembar kerja Point Sources Abstraction

<b>QUAL2Kw</b>																
<b>Stream Water Quality Model</b>																
<b>Kali Surabaya (7/5/2013)</b>																
<b>NonPoint Source Data:</b>																
		Diffuse Abstraction	Diffuse Inflow	Spec Temp	Diss Cond	BOI	CBOD	ganim	Nitrate	rgan	rganhyto	Generic	Alk	pH		
					umhos	gD	mg/L	gO <sub>2</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	gN/bN	ugN/L	P	P	CaCO <sub>3</sub> /L		
Name	Up (km)	Down (km)	m3/s	m3/s	C											
Air Tanah	16.650	11.900	0.0000	0.6000	29.00			210.00						100.0	7.0	
Limbah Domestik	16.65	11.90	0.0000	1.2350	29.00				185.00		1850.00				100.0	7.3
Limbah Domestik	11.90	10.00	0.0000	1.2470	29.00				120.00		1800.00				100.0	7.3
Limbah Domestik	10.00	8.00	0.0000	1.1250	29.00				20.00		1100.00				100.0	7.0
Limbah Domestik	8.00	2.60	0.0000	4.8520	29.00				4.00		3000.00				100.0	7.0
Limbah Domestik	2.60	0.00	0.0000	3.4600	29.00				35.00		1500.00				100.0	7.0
Air Tanah	2.600	0.00	0.0000	0.1000	29.00			460.00							100.0	7.0
Run-off Air Hujan	16.650	11.900	0.0000	0.0200	29.00				5.00		5.0				100.0	6.5
Run-off Air Hujan	11.900	5.600	0.0000	0.0200	29.00				5.00		5.0				100.0	6.5
Run-off Air Hujan	5.600	0.00	0.0000	0.0200	29.00				5.00		5.0				100.0	6.0
Air Tanah	8.00	2.60	0.0000	0.3000	29.00			340.00							100.0	7.0
Air Tanah	10.00	8.00	0.0000	0.2000	29.00			250.00							100.0	7.0
Air Tanah	12.00	10.00	0.0000	0.2000	29.00			150.00							100.0	7.0

Gambar 4.19 Lembar kerja Diffuse Sources



#### 4.8. Lembar Kerja Data

Lembar kerja digunakan untuk memasukkan data terukur untuk disajikan dalam plot. Informasi ini bersifat optional, yaitu model akan berjalan terlepas apakah lembaran ini memiliki data atau tidak. Hal ini ditunjukkan oleh label berwarna kuning muda. Berikut adalah data kualitas air rata-rata harian di sepanjang Kali Surabaya selama 7 tahun, data tersebut dimasukkan kedalam *sheet* WQ Data.

Tabel 4.11 Kualitas Air Kali Surabaya Tahun 2006-2012

Kode	Lokasi	Kondisi	Temperatur °C	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)
1035	Cangkir Tambangan (km 16,65)	min	25.00	6.18	1.40	1.62	0.03
		max	32.70	8.40	6.90	16.70	3.32
		rata-rata	28.61	7.22	4.78	4.77	1.24
		range/2	3.85	1.11	2.75	7.54	1.65
1040	Bambe Tambangan (km 11,75)	min	26.00	5.90	0.40	1.39	0.01
		max	32.50	7.90	5.10	35.63	3.14
		rata-rata	29.19	7.18	3.80	5.94	0.97
		range/2	3.25	1.00	2.35	17.12	1.57
1045	Karang Pilang (km 9,25)	min	25.00	6.09	0.90	1.90	0.03
		max	33.00	7.92	5.50	19.30	3.09
		rata-rata	28.94	7.17	3.55	5.93	1.05
		range/2	4.00	0.92	2.30	8.70	1.53
1050	Jambatan Sepanjang (km 8,1)	min	26.00	6.66	0.20	1.73	0.01
		max	32.50	8.00	4.99	22.80	2.70
		rata-rata	29.18	7.18	3.52	5.13	1.10
		range/2	3.25	0.67	2.40	10.54	1.34
1060	Bendungan Gunungsari (km 2,65)	min	26.00	6.41	1.60	1.80	0.01
		max	32.80	7.80	5.90	11.50	2.68
		rata-rata	29.34	7.15	3.24	4.41	1.06
		range/2	3.40	0.70	2.15	4.85	1.34
1100	Ngagel / Jagir (km 0,0)	min	25.60	6.09	0.74	1.41	0.01
		max	32.80	7.81	5.67	14.85	3.47
		rata-rata	29.16	7.06	2.96	5.31	1.04
		range/2	3.60	0.86	2.47	6.72	1.73

Sumber : Data Pemantauan PJT I

<b>QUAL2Kw</b>	<b>Stream Water Quality Model</b>	<b>Kali Surabaya (7/5/2013)</b>	<b>Water Quality Data:</b>	<b>Open File</b>	<b>Run VBA</b>	<b>Run Fortran</b>
----------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	------------------	----------------	--------------------

Distance km	Cond (umhos) \$ (mgD)	DO (mgO <sub>2</sub> /L)	CBODs (mgO <sub>2</sub> /L)	CBODf (mgO <sub>2</sub> /L)	γ (ugf) (ug)	NO <sub>3</sub> (ugN/L)	γ (ugP) (ug) (ug)	P (mg) (mg)	cflgCa	pH
16.65		4.78		4.77		1240.00				7.22
11.75		3.80		5.94		970.00				7.18
9.25		3.55		5.93		1050.00				7.17
8.10		3.52		5.13		1100.00				7.18
2.65		3.24		4.41		1060.00				7.15
0.00		2.96		5.31		1040.00				7.06



Gambar 4.20 Lembar kerja WQ Data

**QUAL2Kw**

**Stream Water Quality Model**  
**Boulder Creek (8/21/1987)**

**Water Quality Data Minimum:**

Distance (km)	Minimum	nd-data	S-data	DO-data	Minimum	CBODs-data	Minimum	CBODF-data	Minimum	No-data	4-d	NO3-data	in	in	in	in	in	Minimum
16.650				1.40				1.62				300.00						6.18
11.750				0.40				1.39				100.00						5.90
9.250				0.90				1.90				300.00						6.09
8.100				0.20				1.73				100.00						6.66
2.650				1.60				1.80				100.00						6.41
0.00				0.74				1.41				100.00						6.09

Gambar 4.21 Lembar Kerja WQ Data Minimum

**QUAL2Kw**

**Stream Water Quality Model**  
**Boulder Creek (8/21/1987)**

**Water Quality Data Maximum:**

Distance (km)	Maximum	nd-data	S-data	DO-data	Maximum	CBODs-data	Maximum	CBODF-data	Maximum	No-data	4-d	Maximum	in	in	in	in	in	Maximum
16.650				6.90				16.70				3320.00						8.40
11.750				5.10				1.39				3140.00						7.90
9.250				5.50				19.30				3090.00						7.92
8.100				4.99				22.80				2700.00						8.00
2.650				5.90				11.50				2680.00						7.80
0.00				5.67				14.85				3470.00						7.81

Gambar 4.22 Lembar Kerja WQ Data Maximum

**QUAL2Kw**

**Stream Water Quality Model**  
**Kali Surabaya (7/5/2013)**

**Temperature Data:**

Distance	Mean	Minimum	Maximum
x(km)	Temp-data	Temp-data	Temp-data
16.650	28.61		
11.750	29.19		
9.250	28.94		
8.100	29.18		
2.650	29.34		
0.000	29.16		

Gambar 4.23 Lembar kerja Temperature Data

Gambar 4.24 Lembar kerja *Hydraulics Data*

Faktor penting dalam pembangunan model adalah penentuan koefisien model yang meliputi koefisien-koefisien reaksi dari setiap parameter yang dimodelkan. Koefisien model dapat dilihat pada Tabel 4.12. Penentuan koefisien dilakukan dengan cara *trial and error* di *sheet Reach Rates*. Parameter yang dimodelkan disesuaikan dengan ketersediaan data yang dimiliki oleh PJT I, yaitu temperatur, pH, DO, BOD<sub>5</sub> dan NO<sub>3</sub>-N. Penentuan koefisien dianggap selesai bila hasil perhitungan model telah sesuai (mendekati) nilai pada data pemantauan. Data yang digunakan adalah data pemantauan kualitas air Kali Surabaya dan limbah industri selama 7 tahun (2006-2012).

Tabel 4.12 Koefisien Model

Reach label	Prescribed Reaeration /d	Fast CBOD Oxidation Rate /d	Nitrate Denitri Rate m/d	Sed Denitri transfer coeff m/d
Cangkir Tambangan	0.3	1.8	3	1
Kali Tengah	1.8	1.7	3	1
Kebonagung	3	4.2	2	1
Kali Kedurus	0.9	1.6	1	1

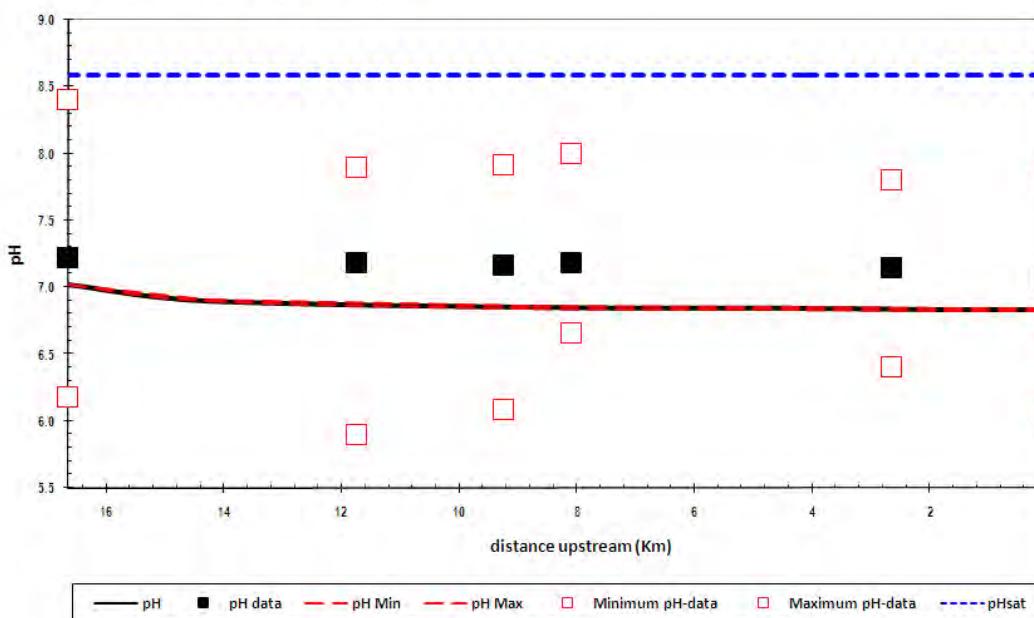
Setelah *trial and error* dilakukan, dan data-data telah dimasukkan kemudian tekan tombol [Run VBA]. Setelah proses selesai, dilanjutkan dengan melihat *sheet* yang berwarna merah muda yaitu *sheet pH, Temperature, Dissolved Oxygen, CBOD fast*, dan NO<sub>3</sub> apakah model telah mendekati data. Jika belum, maka *trial and error* dilakukan berulang-ulang di *sheet Reach Rates* dan *Diffuse Sources* hingga mendapatkan hasil yang sesuai. Berikut adalah hasil yang diperoleh, dapat dilihat pada Gambar 4.25 hingga Gambar 4.29.

Tabel 4.13 Perbandingan model dan data untuk parameter pH

Reach Label	x(km)	pH	
		WQ data	WQ Output
Hulu	16.65	7.22	7.02
Cangkir Tambangan	14.28	7.18	6.9
Kali Tengah	8.75	7.17	6.85
Kebonagung	4.1	7.18	6.84
Kali Kedurus	1.3	7.15	6.83
Terminus	0	7.06	6.83

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Kali Surabaya (7/5/2013)

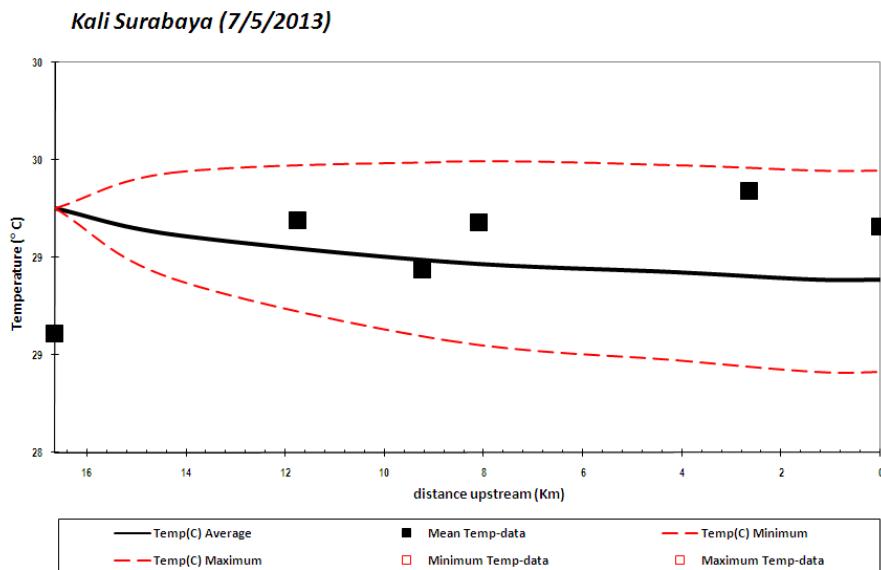


Gambar 4.25 Perbandingan model dan data untuk parameter pH

Tabel 4.14 Perbandingan model dan data untuk parameter Temperatur

Reach Label	x(km)	Temperatur (°C)	
		WQ data	WQ Output
Hulu	16.65	28.61	29.25
Cangkir Tambangan	14.28	29.19	29.12
Kali Tengah	8.75	28.94	28.98
Kebonagung	4.1	29.18	28.92
Kali Kedurus	1.3	29.34	28.89
Terminus	0	29.16	28.89

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

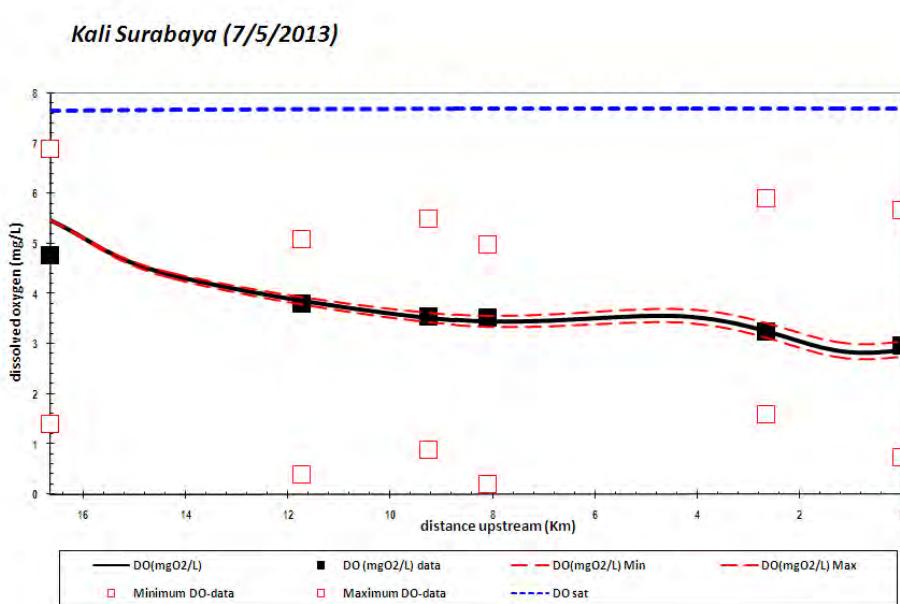


Gambar 4.26 Perbandingan model dan data untuk parameter Temperatur

Tabel 4.15 Perbandingan model dan data untuk parameter DO

Reach Label	x(km)	DO (mgO <sub>2</sub> /L)	
		WQ data	WQ Output
Hulu	16.65	4.78	5.47
Cangkir Tambangan	14.28	3.8	4.37
Kali Tengah	8.75	3.55	3.48
Kebonagung	4.1	3.52	3.53
Kali Kedurus	1.3	3.24	2.87
Terminus	0	2.96	2.87

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw



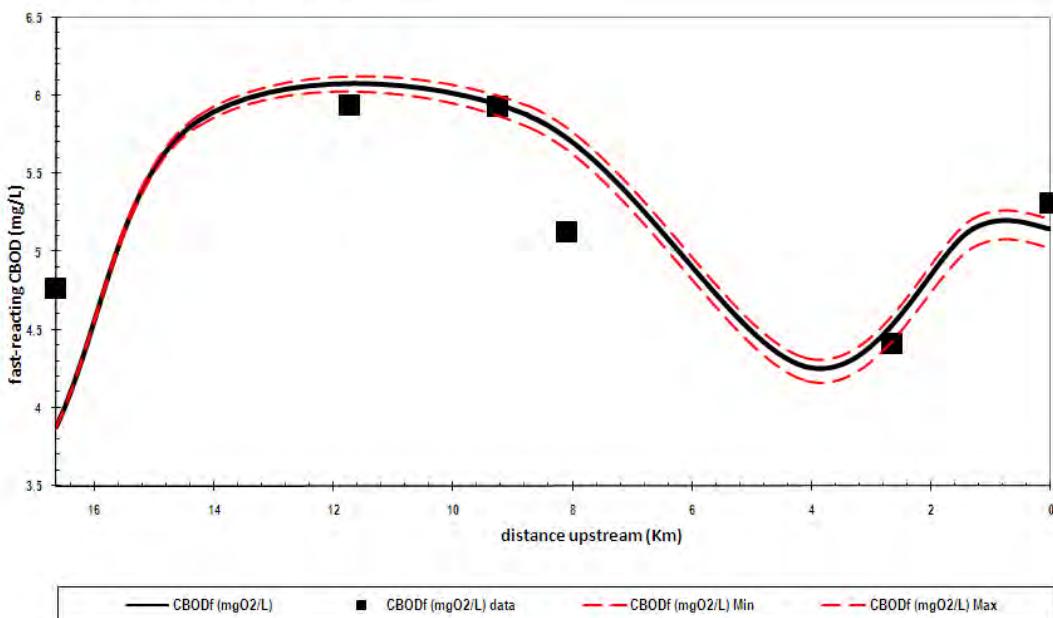
Gambar 4.27 Perbandingan model dan data untuk parameter DO

Tabel 4.16 Perbandingan model dan data untuk parameter  $BOD_5$ 

Reach Label	x(km)	$BOD_5$ (mgO <sub>2</sub> /L)	
		WQ data	WQ Output
Hulu	16.65	4.77	3.88
Cangkir Tambangan	14.28	5.94	5.84
Kali Tengah	8.75	5.93	5.88
Kebonagung	4.1	5.13	4.26
Kali Kedurus	1.3	4.41	5.15
Terminus	0	5.31	5.15

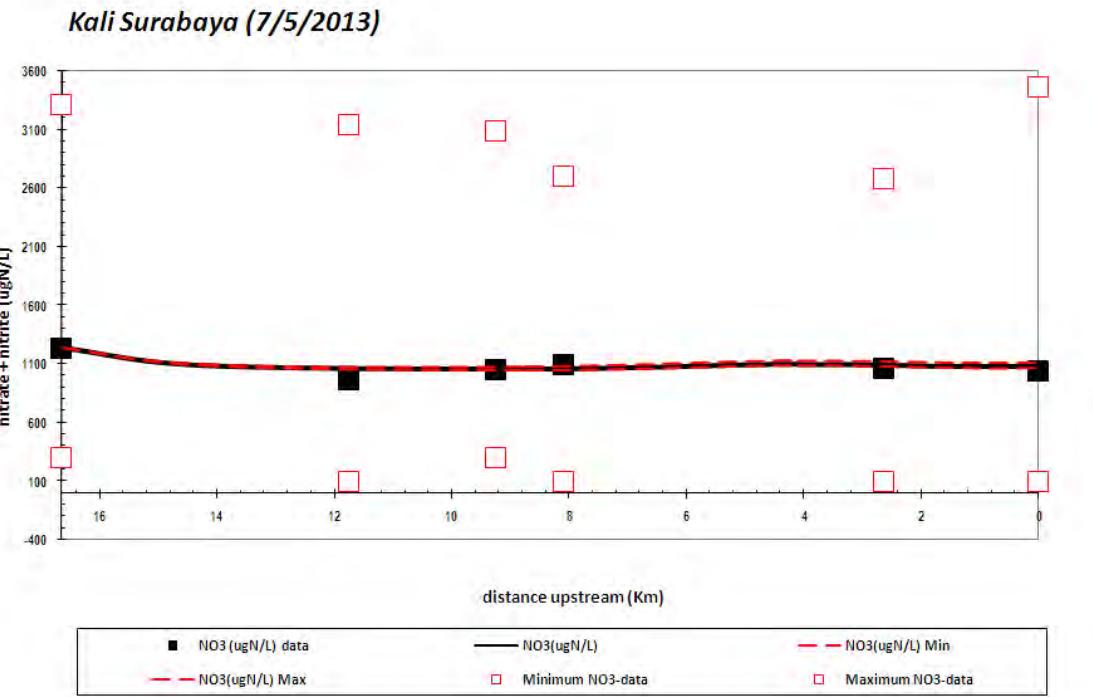
Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw

Kali Surabaya (7/5/2013)

Gambar 4.28 Perbandingan model dan data untuk parameter  $BOD_5$ Tabel 4.17 Perbandingan model dan data untuk parameter  $NO_3^-$ -N

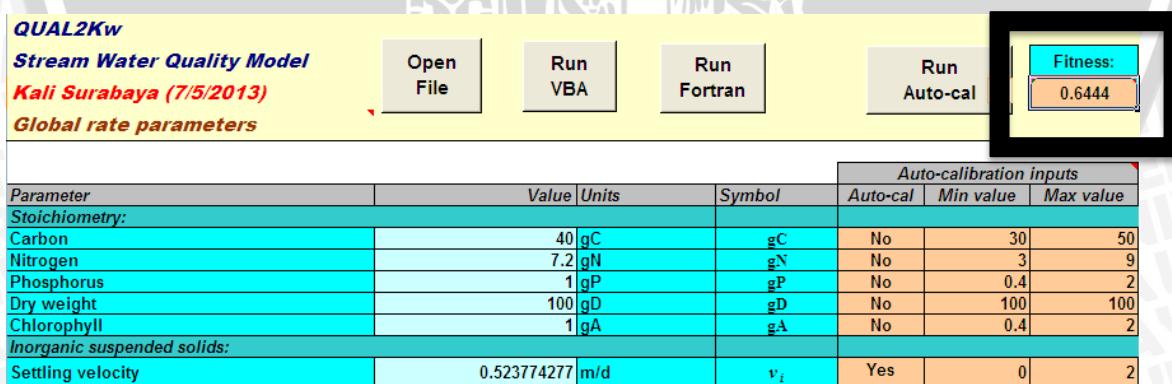
Reach Label	x(km)	$NO_3^-$ -N (mgO <sub>2</sub> /L)	
		WQ data	WQ Output
Hulu	16.65	1240	1240
Cangkir Tambangan	14.28	970	1092.11
Kali Tengah	8.75	1050	1060.78
Kebonagung	4.1	1100	1102.72
Kali Kedurus	1.3	1060	1080.84
Terminus	0	1040	1080.84

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw



Gambar 4.29 Perbandingan model dan data untuk parameter NO<sub>3</sub>-N

QUAL2Kw memiliki kemampuan untuk secara otomatis melakukan kalibrasi. Kalibrasi otomatis dijalankan dengan menggunakan tombol *Run Auto-cal* pada lembar kerja *Rates*. Pada *worksheet Rates* terdapat nilai yang disebut *Fitness*. Nilai *Fitness* menentukan tingkat kebaikan dari sebuah model. Rentang nilai *Fitness* adalah 0 s/d 1. Pada model hasil yang didapatkan nilai *Fitness* sebesar 0,6444 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Fitness pada Worksheet Rates

#### 4.9 Simulasi Kualitas Air

Model kualitas air Kali Surabaya yang telah dihasilkan dari *running* program QUAL2Kw dapat dipergunakan untuk memperkirakan kualitas air dengan skenario yang diinginkan. Proses untuk memperkirakan kualitas air sesuai dengan skenario ini

disebut proses simulasi. Parameter kualitas air yang disimulasi adalah: pH, temperatur, DO, BOD<sub>5</sub> dan NO<sub>3</sub> –N. Simulasi yang dilakukan dengan mengasumsi debit, kualitas air di hulu (Cangkir Tambangan), kondisi sumber pencemar dan kualitas air sepanjang Kali Surabaya, mengikuti skenario yang dibuat di Tabel 4.18.

Agar dapat melakukan perhitungan daya tampung beban pencemaran Kali Surabaya pada kondisi eksisting, maka dibuatlah simulasi skenario tanpa pencemar yang masuk dan skenario dengan pencemar penuh (memenuhi baku mutu badan air kelas II). Perhitungan daya tampung tersebut dilakukan dengan debit minimum (sesuai dengan KepMen LH No. 110 tahun 2003).

Tabel 4.18 Skenario Simulasi

Skenario	Kualitas Air Di Hulu Cangkir Tambangan	Perlakuan dari Badan Air	Kualitas Air di Sumber Pencemar	Hasil Output Kualitas Air
1	Eksisting	Eksisting	Eksisting	Model
2	Eksisting	Eksisting	Baku Mutu Air Limbah Kelas III	Model
3	Eksisting	Eksisting	Estimasi tahun 2017	Model
4	Eksisting	Eksisting	Tidak ada sumber pencemar	Model
5	Eksisting	Baku Mutu Air Kelas II	Trial & Error	Mutu Air Sasaran kelas II

Simulasi dengan kualitas air di hulu (*headwater*) sesuai kondisi eksisting dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh berbagai kondisi sumber pencemaran di sepanjang sungai dengan membiarkan kondisi di hulu sesuai dengan kondisi yang dilaporkan oleh data yang telah diolah. Hasil olahan data untuk kualitas air sungai hulu (titik kilometer 16,65) hanya bersumber dari data tahun 2012.

Hasil simulasi yang ditampilkan pada laporan ini berasal dari dua sumber, yaitu dari *worksheet WQ Output* dan *worksheet Sources Summary*. *WQ Output* merupakan *worksheet* yang menampilkan sumber data untuk grafik kualitas air sungai yang ditampilkan pada sub-sub bab 4.9.1 hingga 4.9.5, sedangkan *Sources Summary* menampilkan debit dan kualitas pencemar tiap segmen yang akan digunakan dalam perhitungan daya tampung dan beban pencemaran.

#### 4.9.1 Skenario 1 – Sumber Pencemar Eksisting

Simulasi 1 dilakukan dengan menggunakan kualitas air di hulu eksisting, dan perlakuan untuk kondisi sumber pencemaran adalah eksisting, yaitu data air limbah industri dan sumber pencemar lainnya. Simulasi ini dimaksudkan untuk mengetahui

pengaruh sumber pencemaran eksisting terhadap kualitas air sungai di setiap segmen hingga hilir. Hasil simulasi akan dibandingkan dengan baku mutu air kelas II, sehingga akan terlihat perbandingannya dan apakah hasil simulasi telah memenuhi baku mutu atau tidak. Tabel Baku Mutu Air Kelas II akan disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Baku Mutu Air Kelas II

Parameter	Satuan	BM Kelas II
Temperatur	°C	Deviasi 3
pH		6 – 9
DO	mg/l	4
BOD <sub>5</sub>	mg/l	3
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	10000

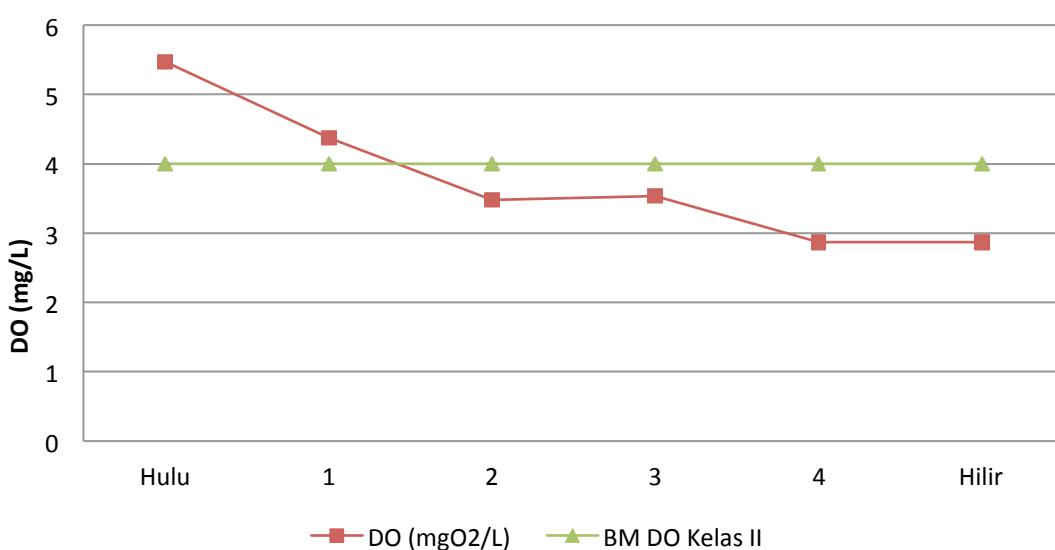
Sumber: Lampiran PP No. 82 Tahun 2001

Tabel 4.20 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach Label	X (km)	DO (mgO <sub>2</sub> /L)	BM DO Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	5.47	4
1	14.28	4.37	4
2	8.75	3.48	4
3	4.1	3.53	4
4	1.3	2.87	4
Hilir	0	2.87	4

Sumber : Hasil *Running QUA2Kw*

Profil DO Kali Surabaya Simulasi 1

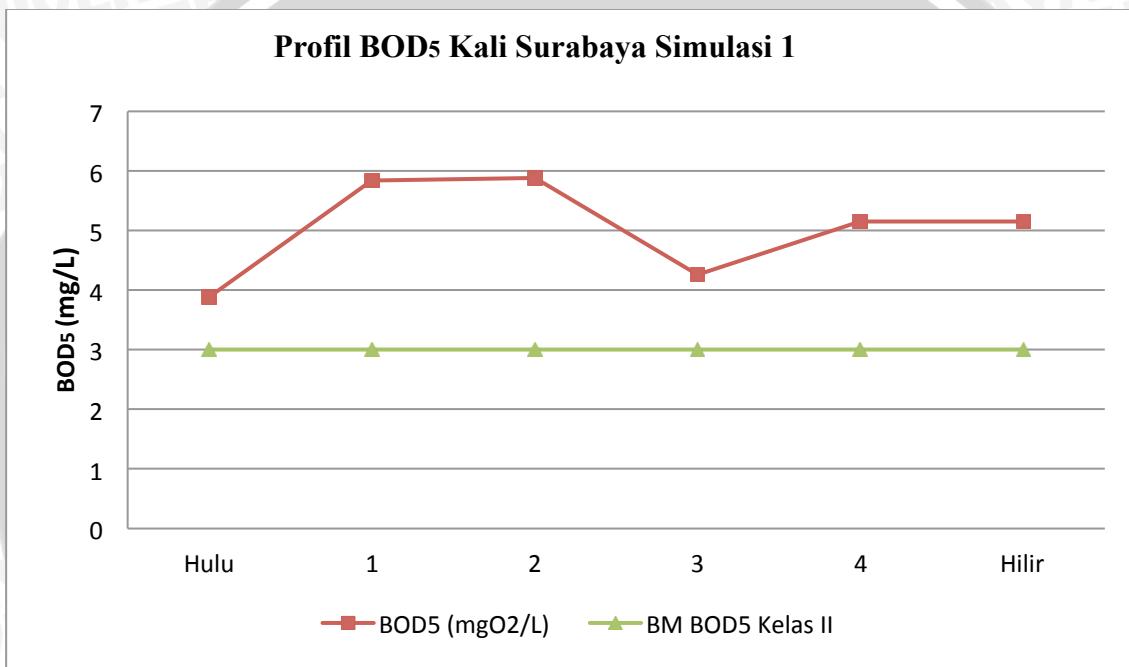


Gambar 4.31 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter DO Hasil Simulasi 1

Tabel 4.21 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $BOD_5$

Reach Label	X (km)	$BOD_5$ (mgO <sub>2</sub> /L)	BM $BOD_5$ Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	3.88	3
1	14.28	5.84	3
2	8.75	5.88	3
3	4.1	4.26	3
4	1.3	5.15	3
Hilir	0	5.15	3

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw

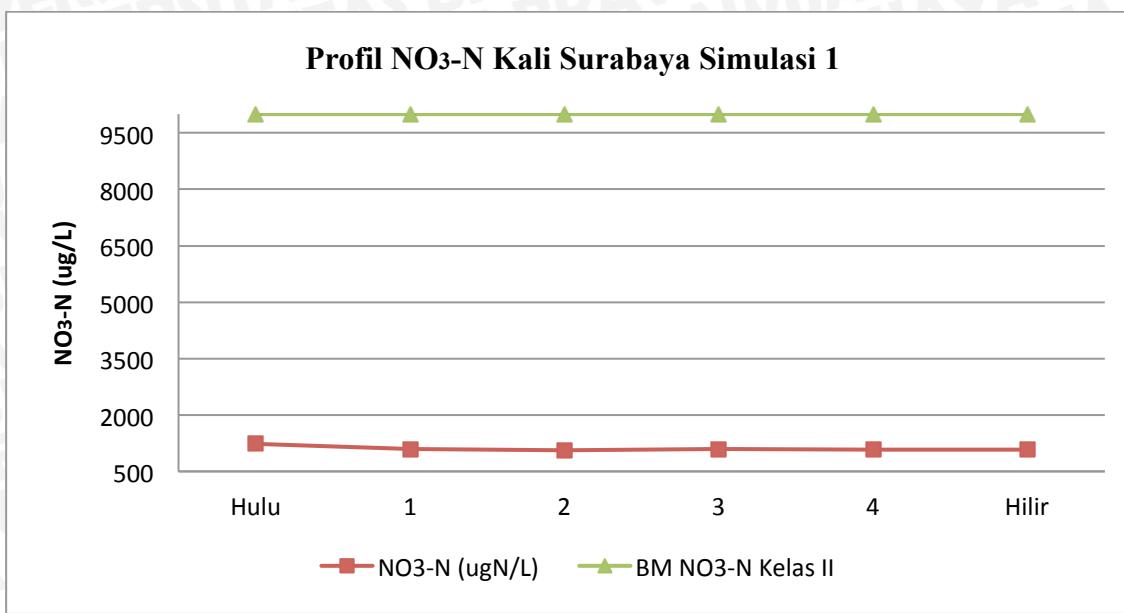


Gambar 4.32 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter  $BOD_5$  Hasil Simulasi 1

Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Simulasi 1 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $NO_3-N$

Reach Label	X (km)	$NO_3-N$ (ugN/L)	BM $NO_3-N$ Kelas II (ugN/L)
Hulu	16.65	1240	10000
1	14.28	1092.11	10000
2	8.75	1060.78	10000
3	4.1	1102.72	10000
4	1.3	1080.84	10000
Hilir	0	1080.84	10000

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw



Gambar 4.33 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter NO<sub>3</sub>-N Hasil Simulasi 1

Hasil simulasi 1 menunjukkan bahwa kualitas air sungai pada parameter BOD<sub>5</sub> tidak memenuhi baku mutu kualitas air kelas II. Sedangkan NO<sub>3</sub>-N dan DO memenuhi baku mutu kecuali pada bagian hulu parameter DO tidak memenuhi baku mutu kualitas air sungai kelas II.

#### 4.9.2 Skenario 2 – Sumber Pencemar Memenuhi Baku Mutu Air Limbah

Simulasi skenario 2 adalah mengkondisikan sumber pencemar telah memenuhi baku mutu air limbah (BMAL). Simulasi ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh penurunan beban masukan limbah terhadap kualitas air Kali Surabaya. Nilai konsentrasi sumber pencemar yang belum memenuhi baku mutu diganti dengan nilai pada baku mutu air limbah kelas III. Baku mutu yang dipakai adalah baku mutu limbah cair sesuai dengan jenis industri yang ditetapkan dalam lampiran Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002. Untuk industri yang tidak tercantum dalam lampiran I atau gabungan dari beberapa industri, baku mutu yang digunakan adalah baku mutu limbah cair kelas III sebagaimana tercantum dalam lampiran II Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 (Tabel 4.18). Anak sungai yang masuk ke Kali Surabaya juga diasumsikan memenuhi baku mutu kualitas air kelas II.

Tabel 4.23 Baku Mutu Air Limbah Cair Kelas III

Parameter	Satuan	Nilai
Temperatur	°C	35
pH		6-9
DO	mg/l	> 2*
BOD5	mg/l	150
NO <sub>3</sub> -N	μg/l	30000

Sumber: Lampiran II Kep. Gubernur Jatim No.45 Tahun 2002

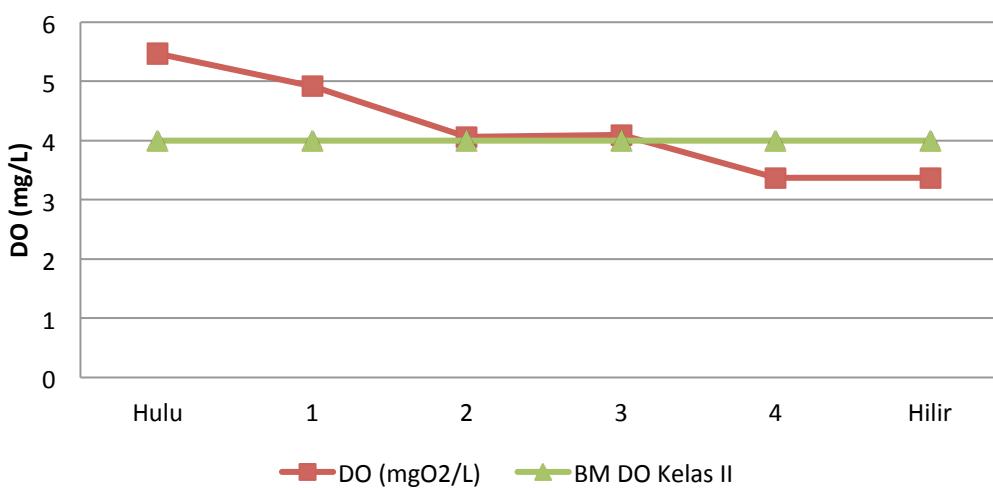
Hasil simulasi menunjukkan bahwa kualitas air Kali Surabaya menjadi lebih baik. Semua parameter memenuhi baku mutu air kelas II kecuali parameter pada bagian hulu tidak memenuhi baku mutu. Hasil simulasi skenario 2 dapat dilihat pada Gambar 4.34 hingga Gambar 4.36.

Tabel 4.24 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach Label	X (km)	DO (mgO <sub>2</sub> /L)	BM DO Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	5.47	4
1	14.28	4.92	4
2	8.75	4.06	4
3	4.1	4.1	4
4	1.3	3.37	4
Hilir	0	3.37	4

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Profil DO Kali Surabaya Simulasi 2

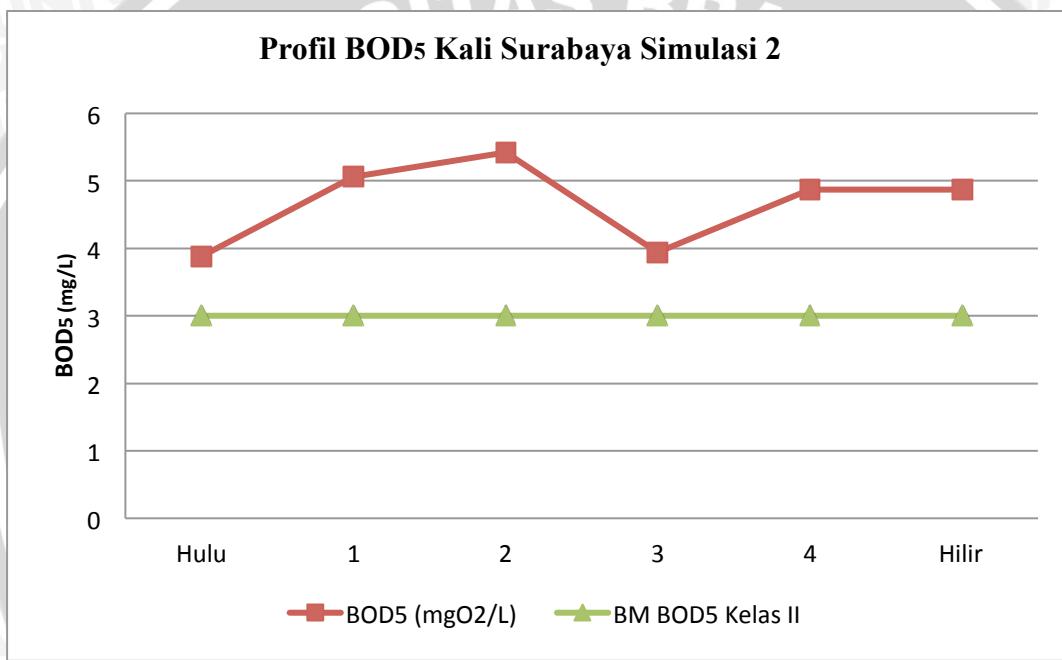


Gambar 4.34 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter DO Hasil Simulasi 2

Tabel 4.25 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $BOD_5$

Reach Label	X (km)	$BOD_5$ (mgO <sub>2</sub> /L)	BM $BOD_5$ Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	3.88	3
1	14.28	5.06	3
2	8.75	5.42	3
3	4.1	3.94	3
4	1.3	4.87	3
Hilir	0	4.87	3

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

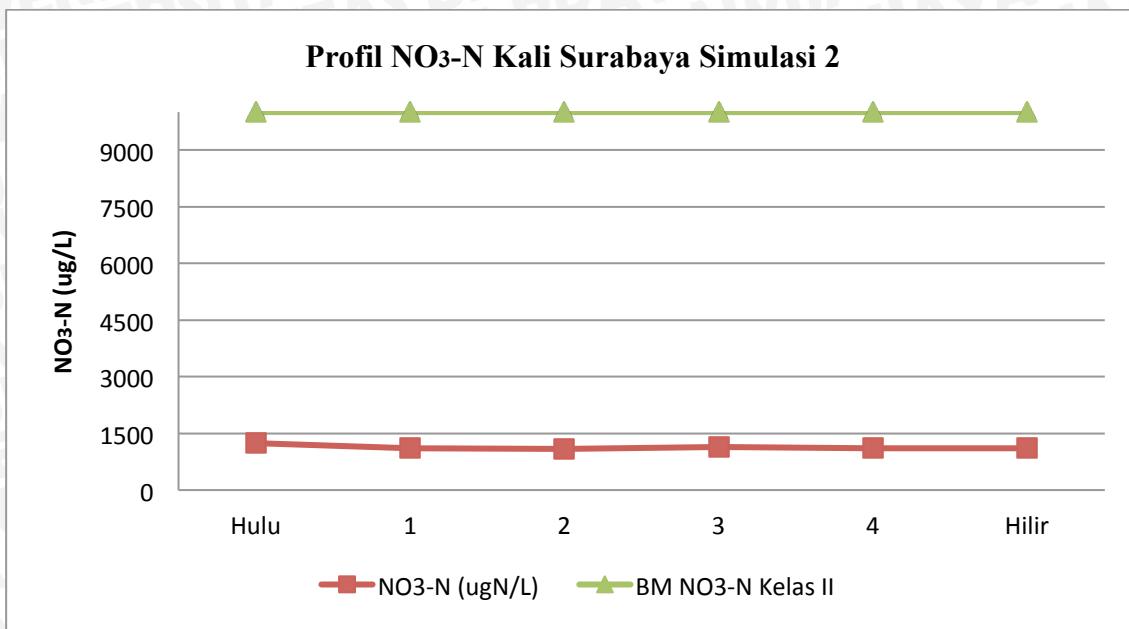


Gambar 4.35 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter  $BOD_5$  Hasil Simulasi 2

Tabel 4.26 Perbandingan Hasil Simulasi 2 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $NO_3-N$

Reach Label	X (km)	$NO_3-N$ (ugN/L)	BM $NO_3-N$ Kelas II (ugN/L)
Hulu	16.65	1240	10000
1	14.28	1109.12	10000
2	8.75	1088.29	10000
3	4.1	1137.22	10000
4	1.3	1113.68	10000
Hilir	0	1113.68	10000

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.36 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter NO<sub>3</sub>-N Hasil Simulasi 2

Simulasi 2 menunjukkan bahwa dalam kondisi tanpa masukan beban pencemaran ini, dapat diketahui besarnya selisih beban pencemaran minimum sungai dengan beban pencemaran maksimum sesuai baku mutu. Pengurangan beban pencemar hingga memenuhi BMA Kelas II berpengaruh cukup besar dalam menurunkan pencemaran di Kali Surabaya.

Pada kondisi anak sungai memenuhi BMA kelas II tanpa beban pencemar saluran drainasi dan beban pencemar industri, kondisi Kali Surabaya tidak dapat mencapai BMA Kelas II, dapat disimpulkan Kali Surabaya tidak mempunyai “Self Purification”.

#### 4.9.3 Skenario 3 – Sumber Pencemar Estimasi 2017

Simulasi skenario 3 dilakukan dengan menggunakan kondisi sumber pencemaran eksisting. Perbedaan dengan skenario 1 adalah pada skenario 3 ini dilakukan estimasi terhadap jumlah limbah domestik pada tahun 2017, sehingga jumlah *non-point source* limbah domestik bertambah. Simulasi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pencemaran domestik 5 (lima) tahun yang akan datang terhadap kualitas air sungai di setiap segmen dari hulu hingga hilir.

Estimasi jumlah limbah domestik tahun 2017 dilakukan berdasarkan perkiraan jumlah penduduk tahun 2017 di daerah sekitar Kali Surabaya. Jumlah penduduk tersebut lalu dikalikan kebutuhan air bersih per kapita untuk Kota Surabaya. Kemudian

diasumsikan 70% dari kebutuhan air bersih tersebut akan menjadi air limbah. Sehingga didapatkan debit air limbah domestik untuk tahun 2017.

Jumlah penduduk tahun 2008 hingga 2012 didapat dari dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Surabaya. Tahun 2008 sebanyak 2.903.382 jiwa, tahun 2009 sebanyak 2.938.225 jiwa, tahun 2010 sebanyak 2.929.528, tahun 2011 sebanyak 3.006.789 dan tahun 2012 bertambah menjadi 3.110.187. Untuk mengetahui berapa estimasi jumlah penduduk pada tahun 2017, menggunakan rumus perhitungan proyeksi penduduk dengan *Postcensal Estimated* sebagai berikut:

$$Pm = Po + \frac{n + m}{n} (Pn - Po)$$

Pm = jumlah penduduk yang diestimasikan (tahun m) (jiwa)

Pn = jumlah penduduk pada tahun n (jiwa)

Po = jumlah penduduk pada tahun awal (penduduk dasar) (jiwa)

m = selisih tahun yang dicari dengan tahun n

n = selisih tahun dari 2 sensus yang diketahui

Proyeksi penduduk dengan potensial estimated tahun 2017

Po (2008) = 2.903.382 jiwa

Pn (2012) = 3.110.187 jiwa

m = 2017 – 2012 = 5

n = 2012 – 2008 = 4

$$Pm = Po + \frac{n + m}{n} (Pn - Po)$$

$$Pm = 2.903.382 + \frac{4 + 5}{4} (3.110.187 - 2.903.382)$$
$$= 3.368.693,25 \text{ jiwa}$$

Jumlah penduduk tersebut kemudian dijadikan debit limbah yang dihasilkan melalui perhitungan berikut:

Kebutuhan air bersih perkapita di Kota Surabaya adalah 150L/orang.hari

$$= 3.368.693 \times 150 \text{ L/hari}$$

$$= 505.303.905 \text{ L/hari}$$

$$= 5,8484 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit limbah penduduk Kota Surabaya 2017

$$= 70\% \text{ kebutuhan air bersih}$$

$$= 70\% \times 5,8484 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 4,0939 \text{ m}^3/\text{detik}$$



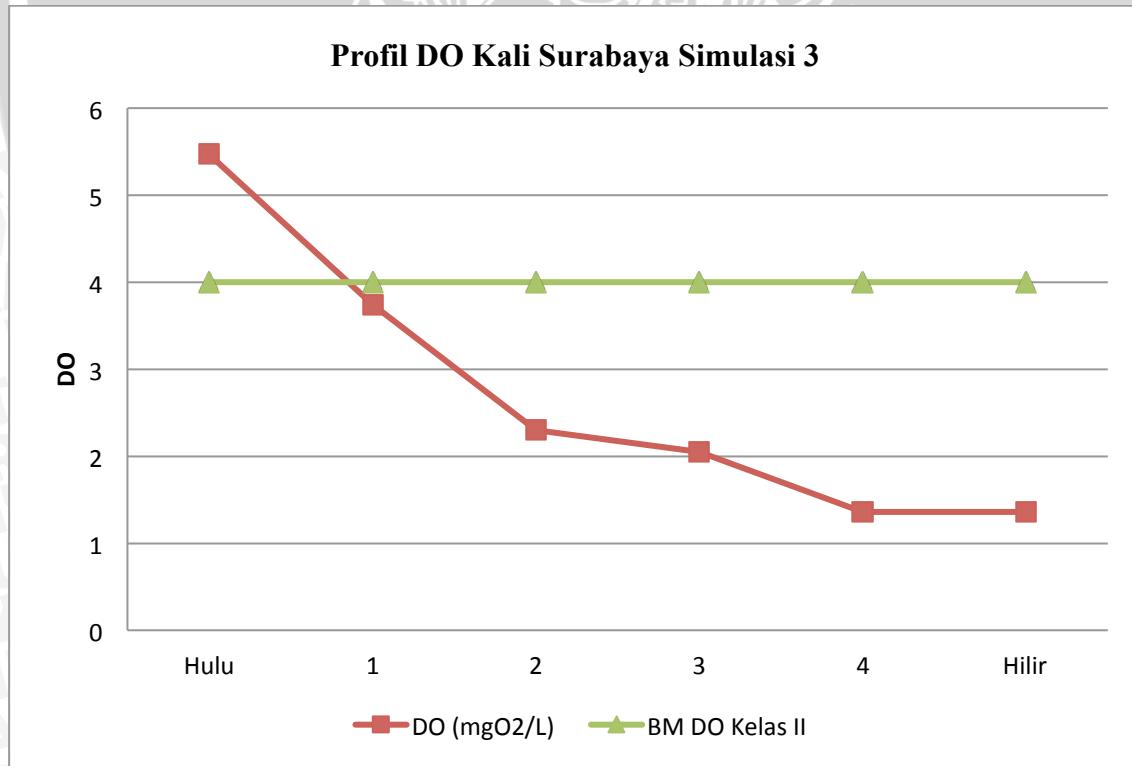
Sehingga dapat disimpulkan debit limbah domestik untuk tahun 2017 yang masuk ke Kali Surabaya adalah  $4,0939 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan dimasukkan sebagai debit *non-point source* yang dibagi merata pada setiap segmen dengan kualitas air limbah cair memenuhi baku mutu kelas III.

Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.37. hingga Gambar 4.39. Hasil simulasi tidak menunjukkan perubahan signifikan dari kualitas air skenario 1.

Tabel 4.27 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach Label	X (km)	DO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	BM DO Kelas II ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )
Hulu	16.65	5.47	4
1	14.28	3.74	4
2	8.75	2.3	4
3	4.1	2.05	4
4	1.3	1.36	4
Hilir	0	1.36	4

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw

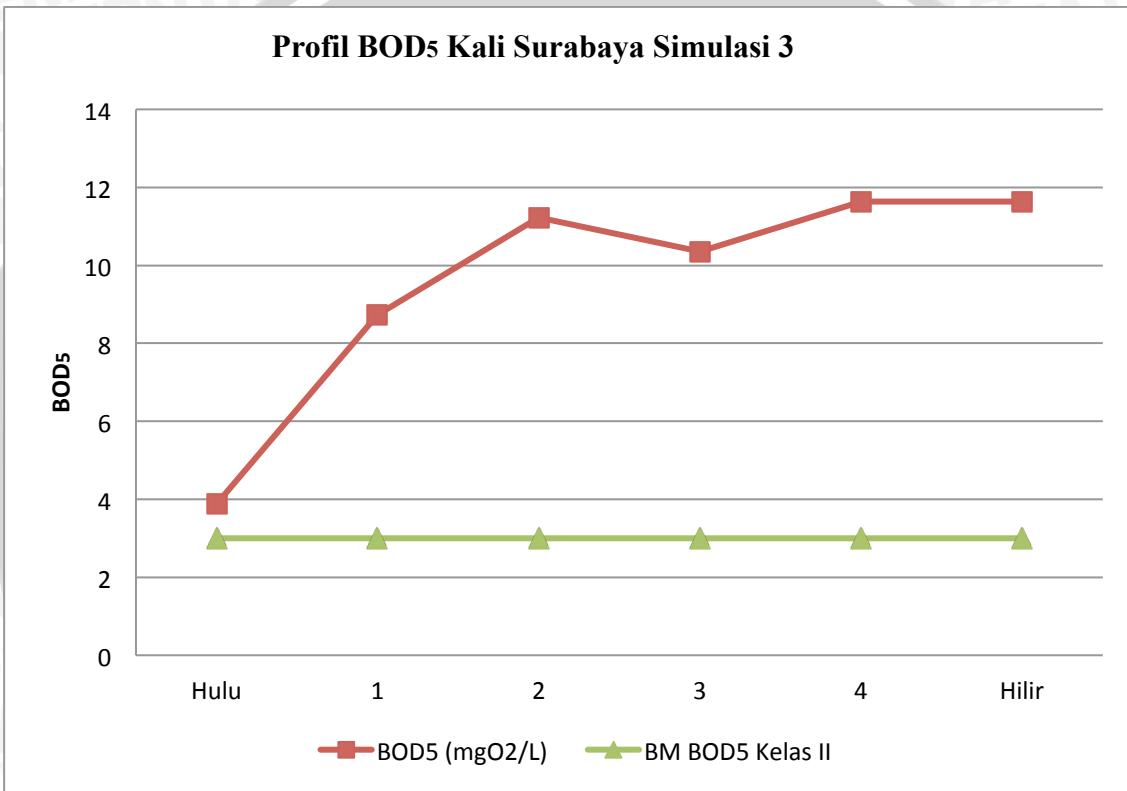


Gambar 4.37 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter DO Hasil Simulasi 3

Tabel 4.28 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $BOD_5$

Reach Label	X (km)	$BOD_5$ (mgO <sub>2</sub> /L)	BM $BOD_5$ Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	3.88	3
1	14.28	8.73	3
2	8.75	11.23	3
3	4.1	10.36	3
4	1.3	11.63	3
Hilir	0	11.63	3

Sumber : Hasil Perhitungan

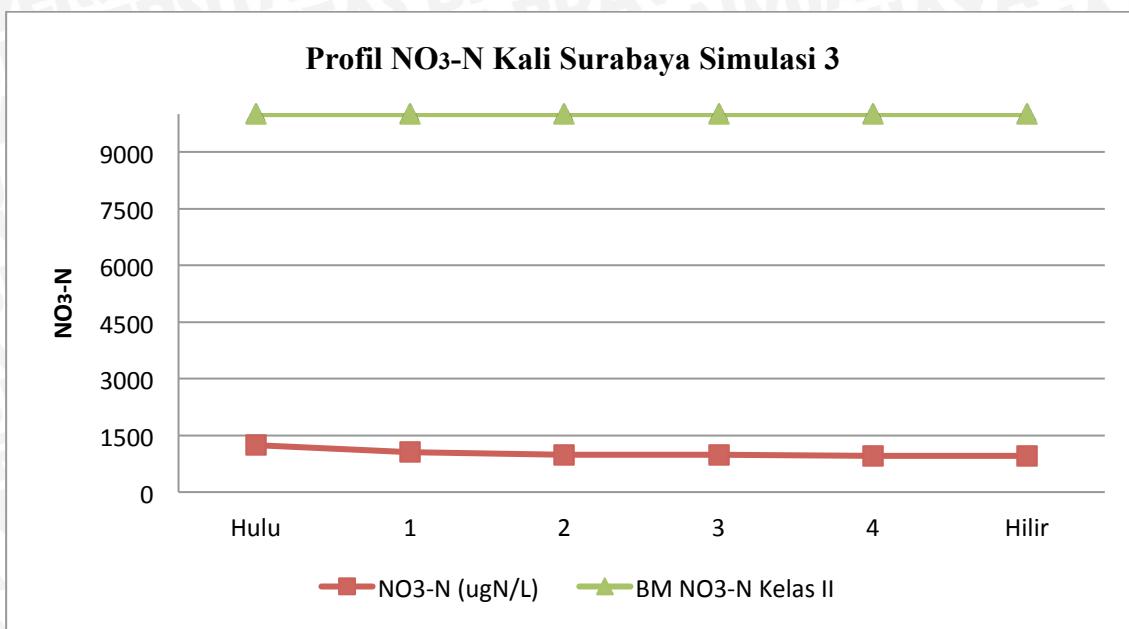


Gambar 4.38 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter  $BOD_5$  Hasil Simulasi 3

Tabel 4.29 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $NO_3-N$

Reach Label	x(km)	$NO_3-N$ (ugN/L)	BM $NO_3-N$ Kelas II (ugN/L)
Hulu	16.65	1240	10000
1	14.28	1062.24	10000
2	8.75	986.63	10000
3	4.1	982.63	10000
4	1.3	958.37	10000
Hilir	0	958.37	10000

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.39 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter NO<sub>3</sub>-N Hasil Simulasi 3

Dalam Hasil simulasi 3 ini tidak terjadi banyak perubahan dimana DO semakin menurun sehingga BOD<sub>5</sub> semakin naik yang menyebabkan tidak memenuhi terhadap baku mutu kualitas air kelas II. Untuk parameter NO<sub>3</sub>-N masih jauh dibawah baku mutu.

#### 4.9.4 Skenario 4 – Tidak ada Sumber Pencemar

Simulasi skenario 4 dilakukan dengan menghilangkan masukan beban pencemaran. Simulasi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui proses purifikasi alamiah sungai bila tanpa ada masukan beban pencemaran.

Beban pencemaran yang dihilangkan hanya *point source* dari limbah industri dan limbah rumah tangga, sedangkan *point source* berupa anak sungai diasumsikan memenuhi baku mutu air kelas II. Demikian juga kualitas *non-point source* dianggap baik, sama dengan baku mutu air limbah. Dalam kondisi tanpa masukan beban pencemaran ini, dapat diketahui besarnya selisih beban pencemaran minimum sungai dengan beban pencemaran maksimum sesuai baku mutu.

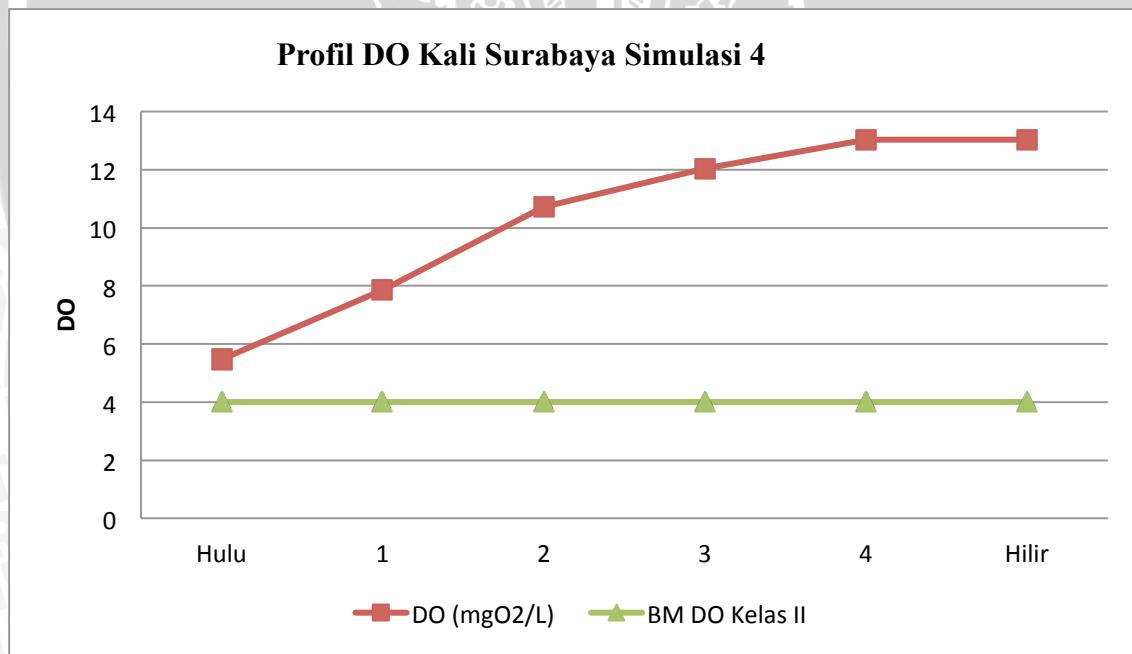
Hasil simulasi skenario 4 dapat dilihat pada Gambar 4.40. hingga Gambar 4.42. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dihilangkannya sumber pencemaran di sepanjang sungai, kualitas air telah memenuhi baku mutu di semua segmen sungai kecuali di hulu, karena kondisi di hulu di asumsikan sama dengan kondisi eksisting (BOD<sub>5</sub> 3,88 mg/l).

Pada kondisi anak sungai memenuhi BMA kelas II tanpa beban pencemar saluran drainasi dan beban pencemar industri kondisi Kali Surabaya dapat mencapai BMA Kelas II, dapat disimpulkan Kali Surabaya masih mempunyai "Self Purification" meskipun relatif kecil. Hasil simulasi 4 menunjukkan bahwa kualitas sungai masih berada di atas Baku Mutu Air Kelas II.

Tabel 4.30 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach Label	X (km)	DO (mgO <sub>2</sub> /L)	BM DO Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	5.47	4
1	14.28	7.85	4
2	8.75	10.71	4
3	4.1	12.03	4
4	1.3	13.03	4
Hilir	0	13.03	4

Sumber : Hasil Perhitungan

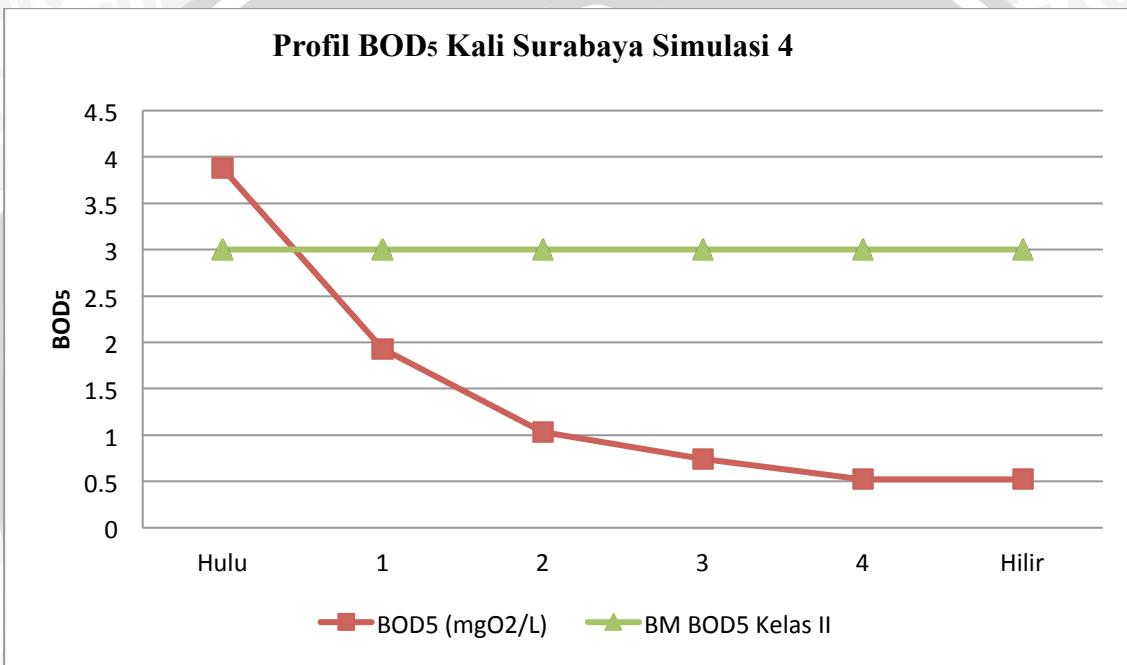


Gambar 4.40 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter DO Hasil Simulasi 4

Tabel 4.31 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $BOD_5$

Reach Label	X (km)	$BOD_5$ (mgO <sub>2</sub> /L)	BM $BOD_5$ Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	3.88	3
1	14.28	1.93	3
2	8.75	1.03	3
3	4.1	0.74	3
4	1.3	0.52	3
Hilir	0	0.52	3

Sumber : Hasil Perhitungan

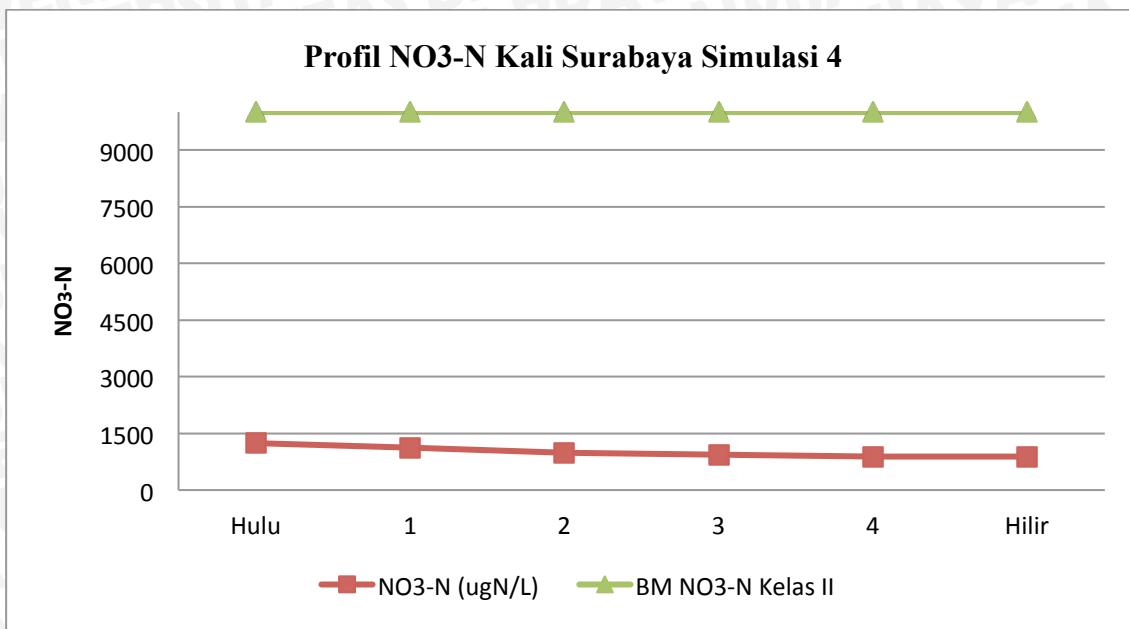


Gambar 4.41 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter  $BOD_5$  Hasil Simulasi 4

Tabel 4.32 Perbandingan Hasil Simulasi 4 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter  $NO_3-N$

Reach Label	X (km)	$NO_3-N$ (ugN/L)	BM $NO_3-N$ Kelas II (ugN/L)
Hulu	16.65	1240	10000
1	14.28	1119.76	10000
2	8.75	990.71	10000
3	4.1	933.05	10000
4	1.3	887	10000
Hilir	0	887	10000

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.42 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter NO<sub>3</sub>-N Hasil Simulasi 4

#### 4.9.5 Skenario 5 –Sumber Pencemar di *trial and error*

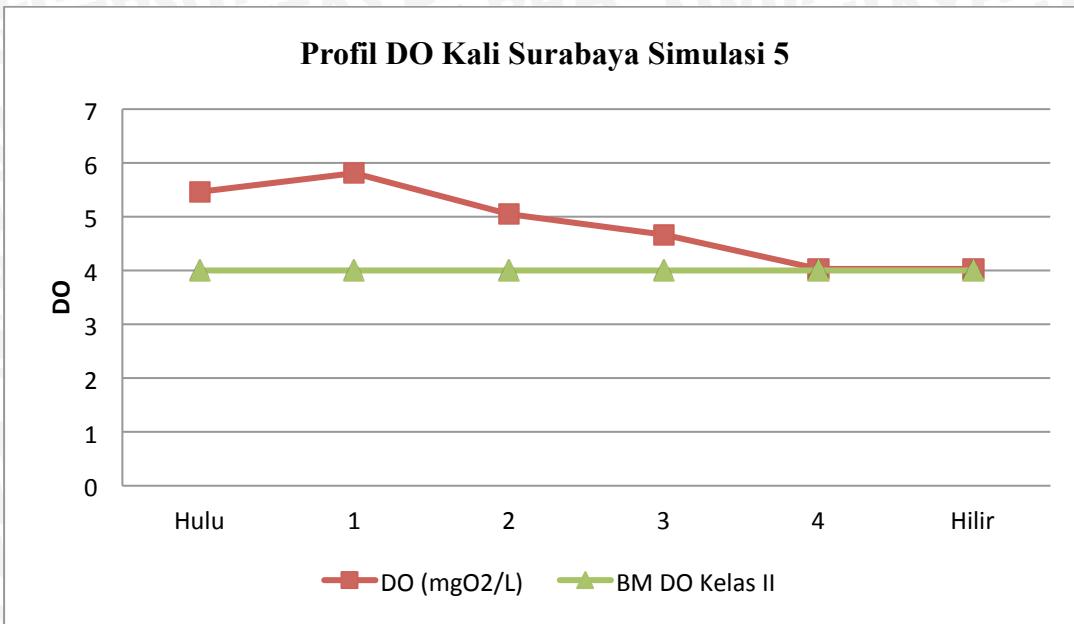
Simulasi skenario 5 dilakukan dengan *trial and error* pada besarnya sumber pencemaran (*point source*) hingga menghasilkan kualitas air di hilir (Jagir) memenuhi baku mutu air kelas II. Baku mutu air sungai yang dipakai adalah Peraturan Pemerintah no. 82 Tahun 2001 (Tabel 4.19)

Profil kualitas air sungai hasil skenario 5 dapat dilihat pada Gambar 4.43. hingga Gambar 4.45. Profil kualitas ini sengaja dibuat memenuhi baku mutu. Asumsi yang dibuat adalah besarnya beban pencemaran. Hasil simulasi ini dapat dipakai untuk menghitung daya tampung beban pencemaran, yaitu besarnya beban yang boleh dibuang ke sungai tanpa menyebabkan air sungai tercemar (tidak melampaui baku mutu).

Tabel 4.33 Perbandingan Hasil Simulasi 5 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter DO

Reach Label	X (km)	DO (mgO <sub>2</sub> /L)	BM DO Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	5.47	4
1	14.28	5.81	4
2	8.75	5.05	4
3	4.1	4.67	4
4	1.3	4.03	4
Hilir	0	4.03	4

Sumber : Hasil Perhitungan

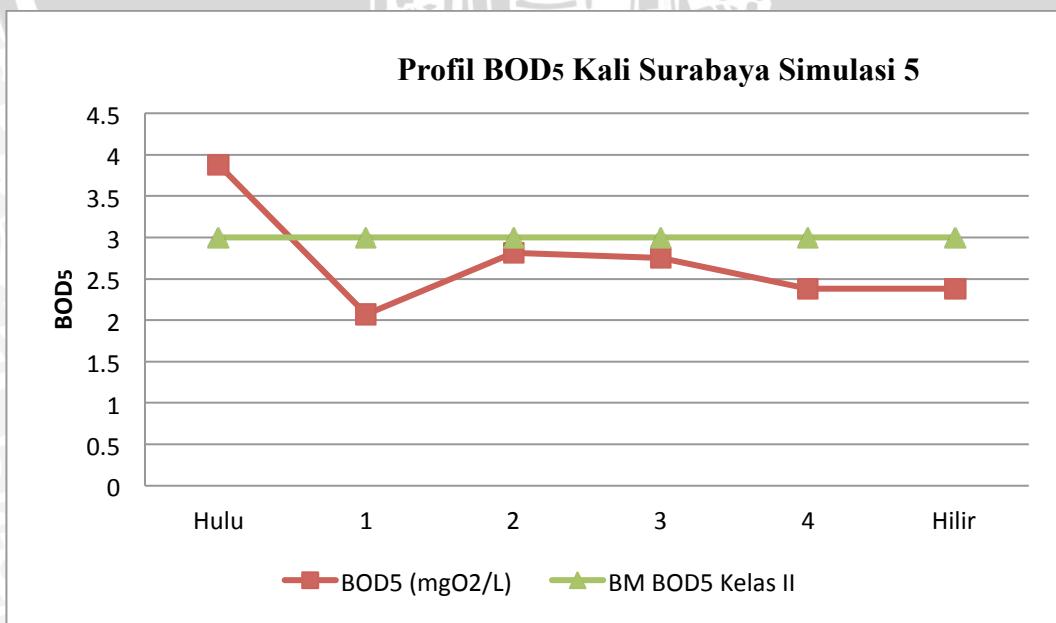


Gambar 4.43 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter DO Hasil Simulasi 5

Tabel 4.34 Perbandingan Hasil Simulasi 5 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter BOD<sub>5</sub>

Reach Label	X (km)	BOD <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)	BM BOD <sub>5</sub> Kelas II (mgO <sub>2</sub> /L)
Hulu	16.65	3.88	3
1	14.28	2.07	3
2	8.75	2.81	3
3	4.1	2.75	3
4	1.3	2.38	3
Hilir	0	2.38	3

Sumber : Hasil Perhitungan

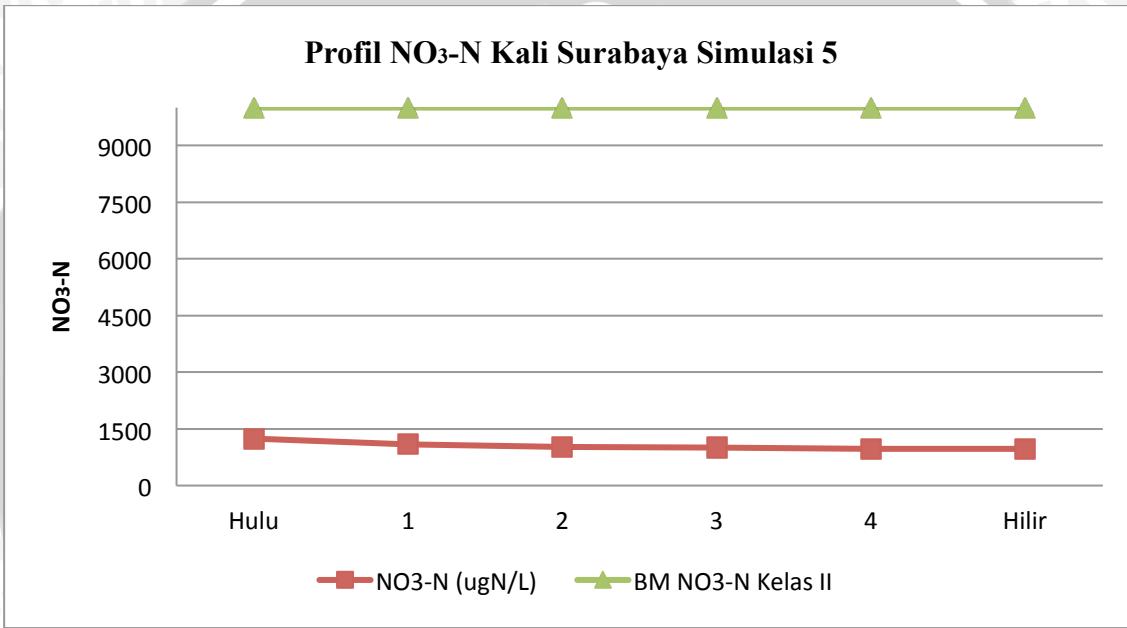


Gambar 4.44 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter BOD<sub>5</sub> Hasil Simulasi 5

Tabel 4.35 Perbandingan Hasil Simulasi 5 dan Baku Mutu Air Kelas II pada Parameter NO<sub>3</sub>-N

Reach Label	X (km)	NO <sub>3</sub> -N (ugN/L)	BM NO <sub>3</sub> -N Kelas II (ugN/L)
Hulu	16.65	1240	10000
1	14.28	1096.16	10000
2	8.75	1021.71	10000
3	4.1	996.52	10000
4	1.3	966.48	10000
Hilir	0	966.48	10000

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.45 Profil kualitas air Kali Surabaya Parameter NO<sub>3</sub>-N Hasil Simulasi 5

#### 4.10. Penentuan Daya Tampung

Daya tampung beban pencemaran merupakan besarnya beban pencemaran yang boleh dibuang ke badan air tanpa menyebabkan sungai tersebut menjadi tercemar. Penentuan daya tampung ini memanfaatkan hasil simulasi kualitas air yang telah dilakukan sebelumnya (dari worksheet “source summary”). Debit yang dipakai dalam penentuan daya tampung adalah debit minimum. Hal ini sesuai dengan keputusan menteri Lingkungan Hidup No. 110 Tahun 2003 pasal 2 ayat 2 menyatakan bahwa daya tampung ditetapkan berdasarkan debit minimum.

Daya tampung beban pencemaran air Kali Surabaya untuk skenario kualitas air di Cangkir Tambangan sesuai data eksisting (2006-2012) disusun berdasarkan hasil

simulasi skenario 4 dan 5. Simulasi skenario 4 mengasumsikan bahwa Kali Surabaya tidak menerima beban pencemaran dari limbah industri dan limbah domestik. Hasil simulasi skenario 4 menunjukkan bahwa dalam kondisi tanpa pencemaran, tidak ada inflow pencemaran yang berasal dari anak sungai dan dari *non-point sources*. Besarnya daya tampung dapat dihitung dari selisih *inflow* beban pencemaran hasil simulasi skenario 5 dan hasil simulasi skenario 4. Parameter yang digunakan adalah  $BOD_5$  dan  $NO_3\text{-N}$ .

Besarnya debit dan konsentrasi pencemar yang masuk ke setiap reach dapat dilihat pada Tabel 4.31. Beban pencemaran di setiap segmen dihitung dengan hasil seperti Tabel 4.32. Simulasi skenario 5, yaitu penentuan beban pencemaran yang boleh dibuang ke Kali Surabaya, menunjukkan bahwa terdapat *inflow* pencemaran tiap segmen dengan debit dan konsentrasi lebih besar (Tabel 4.33). Beban pencemaran di setiap segmen dapat dilihat pada Tabel 4.34. Selisih antara *inflow* beban pencemaran hasil simulasi skenario 5 dan simulasi skenario 4 merupakan daya tampung beban pencemaran di setiap segmen Kali Surabaya (Tabel 4.35).

Tabel 4.36 Konsentrasi Inflow Pencemar di Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 4

Reach	km	Debit $m^3/\text{det}$	$BOD_5$ $\text{mgO}_2/\text{L}$	$NO_3\text{-N}$ $\text{mgN/L}$
reach 1	16,65 - 11,9	0.63	0.16	0.00016
reach 2	11,9 - 5,6	0.54	0.18	0.00018
reach 3	5,6 - 2,6	0.18	0.3	0.0003
reach 4	2,6 - 0	0.11	0.42	0.00042

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw

Tabel 4.37 *Inflow* Beban pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 4

Reach	km	$BOD_5$ $\text{kg/hari}$	$NO_3\text{-N}$ $\text{kg/hari}$
reach 1	16,65 - 11,9	8.71	0.0087
reach 2	11,9 - 5,6	8.40	0.0084
reach 3	5,6 - 2,6	4.67	0.0047
reach 4	2,6 - 0	3.99	0.0040

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan: Beban pencemaran = Konsentrasi pencemar ( $\text{mg/L}$ ) x debit ( $\text{m}^3/\text{det}$ ) x 86,4  
=  $\text{Kg}/\text{hari}$



Tabel 4.38 Konsentrasi Inflow Pencemar di Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 5

Reach	km	Debit m <sup>3</sup> /det	BOD <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L	NO <sub>3</sub> -N mgN/L
reach 1	16,65 - 11,9	1.87	6.68	0.66
reach 2	11,9 - 5,6	3.74	28.76	1.53
reach 3	5,6 - 2,6	1.21	29.9	2.30
reach 4	2,6 - 0	1.57	14.94	1.40

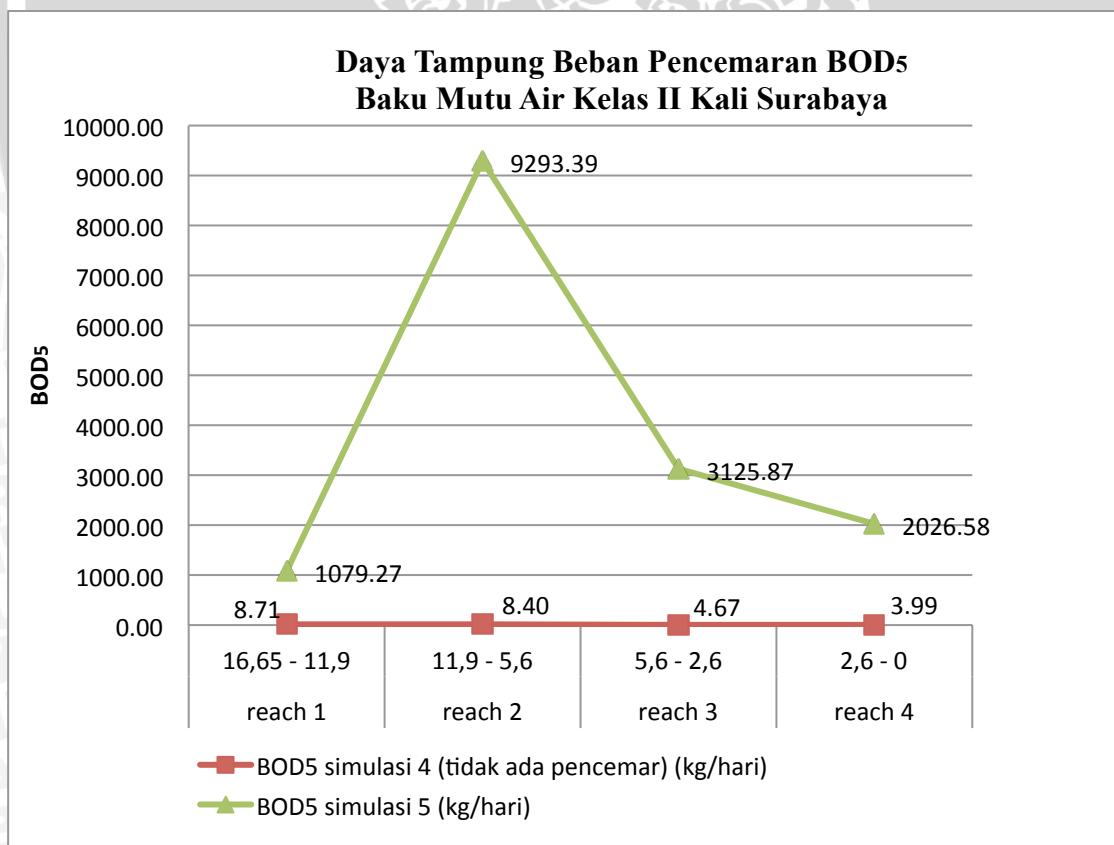
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

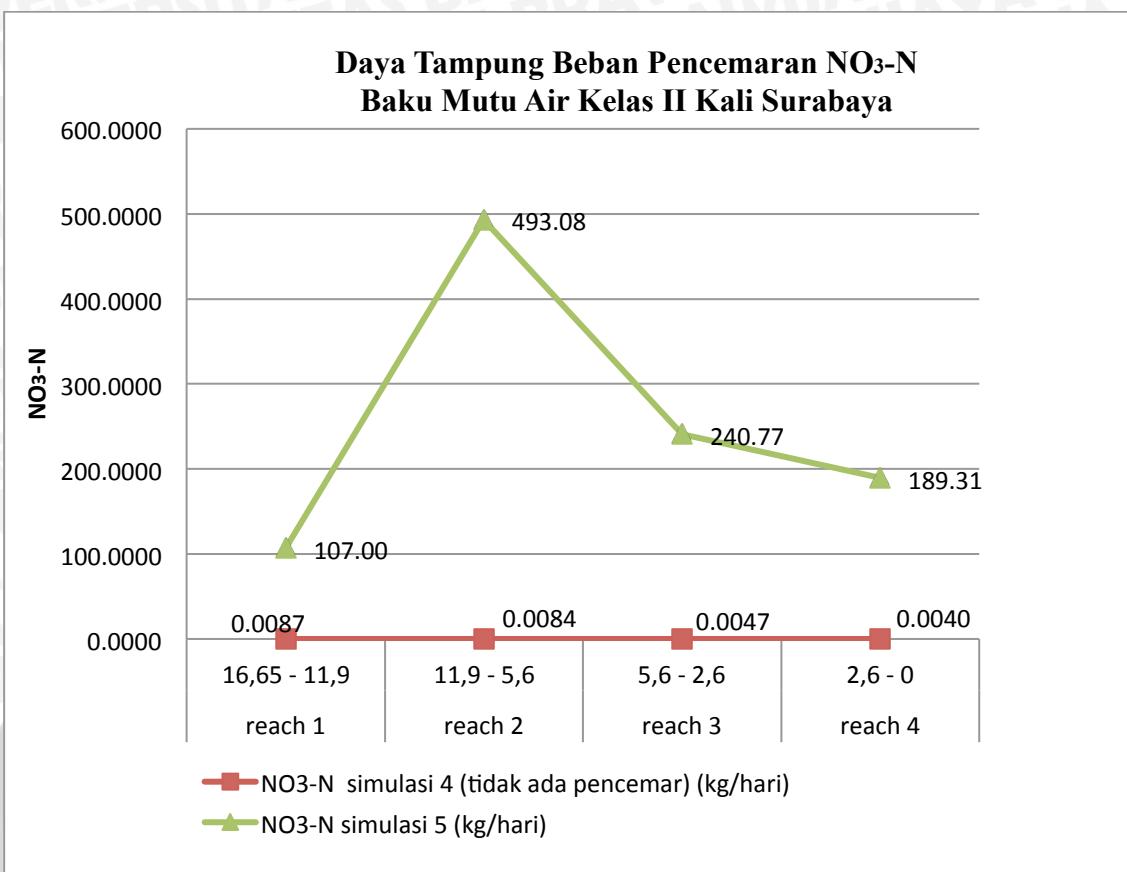
Tabel 4.39 Inflow Beban pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 5

Reach	km	BOD <sub>5</sub> kg/hari	NO <sub>3</sub> -N kg/hari
reach 1	16,65 - 11,9	1079.27	107.00
reach 2	11,9 - 5,6	9293.39	493.08
reach 3	5,6 - 2,6	3125.87	240.77
reach 4	2,6 - 0	2026.58	189.31

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan: Beban pencemaran = Konsentrasi pencemar (mg/L) x debit (m<sup>3</sup>/det) x 86,4  
= Kg/hari

Gambar 4.46 Perbandingan Daya Tampung Kali Surabaya Antara Simulasi 4 dan Simulasi 5 untuk Parameter BOD<sub>5</sub>



Gambar 4.47 Perbandingan Daya Tampung Kali Surabaya Antara Simulasi 4 dan Simulasi 5 untuk Parameter NO<sub>3</sub>-N

Tabel 4.40 Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya

Reach	km	BOD <sub>5</sub> kg/hari	NO <sub>3</sub> -N kg/hari
reach 1	16,65 - 11,9	1070.57	106.99
reach 2	11,9 - 5,6	9284.99	493.07
reach 3	5,6 - 2,6	3121.20	240.76
reach 4	2,6 - 0	2022.59	189.30
	Jumlah	15499.35	1030.13

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan pengurangan atau selisih beban pencemar dari simulasi skenario 5 dimana dimasukkan beban pencemar sehingga badan air di Kali Surabaya memenuhi Baku Mutu Air Kelas II sebagaimana Tabel 4.19. dengan simulasi 4 dimana beban pencemar yang ada merupakan kondisi alamiah (tidak ada pencemar) dari Kali Surabaya sebagaimana Tabel. 4.34 maka didapatkan besarnya daya tampung di tiap-tiap reach Kali Surabaya pada Kualitas Air Baku Mutu Kelas II.

Pada perhitungan keseluruhan daya tampung Kali Surabaya memenuhi Baku Mutu Air Kelas II Kali Surabaya masih memiliki daya tampung untuk parameter BOD<sub>5</sub>

dan Nitrat.

#### 4.11. Penurunan Beban Pencemaran

Mengingat beban pencemaran pada kondisi eksisting telah melampaui baku mutu, maka diperlukan penurunan beban pencemaran pada setiap segmen Kali Surabaya. Penentuan beban pencemaran pada setiap segmen Kali Surabaya disusun berdasarkan hasil simulasi skenario 1 dan skenario 5. Simulasi skenario 1 adalah Kali Surabaya menerima beban pencemaran dari limbah industri dan domestik sesuai data tahun 2003-2012 (Tabel 4.36 dan tabel 4.37).

Besarnya persen penurunan beban pencemaran dapat dihitung dari presentase selisih *inflow* beban pencemaran hasil simulasi skenario 1 dan hasil simulasi skenario 5. Simulasi skenario 5 adalah limbah yang masuk ke Kali Surabaya memenuhi baku mutu. Hasil perhitungan besarnya persen penurunan beban pencemaran yang harus diturunkan agar Kali Surabaya tidak tercemar dapat dilihat pada Tabel 4.40 parameter yang dihitung adalah BOD<sub>5</sub> dan NO<sub>3</sub>-N.

Tabel 4.41 Konsentrasi Inflow Pencemar Di Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 1

Reach	km	Debit m <sup>3</sup> /det	BOD <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L	NO <sub>3</sub> -N mgN/L
reach 1	16,65 - 11,9	1.87	122.56	1.23
reach 2	11,9 - 5,6	5.07	35.66	1.96
reach 3	5,6 - 2,6	2.87	3.77	2.81
reach 4	2,6 - 0	3.57	33.94	1.45

Sumber : Hasil *Running* QUAL2Kw

Tabel 4.42 Inflow Beban pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 1

Reach	km	BOD <sub>5</sub> kg/hari	NO <sub>3</sub> -N kg/hari
reach 1	16,65 - 11,9	19801.77	197.94
reach 2	11,9 - 5,6	15620.79	859.51
reach 3	5,6 - 2,6	934.84	697.98
reach 4	2,6 - 0	10468.73	448.51

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan: Beban pencemaran = Konsentrasi pencemar (mg/L) x debit (m<sup>3</sup>/det) x 86,4  
= Kg/hari



Tabel 4.43 Konsentrasi Inflow Pencemar Di Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 5

Reach	km	Debit m <sup>3</sup> /det	BOD <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L	NO <sub>3</sub> -N mgN/L
reach 1	16,65 - 11,9	1.87	6.68	0.66
reach 2	11,9 - 5,6	3.74	28.76	1.53
reach 3	5,6 - 2,6	1.21	29.9	2.30
reach 4	2,6 - 0	1.57	14.94	1.40

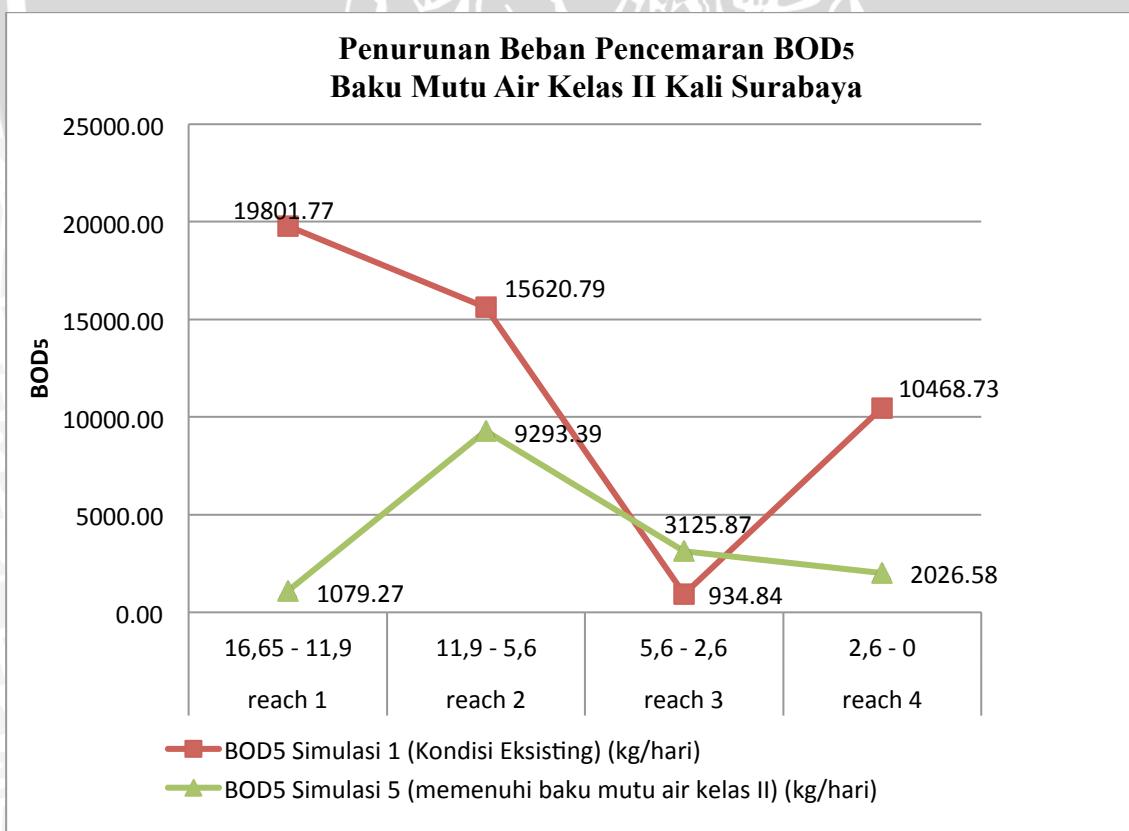
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

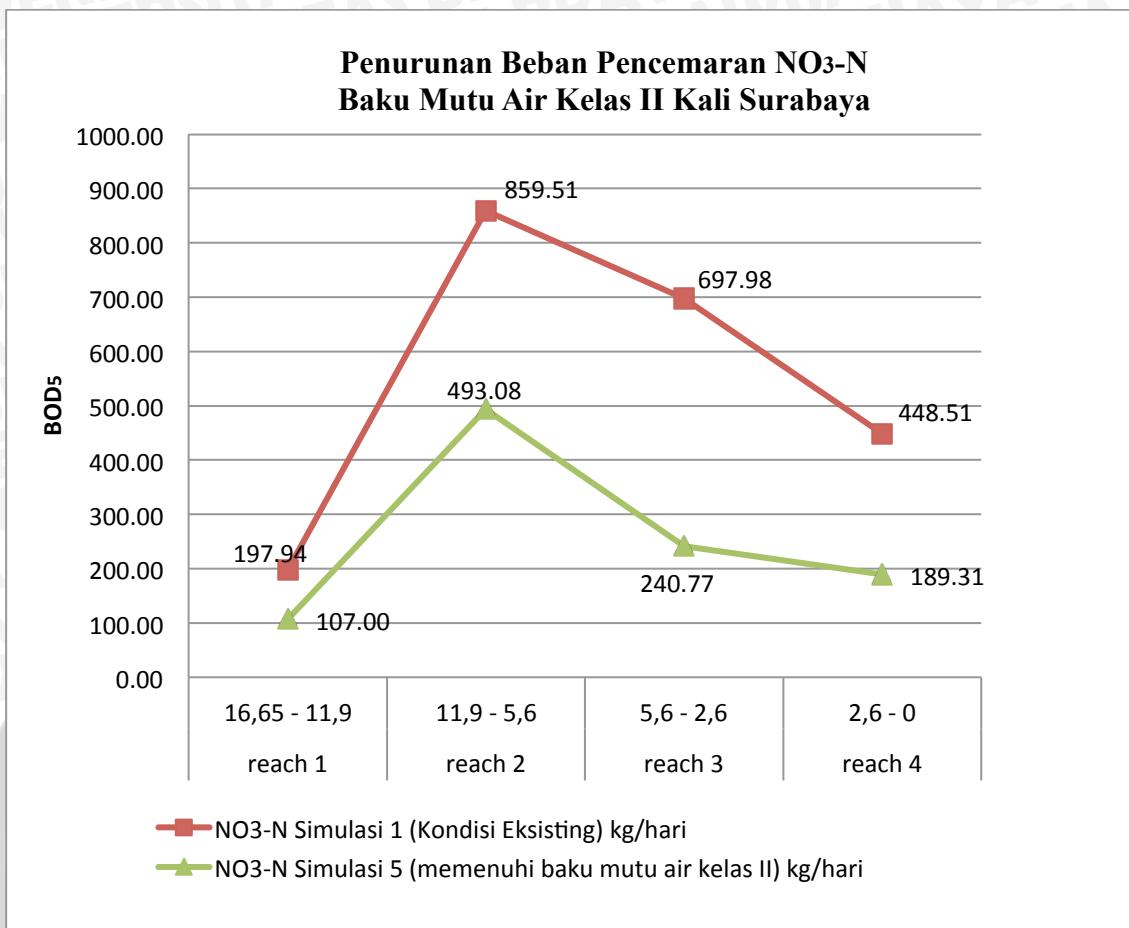
Tabel 4.44 Inflow Beban pencemaran Air Kali Surabaya Hasil Simulasi Skenario 5

Reach	km	BOD <sub>5</sub> kg/hari	NO <sub>3</sub> -N kg/hari
reach 1	16,65 - 11,9	1079.27	107.00
reach 2	11,9 - 5,6	9293.39	493.08
reach 3	5,6 - 2,6	3125.87	240.77
reach 4	2,6 - 0	2026.58	189.31

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan: Beban pencemaran = Konsentrasi pencemar (mg/L) x debit (m<sup>3</sup>/det) x 86,4  
= Kg/hari

Gambar 4.48 Penurunan Beban Pencemaran Kali Surabaya Antara Simulasi 1 dan Simulasi 5 untuk Parameter BOD<sub>5</sub>



Gambar 4.49 Penurunan Beban Pencemaran Kali Surabaya Antara Simulasi 1 dan Simulasi 5 untuk Parameter NO<sub>3</sub>-N

Besarnya persen penurunan beban pencemaran dapat dihitung dari persentase selisih inflow beban pencemaran hasil skenario simulasi 1 dan skenario simulasi 5. Simulasi skenario 5 adalah kondisi Kali Surabaya tidak tercemar (memenuhi Baku Mutu Air Kelas II). Hasil perhitungan besarnya persen penurunan beban pencemaran yang harus diturunkan agar Kali Surabaya tidak tercemar (memenuhi Baku Mutu Air Kelas II) dapat dilihat pada Tabel 4.40 dan gambaran besarnya beban pencemar yang harus diturunkan berdasar gambar 4.48 dan Gambar 4.9 dimana garis merah merupakan beban pencemar yang harus diturunkan (simulasi skenario 1) hingga mencapai garis hijau (simulasi skenario 5).

Tabel 4.45 Persen Penurunan Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Agar Tidak Tercemar

Reach	km	BOD <sub>5</sub> kg/hari	NO <sub>3</sub> -N kg/hari
reach 1	16,65 - 11,9	95%	46%
reach 2	11,9 - 5,6	41%	43%
reach 3	5,6 - 2,6	-	66%
reach 4	2,6 - 0	81%	58%

Keterangan: tanda "-" menunjukkan kondisi eksisting tidak menyebabkan pencemaran



## 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada tugas akhir ini adalah :

1. Daya tampung Kali Surabaya pada kondisi kualitas di hulu eksisting :
  - Untuk parameter  $BOD_5$  :
    - a. Reach 1 sebesar 1070,57 kg/hari
    - b. Reach 2 sebesar 9284,99 kg/hari
    - c. Reach 3 sebesar 3121,20 kg/hari
    - d. Reach 4 sebesar 2022,59 kg/hari
  - Untuk parameter  $NO_3-N$ 
    - a. Reach 1 sebesar 106,99 kg/hari
    - b. Reach 2 sebesar 493,07 kg/hari
    - c. Reach 3 sebesar 240,76 kg/hari
    - d. Reach 4 sebesar 189,30 kg/hari

Sehingga pada perhitungan keseluruhan daya tampung Kali Surabaya memenuhi Baku Mutu Air Kelas II, Kali Surabaya masih memiliki daya tampung untuk parameter  $BOD_5$  sebesar 15.499,35 kg/hari dan Nitrat sebesar 1.030,13 kg/hari.

2. Dengan bantuan aplikasi pemodelan QUAL2Kw dapat diketahui bahwa jumlah beban pencemar yang masuk ke Kali Surabaya telah melampaui baku mutu yang ditetapkan (kelas II). Sehingga diperlukan penurunan beban pencemaran agar air Kali Surabaya tidak tercemar, besarnya penurunan beban bervariasi untuk tiap parameter dan tiap segmen. Seperti penurunan beban  $BOD_5$  pada reach 1 sebesar 95% , reach 2 sebesar 41%, pada reach 3 tidak ada penurunan di karenakan kondisi eksisting tidak menyebabkan pencemaran dan pada reach 4 parameter  $BOD_5$  harus diturunkan sebesar 81% agar air Kali Surabaya tidak tercemar. Untuk parameter  $NO_3-N$  pada reach 1 harus diturunkan sebesar 46%, reach 2 sebesar 43%, reach 3 sebesar 66% dan reach 4 sebesar 58%.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat direkomendasikan untuk studi pemodelan kualitas air pada masa mendatang adalah :

1. Beberapa data kualitas dari beberapa industri, anak sungai, saluran masih banyak yang belum diketahui oleh pengelola sungai, sehingga hasil dari penentuan daya tampung belum mampu mendekati hasil yang sebenarnya.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan parameter yang lebih banyak sehingga hasil yang diharapkan lebih representatif.
3. Perlu dilakukan pemantauan terhadap besarnya debit limbah industri dan mewajibkan setiap industri memasang flowmeter untuk mengetahui besarnya debit yang masuk ke Kali Surabaya dan melakukan pengawasan terhadap kemungkinan adanya saluran siluman pembuangan air limbah.
4. Rekomendasi penurunan beban pencemaran : Di semua reach sepanjang Kali Surabaya beban pencemaran (parameter  $BOD_5$ ) sudah melebihi baku mutu air kelas II sehingga harus ada penurunan beban pencemaran di sepanjang Kali Surabaya, oleh karena itu hal yang perlu dilakukan adalah :
  - a. Pemberian rekomendasi Ijin Pembuangan Air Limbah harus memperhatikan besarnya daya tampung di Kali Surabaya.
  - b. Peningkatan kinerja IPAL (Instalasi Pengolah Air Limbah) industri serta melakukan swapantau terhadap kualitas air limbah sebelum di buang ke badan air.
  - c. Penurunan beban pencemaran dari limbah domestik dilakukan dengan membangun IPAL domestik, kegiatan rumah tangga agar membangun IPAL untuk mengolah limbah dari kamar mandi agar mengurangi beban pencemar, karena selama ini air kotor dari kamar mandi dan cucian laundry rumah tangga langsung masuk ke saluran drainasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran*. Presiden Republik Indonesia. Jakarta
- Anonim. 2010. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta
- Anonim. 2002. *Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur*. Gubernur. Jawa Timur
- Alaerts, G. dan Sri Sumestri, S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Badan Lingkungan Hidup. 2011. *Laporan Hasil Penerapan dan Pencapaian Standar Pelayanan Minimal (SPM) Bidang Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur Tahun 2011*. Kepala Badan Lingkungan Hidup. Jawa Timur.
- Chapra, S.C. and G.J. Pelletier. 2003. *Qual2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality (Beta Version)*: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University
- Djajaningrat, ST. Dan Harsono, H. 1991. *Penilaian Secara Cepat Sumber-Sumber Pencemaran Air, Tanah dan Udara*. Gajah Mada University Press.
- Fitrianto, Agus Sugeng. 2011. *Makalah Tugas*  
<http://www.scribd.com/doc/54318954/brantas1> ( diakses 26 Juni 2012 )
- Kiara. 2012. *Makalah Sumber-Sumber Pencemaran Lingkungan*  
<http://kiarapedes2.blogspot.com/2011/01/sumber-sumber-pencemaran-lingkungan.html> ( diakses 24 Juni 2012 )
- Masduqi. 2008. *Sosialisasi Patroli Air Kali Surabaya Undang Pelaku Industri*. Dinas Infokom Jawa Timur.  
<http://blog.its.ac.id/masduqi/2008/11/27/sosialisasi-patroli-air-kali-surabaya-undang-pelaku-industri/#more-89> ( diakses 25 April 2013 )
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering, Treatment Disposal Reuse*. New York : Mc. Graw Hill Book Company.
- Pelletier, G dan Steve Chapra. 2008. *Qual2Kw Theory and Documentation*. Environmental Assessment ProgramOlympia, Washington 98504-7710
- Rukaesih, Achmad. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.



Said, Nusa Idaman. 2008. *Teknologi Pengelolaan Air Minum “ Teori dan Pengalaman Praktis “*

<http://kelair.bppt.go.id> (diakses 5 Februari 2012)

Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah.* Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.

Wikipedia. 2013. *Blue Babies.*



# LAMPIRAN

## A



## HASIL PEMANTAUAN KUALITAS AIR

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1035	Cangkir Tambangan	2006	28.5	7.3	6	2.5	0.44
1035	Cangkir Tambangan		26.9	7.2	3.9	4.5	0.1
1035	Cangkir Tambangan		27	7.3	4.5	16.7	1.84
1035	Cangkir Tambangan		29	7.4	4.9	3.4	0.73
1035	Cangkir Tambangan		27	7.4	5.2	2	0.33
1035	Cangkir Tambangan		25.5	7.4	5.4	2.6	1.02
1035	Cangkir Tambangan		26.5	7.3	3.8	9.2	0.39
1035	Cangkir Tambangan		27.5	7.2	5.1	5.2	0.12
1035	Cangkir Tambangan		27	7.1	5.1	5	0.48
1035	Cangkir Tambangan		27	7.2	5.1	5.9	0.23
1035	Cangkir Tambangan		29.1	7.1	2.8	3.9	1.88
1035	Cangkir Tambangan		27.2	7.2	3.2	2.8	1.22
1035	Cangkir Tambangan		25	7.4	4.1	5.6	0.903
1035	Cangkir Tambangan		26	7.5	5.3	2.2	1.668
1035	Cangkir Tambangan		26	7.1	3.4	2.4	0.251
1035	Cangkir Tambangan		27.9	7.6	4.5	4	0.187
1035	Cangkir Tambangan		27.5	7.6	5.1	1.9	0.923
1035	Cangkir Tambangan		28.7	7.7	5.1	4.2	0.14
1035	Cangkir Tambangan		26.5	7.2	4.1	1.9	0.764
1035	Cangkir Tambangan		27	7	5.1	3.2	0.055
1035	Cangkir Tambangan		29	7.2	4.5	1.8	0.051
1035	Cangkir Tambangan		31	7.6	4.2	3.6	1.588
1035	Cangkir Tambangan		25.3	7.2	4.1	4.2	0.212
1035	Cangkir Tambangan		29	7.2	5.5	2.5	0.027

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1035	Cangkir Tambangan	2007	28.7	7.4	3.2	8	1.734
1035	Cangkir Tambangan		30.7	7.6	3	3.7	0.603
1035	Cangkir Tambangan		29.2	7.1	4	8.2	3.275
1035	Cangkir Tambangan		30	7.2	4.2	6.9	1.881
1035	Cangkir Tambangan		30	7.1	4.8	3.6	1.246
1035	Cangkir Tambangan		29.5	7.1	4.4	9.9	0.267
1035	Cangkir Tambangan		29.4	7.1	5	5.1	1.318
1035	Cangkir Tambangan		28.5	7.1	5.5	7.4	0.147
1035	Cangkir Tambangan		30.5	7.2	4.5	1.9	0.445
1035	Cangkir Tambangan		29.7	7.5	5	2.7	0.199
1035	Cangkir Tambangan		30	7.4	4.9	4.6	0.347
1035	Cangkir Tambangan		30.5	7.2	4.3	3.3	0.177
1035	Cangkir Tambangan		28.5	7.1	5.1	2.5	0.245
1035	Cangkir Tambangan		29	7.4	3.2	2.8	0.577
1035	Cangkir Tambangan		28.6	7.4	3.9	4.6	0.149
1035	Cangkir Tambangan		28.8	7.5	4.4	3.1	0.363
1035	Cangkir Tambangan		29.5	7.2	4	4.9	0.644
1035	Cangkir Tambangan		29.5	7.2	4.1	5.1	0.438
1035	Cangkir Tambangan		29	7.6	4.3	3.1	1.741
1035	Cangkir Tambangan		31	7.5	3.1	5.5	1.623
1035	Cangkir Tambangan		32	7.5	1.5	9.3	0.58
1035	Cangkir Tambangan		30.8	7.5	1.4	2.6	0.887
1035	Cangkir Tambangan		29	7.4	3.6	2.7	0.952
1035	Cangkir Tambangan		28.5	6.9	5	9.9	1.711

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1035	Cangkir Tambangan	2008	28	7.3	4.8	13.4	1.88
1035	Cangkir Tambangan		28	7.3	5.6	8.1	2.26
1035	Cangkir Tambangan		29	7.2	5.2	11	1.646
1035	Cangkir Tambangan		28.6	7.3	4.6	2.4	3.324
1035	Cangkir Tambangan		26.9	7.1	4.3	9.3	0.959
1035	Cangkir Tambangan		28.5	7.3	4.9	7.3	0.814
1035	Cangkir Tambangan		28	7.3	5.1	3.4	0.908
1035	Cangkir Tambangan		29	7.1	6.2	5.4	1.376
1035	Cangkir Tambangan		29	7.1	4.9	6.2	1.079
1035	Cangkir Tambangan		28	7.4	5.3	2.9	1.581
1035	Cangkir Tambangan		29.3	7.8	5	4.7	1.676
1035	Cangkir Tambangan		28.6	8	5.8	3.6	1.947
1035	Cangkir Tambangan		30	7.8	3.3	3.6	0.539
1035	Cangkir Tambangan		27	8.4	3.3	3.9	0.851
1035	Cangkir Tambangan		26	7.5	5.7	3	1.891
1035	Cangkir Tambangan		27	7.1	4.9	5.2	0.684
1035	Cangkir Tambangan		28	6.9	5.9	4.4	0.894
1035	Cangkir Tambangan		28	7.3	3.7	3.4	0.959
1035	Cangkir Tambangan		28	6.8	4.9	2.9	1.581
1035	Cangkir Tambangan		27	7	5.7	2.7	1.235
1035	Cangkir Tambangan		28	6.6	5.9	6.9	2.558
1035	Cangkir Tambangan		26	7.1	5.9	3.3	0.193
1035	Cangkir Tambangan		28.5	6.8	5.8	2.5	0.43
1035	Cangkir Tambangan		27	6.5	6	5.7	0.423

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1035	Cangkir Tambangan	2009	28	6.8	5	6.8	0.472
1035	Cangkir Tambangan		27	6.7	5.7	4.9	1.881
1035	Cangkir Tambangan		25		5.9	8.26	1.128
1035	Cangkir Tambangan		27	7.3	5.6	5.99	0.721
1035	Cangkir Tambangan		26.5	7.1	5.8	5.98	0.248
1035	Cangkir Tambangan		27	7.1	5.9	10.77	0.999
1035	Cangkir Tambangan		26.5	7.5	5.9	5.98	0.404
1035	Cangkir Tambangan		27	7.5	5.1	4.46	0.992
1035	Cangkir Tambangan		27	7	5.8	2.28	1.743
1035	Cangkir Tambangan		27	7.2	5.2	3.68	0.971
1035	Cangkir Tambangan		27	7.2	3.6	4.22	0.948
1035	Cangkir Tambangan		29.3	7	5.6	4.79	0.536
1035	Cangkir Tambangan		29	7.2	4.6	5.01	0.424
1035	Cangkir Tambangan		27.5	7	4.8	2.08	0.705
1035	Cangkir Tambangan		28	6.96	5.2	2	0.827
1035	Cangkir Tambangan		29	7.4	4.5	3.49	0.882
1035	Cangkir Tambangan		28.8	7.15	4.9	3.16	0.752
1035	Cangkir Tambangan		28	7.1	4.8	2.39	0.975
1035	Cangkir Tambangan		29.8	6.4	3.9	3.39	0.919
1035	Cangkir Tambangan		31	7.8	5.8	3.4	0.824
1035	Cangkir Tambangan		30	7.3	5.1	2.12	0.952
1035	Cangkir Tambangan		28	7.3	5.7	4.3	0.903
1035	Cangkir Tambangan		29	7.6	5.3	4.3	0.877
1035	Cangkir Tambangan		29.2	7.53	2.57	3.72	0.808

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1035	Cangkir Tambangan	2010-01-01	28	7.37	5.8	6.1	0.942
1035	Cangkir Tambangan		29	7.3	5.9	2.97	0.918
1035	Cangkir Tambangan		28.5	7.1	5.9	4.26	0.899
1035	Cangkir Tambangan		29.2	7.13	3.7	9.47	0.847
1035	Cangkir Tambangan		29.7	6.8	5.9	8.11	0.76
1035	Cangkir Tambangan		28.5	7.33	5.5	4.34	0.987
1035	Cangkir Tambangan		29.7	7.22	5.3	6.16	0.781
1035	Cangkir Tambangan		28.8	7.44	5.4	12.96	0.266
1035	Cangkir Tambangan		29	6.97	4.9	5.72	2.352
1035	Cangkir Tambangan		28.8	7.04	4.7	6.37	0.281
1035	Cangkir Tambangan		29.1	7.11	4.7	3.55	2.352
1035	Cangkir Tambangan		28.1	7.06	3.3	7.43	1.483
1035	Cangkir Tambangan		31	6.91	6.3	3.39	1.491
1035	Cangkir Tambangan		28	7.21	4.9	3.47	1.47
1035	Cangkir Tambangan		28.5	7.12	4.9	1.71	0.567
1035	Cangkir Tambangan		30	7.56	3.32	1.79	1.473
1035	Cangkir Tambangan		30.9	7.61	3.02	2.17	0.74
1035	Cangkir Tambangan		29.2	7.26	4.32	5.28	1.944
1035	Cangkir Tambangan		30	7.51	4.41	3.69	0.952
1035	Cangkir Tambangan		32.7	7.4	3.2	15.42	0.41
1035	Cangkir Tambangan		29.8	6.32	3.89	7.77	0.727
1035	Cangkir Tambangan		29.3	7.32	4.4	4.84	1.8
1035	Cangkir Tambangan		29.1	7.14	3.5	5.26	0.606
1035	Cangkir Tambangan		28.9	6.18	3.58	4.69	2.794

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1035	Cangkir Tambangan	2011	28.8	7.21	6.41	4.9	0.201
1035	Cangkir Tambangan		29	7.21	3.84	4.7	1.129
1035	Cangkir Tambangan		28.3	7.21	5.82	7.47	0.682
1035	Cangkir Tambangan		31.2	7.33	5.01	7.32	0.832
1035	Cangkir Tambangan		28	6.56	3.68	7.47	0.176
1035	Cangkir Tambangan		31.7	7.22	3.54	4.17	1.281
1035	Cangkir Tambangan		30	7.22	3.52	5.12	0.544
1035	Cangkir Tambangan		27.8	7.78	4.41	6.27	2.067
1035	Cangkir Tambangan		28.3	7.12	5.73	6.79	1.397
1035	Cangkir Tambangan		30.8	7.12	5.23	3.34	2.155
1035	Cangkir Tambangan		29.3	7.1	3.86	3.27	2.66
1035	Cangkir Tambangan		29.2	7.61	5.08	3.58	2.563
1035	Cangkir Tambangan		28	7.78	5.72	5.44	0.29
1035	Cangkir Tambangan		29	7.77	5.71	3.68	2.136
1035	Cangkir Tambangan		29.7	7.22	4.93	3.02	2.268
1035	Cangkir Tambangan		28	7.7	3.92	1.62	2.544
1035	Cangkir Tambangan		29	7.21	4.99	2.59	2.218
1035	Cangkir Tambangan		28.3	6.93	5.71	2.34	2.343
1035	Cangkir Tambangan		29.4	7.21	3.94	2.27	1.847
1035	Cangkir Tambangan		28.8	7.12	5.72	2.99	2.523
1035	Cangkir Tambangan		29.5	7.23	3.56	3.72	2.632
1035	Cangkir Tambangan		28.2	6.92	5.91	2.33	2.614
1035	Cangkir Tambangan		29	7.03	5.69	5.62	3.034
1035	Cangkir Tambangan		29	7.12	5.98	5.13	3.227

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1035	Cangkir Tambangan	2012	28.4	7.02	6.2	3.12	2.148
1035	Cangkir Tambangan		29.1	7.05	6.3	3.24	2.274
1035	Cangkir Tambangan		29.4	6.98	5.84	5.24	2.873
1035	Cangkir Tambangan		28.8	6.94	3.91	4.57	3.014
1035	Cangkir Tambangan		29.3	6.85	4.77	5.11	3.126
1035	Cangkir Tambangan		28.8	7.04	6.5	3.36	3.271
1035	Cangkir Tambangan		30.1	7.05	6.9	3.57	3.197
1035	Cangkir Tambangan		29.8	7.11	6.1	3.81	3.204
1035	Cangkir Tambangan		28	7.25	4.19	3.71	2.365
1035	Cangkir Tambangan		30	6.98	4.27	3.47	2.741
1035	Cangkir Tambangan		30.1	6.95	5.21	3.44	2.592



CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1040	Bambe Tambangan	2006	28	7.1	4.9	3.5	0.79
1040	Bambe Tambangan		28	7.5	4.1	6.1	1.53
1040	Bambe Tambangan		28	7.1	4.8	5	0.86
1040	Bambe Tambangan		28	7.3	3.7	3.3	0.5
1040	Bambe Tambangan		29	6.8	3.7	7.1	0.18
1040	Bambe Tambangan		28.9	7	0.4	2.4	2.74
1040	Bambe Tambangan		27.1	7.3	4.1	6.1	2.01
1040	Bambe Tambangan		28	7.3	4.1	3.2	0.81
1040	Bambe Tambangan		28.5	7.3	3.9	5.7	0.095
1040	Bambe Tambangan		29.6	7.3	3.8	17.3	0.099
1040	Bambe Tambangan		31.8	7.6	3.9	6.8	1.13
1040	Bambe Tambangan		30	7.2	3.8	7.7	0.043
1040	Bambe Tambangan	2007	28.9	7.4	3.6	4.7	0.54
1040	Bambe Tambangan		28.8	7	3.9	5.3	0.186
1040	Bambe Tambangan		28	7.2	5.1	7.4	0.275
1040	Bambe Tambangan		29.4	7	3.1	6.3	0.17
1040	Bambe Tambangan		31	7.3	3.7	2	0.41
1040	Bambe Tambangan		29.6	7.2	3.9	4.9	0.074
1040	Bambe Tambangan		28.2	7.4	3.7	10.3	0.241
1040	Bambe Tambangan		28.8	7.4	3.1	7.7	0.223
1040	Bambe Tambangan		29	7.1	3	2.1	0.413
1040	Bambe Tambangan		32.5	7.4	1.6	6.1	0.846
1040	Bambe Tambangan		31.5	7.6	2.3	12.4	0.155
1040	Bambe Tambangan		29	7.4	3	6.8	2.174

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1040	Bambe Tambangan	2008	28.5	7.1	4.9	5.4	1.099
1040	Bambe Tambangan		29	7.5	4.1	3.1	1.436
1040	Bambe Tambangan		30	7.4	3.8	5.1	0.811
1040	Bambe Tambangan		28.7	7.2	4.2	3.8	1.099
1040	Bambe Tambangan		29	7.4	4.2	6.2	0.672
1040	Bambe Tambangan		29.1	7.9	4	3.5	2.432
1040	Bambe Tambangan		29.5	7.8	2.4	4.2	0.685
1040	Bambe Tambangan		29	7	4	20.3	0.339
1040	Bambe Tambangan		28	6.7	3.3	5.4	0.006
1040	Bambe Tambangan		29	7.4	3.9	2.2	0.553
1040	Bambe Tambangan		28	7.1	4.1	2.4	0.82
1040	Bambe Tambangan		28	6.7	3.9	2.2	0.685
1040	Bambe Tambangan	2009	28	6.9	4.3	7.4	0.926
1040	Bambe Tambangan		27	7	4.8	7.29	1.773
1040	Bambe Tambangan		26	7.1	4.9	8.26	0.126
1040	Bambe Tambangan		27	7.5	4.8	5.98	0.136
1040	Bambe Tambangan		28	7.1	4.4	9.27	0.607
1040	Bambe Tambangan		27.5	5.9	3.1	4.85	0.656
1040	Bambe Tambangan		28	6.7	3.9	3.13	1.083
1040	Bambe Tambangan		28.8	7.1	3.6	4.07	0.108
1040	Bambe Tambangan		29.5	7.2	3.4	35.63	0.029
1040	Bambe Tambangan		29.6	6.66	3.6	3.15	0.857
1040	Bambe Tambangan		29	7.6	3.9	4.94	0.445
1040	Bambe Tambangan		29	7.5	3.3	2.04	1.235

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1040	Bambe Tambangan	2010	29	7.4	4.9	7.26	1.1
1040	Bambe Tambangan		31.2	7.14	3.8	5.7	1.068
1040	Bambe Tambangan		29.3	7.21	4.1	8.17	0.503
1040	Bambe Tambangan		29	7.19	4.1	3.08	1.005
1040	Bambe Tambangan		29.5	7.33	3.9	8.95	0.23
1040	Bambe Tambangan		29.1	6.85	3.4	4.41	0.033
1040	Bambe Tambangan		30.5	7.31	4.2	3.48	0.836
1040	Bambe Tambangan		30	7.21	3.63	13.4	0.024
1040	Bambe Tambangan		30.5	7.78	3.76	4.16	1.249
1040	Bambe Tambangan		29.6	7.32	3.48	7.12	0.409
1040	Bambe Tambangan		30	6.23	2.81	4.49	0.207
1040	Bambe Tambangan		30.1	7.12	3.35	5.1	0.287
1040	Bambe Tambangan		31.4	7.06	3.37	7.07	0.757
1040	Bambe Tambangan	2011	29.8	7.03	3.54	4.8	1.608
1040	Bambe Tambangan		30.5	6.94	4.93	5.66	0.97
1040	Bambe Tambangan		28.2	7.53	3.17	11.58	1.261
1040	Bambe Tambangan		29	6.87	3.72	5.32	1.796
1040	Bambe Tambangan		30.5	7.21	4.49	5	2.454
1040	Bambe Tambangan		29.7	7.21	3.99	4.09	1.878
1040	Bambe Tambangan		28	7.59	4.98	3.33	2.27
1040	Bambe Tambangan		30	7.06	4.02	1.39	0.672
1040	Bambe Tambangan		29.6	7.31	4.17	5.1	0.26
1040	Bambe Tambangan		28.7	6.78	4.91	3.39	3.042
1040	Bambe Tambangan		30	7.27	3.01	3.87	1.9

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1040	Bambe Tambangan	2012	29.5	7.2	3.82	3.4	1.74
1040	Bambe Tambangan		29	7.3	4.21	3.35	0.89
1040	Bambe Tambangan		30.5	7.4	4.18	4.01	3.04
1040	Bambe Tambangan		28.7	6.9	3.98	5.15	1.87
1040	Bambe Tambangan		29.4	7.1	4.22	6.97	1.98
1040	Bambe Tambangan		28.5	7.2	4.1	7.12	3.14
1040	Bambe Tambangan		29.1	6.9	2.95	4.05	1.1
1040	Bambe Tambangan		30.7	7	3.25	3.88	1.46
1040	Bambe Tambangan		30.4	7.1	3.32	5.33	0.94
1040	Bambe Tambangan		29.8	6.8	3.15	4.14	1.47
1040	Bambe Tambangan		30.1	7.4	4.12	2.98	1.77
1040	Bambe Tambangan		30	7.1	4.55	2.74	0.924



CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1045	Karangpilang	2006	29.1	7.04	2.3	5.1	0.1
1045	Karangpilang		26	7.1	3.3	5.7	1.09
1045	Karangpilang		27	7.3	3.6	11.9	0.88
1045	Karangpilang		29	7.3	3.4	3.8	1.22
1045	Karangpilang		28.5	7.3	3.8	9.9	0.29
1045	Karangpilang		28	7.4	2.8	17.3	0.82
1045	Karangpilang		28.5	7.2	3.3	18.6	0.04
1045	Karangpilang		27.5	7.3	3.7	7.6	0.21
1045	Karangpilang		27.2	7.1	4.1	7.4	0.21
1045	Karangpilang		27.5	7.1	3.2	9.8	0.14
1045	Karangpilang		29	6.9	1.8	4.8	2.82
1045	Karangpilang		27.5	7.2	3	5	1.22
1045	Karangpilang		26.5	7.3	3.1	7.5	1.792
1045	Karangpilang		27.2	7.2	3.9	7.3	1.541
1045	Karangpilang		26.5	7	2.5	9.5	0.258
1045	Karangpilang		28.4	7.5	3.4	6.7	0.115
1045	Karangpilang		28.7	7.3	3	4	0.863
1045	Karangpilang		30.1	7.3	3.1	9.9	0.101
1045	Karangpilang		27.9	6.9	3	4.4	0.832
1045	Karangpilang		29.2	6.9	3.3	10.7	0.086
1045	Karangpilang		29	7.3	2.6	4.8	0.127
1045	Karangpilang		32	7.3	3.1	4.8	0.85
1045	Karangpilang		29	7.2	2.1	4.2	0.043
1045	Karangpilang		29.5	6.9	2.8	3.1	0.055

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1045	Karangpilang	2007	28.8	7.3	3.9	7.8	2.017
1045	Karangpilang		31.8	7.2	1.9	1.9	0.391
1045	Karangpilang		29.8	7.1	3.8	6.4	1.868
1045	Karangpilang		30.5	7.1	3.4	3.3	1.935
1045	Karangpilang		29.5	6.9	3.7	4.9	0.629
1045	Karangpilang		29.4	7.2	4.2	10.5	0.263
1045	Karangpilang		30	6.8	4	5.7	0.959
1045	Karangpilang		29.5	7	4.2	6	0.177
1045	Karangpilang		30	7.1	3	2.5	0.436
1045	Karangpilang		29.5	7.2	3	2.9	0.289
1045	Karangpilang		31	7.2	3	5	0.185
1045	Karangpilang		29.8	7	3.1	6.6	0.176
1045	Karangpilang		28.9	6.9	3.7	15	0.06
1045	Karangpilang		29	7.2	0.9	13.6	0.484
1045	Karangpilang		28.6	7.3	1.6	8.4	0.149
1045	Karangpilang		29.5	7.3	2.9	7.1	0.35
1045	Karangpilang		29.3	7.1	1.4	7.3	0.465
1045	Karangpilang		29	7.2	2.9	13.4	0.359
1045	Karangpilang		29.5	7.4	2.7	4.3	1.261
1045	Karangpilang		31.5	7.3	2.8	7.1	1.237
1045	Karangpilang		31	7.6	1.8	19.3	0.104
1045	Karangpilang		32	7.4	1.4	5.8	0.029
1045	Karangpilang		30	7.4	1.9	2.9	0.881
1045	Karangpilang		28.5	7.2	5	8.7	1.715

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1045	Karangpilang	2008	29	7.2	2.9	13.5	1.723
1045	Karangpilang		28	7.4	4.7	7.6	2.154
1045	Karangpilang		29	7	3.7	9.5	1.295
1045	Karangpilang		29	7.1	3.6	3.2	1.791
1045	Karangpilang		28	6.9	3.4	7.5	0.8
1045	Karangpilang		28.8	7.1	4	5.6	0.613
1045	Karangpilang		28	7	4.3	3.5	0.297
1045	Karangpilang		29	7.3	5.5	5.2	1.194
1045	Karangpilang		29	7.3	4.5	6.8	0.811
1045	Karangpilang		28	7.1	4.9	2.5	1.649
1045	Karangpilang		29.2	7.9	3.9	3.2	1.66
1045	Karangpilang		29	7.7	3.9	2.7	1.341
1045	Karangpilang		30	7.7	2.9	2.7	0.528
1045	Karangpilang		28	7.8	3	7.4	0.228
1045	Karangpilang		26	7.4	3.4	6.1	0.564
1045	Karangpilang		28	6.7	3.2	4.3	0.86
1045	Karangpilang		28	7.2	3.1	3.5	0.686
1045	Karangpilang		28	6.91	2.9	7.7	0.375
1045	Karangpilang		28	6.9	3.6	5.4	1.464
1045	Karangpilang		27.5	6.6	3.5	3.2	1.096
1045	Karangpilang		28	6.4	4	6.9	0.033
1045	Karangpilang		26	6.8	4	4.4	0.162
1045	Karangpilang		29	6.5	3.9	2.6	0.439
1045	Karangpilang		27	6.3	3.5	10.5	1.243

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1045	Karangpilang	2009	28	6.8	3.5	4.8	0.548
1045	Karangpilang		27.5	7.1	3.9	4.7	1.923
1045	Karangpilang		25	7	4.1	6.18	0.8
1045	Karangpilang		27	7.2	5	5.38	0.516
1045	Karangpilang		27	6.9	4	8	0.491
1045	Karangpilang		27	7.1	4.1	9.37	0.853
1045	Karangpilang		27	7.4	4.1	5.27	0.25
1045	Karangpilang		27	7.6	3.9	6.34	0.414
1045	Karangpilang		27	7	3.9	5.13	1.844
1045	Karangpilang		27	7.1	4.1	5.22	0.811
1045	Karangpilang		27	7.3	2.7	3.02	0.82
1045	Karangpilang		29.5	6.8	4	5.84	0.553
1045	Karangpilang		28.5	7.5	3.8	3	0.539
1045	Karangpilang		27.5	7.1	3.2	10.37	0.488
1045	Karangpilang		28.5	7.1	3.1	3.1	0.575
1045	Karangpilang		28.7	7.2	3.8	4.44	0.742
1045	Karangpilang		29.8	7.13	3.5	3.85	0.509
1045	Karangpilang		29	7.3	3.3	2.56	0.867
1045	Karangpilang		32.5	6.7	3.8	3.72	0.982
1045	Karangpilang		31	7.7	3.2	2.48	0.985
1045	Karangpilang		28	7.3	3.1	2.62	0.631
1045	Karangpilang		29	7.2	3.4	3.63	0.384
1045	Karangpilang		29	7.3	3.3	7.11	0.536
1045	Karangpilang		30	7.47	4.6	6.12	0.344

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1045	Karangpilang	2010	28	7.4	3.9	9.33	1.155
1045	Karangpilang		29	7.25	3.7	4.16	1.376
1045	Karangpilang		29	7.29	3.3	4.41	0.757
1045	Karangpilang		29.9	7.12	3.8	9.24	1.145
1045	Karangpilang		30.9	7.37	3.9	8.21	0.773
1045	Karangpilang		29	7.36	3.9	4.44	0.681
1045	Karangpilang		29.5	7.12	3.9	9.29	0.604
1045	Karangpilang		30.1	7.29	5.2	17.75	0.243
1045	Karangpilang		29.3	6.87	3.9	6.88	0.335
1045	Karangpilang		29	7.1	4	6.5	0.359
1045	Karangpilang		29.3	7.19	3.5	3.33	0.335
1045	Karangpilang		28.3	7.11	3.5	5.29	1.688
1045	Karangpilang		30.1	7.01	4.2	4.03	0.845
1045	Karangpilang		28	7.14	4.2	3.78	1.188
1045	Karangpilang		29.5	7.14	4.3	3.78	0.471
1045	Karangpilang		30	6.99	3.25	2.39	1.358
1045	Karangpilang		30.4	7.49	3.65	4.01	0.378
1045	Karangpilang		30	7.19	4.43	7.75	1.819
1045	Karangpilang		30.2	7.32	3.12	6.27	1.3
1045	Karangpilang		29.4	7.76	2.2	6.37	0.29
1045	Karangpilang		30.2	7.13	3.64	7.14	0.679
1045	Karangpilang		33	7.52	3.52	3.85	2.532
1045	Karangpilang		29.6	7.34	3.2	6.41	0.558
1045	Karangpilang		29.6	6.09	2.99	5.35	2.441

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1045	Karangpilang	2011	29.8	7.17	3.37	5.21	1.551
1045	Karangpilang		28.4	7.14	3.98	3.8	0.436
1045	Karangpilang		28.4	7.19	4.81	6.9	0.383
1045	Karangpilang		30.5	7.34	4.11	5.54	1.427
1045	Karangpilang		28.5	6.63	3.6	6.9	0.38
1045	Karangpilang		29.8	6.79	3.89	3.58	1.017
1045	Karangpilang		28.2	7.31	4.42	8.76	0.15
1045	Karangpilang		28.5	7.43	3.99	7.41	1.41
1045	Karangpilang		28.1	6.92	4.01	7.69	1.39
1045	Karangpilang		31	6.92	3.86	3.66	1.825
1045	Karangpilang		29.4	7.29	3.95	2.93	2.263
1045	Karangpilang		28.1	7.92	3.98	5.04	0.294
1045	Karangpilang		29.7	7.56	3.45	4.47	2.337
1045	Karangpilang		28.1	7.92	3.98	5.04	0.294
1045	Karangpilang		28.9	7.6	4.12	5.01	2.062
1045	Karangpilang		29.5	7.12	3.91	4.43	2.019
1045	Karangpilang		28.1	7.78	3.33	2.49	2.346
1045	Karangpilang		29	7.19	3.21	6.61	2.09
1045	Karangpilang		28.9	7.16	4.01	3.52	2.076
1045	Karangpilang		30	7.2	3.69	2.82	1.96
1045	Karangpilang		28.9	7.11	3.98	3.27	1.869
1045	Karangpilang		29.8	7.12	3.55	4.14	3.074
1045	Karangpilang		28.6	6.87	3.97	2.6	1.783
1045	Karangpilang		30.7	7.13	3.53	5.53	2.321

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1045	Karangpilang	2012	29.5	7.11	4.97	3.75	2.558
1045	Karangpilang		29.4	6.9	3.68	3.81	2.124
1045	Karangpilang		30.1	7.23	4.15	2.93	2.081
1045	Karangpilang		30.3	6.78	4.13	4.23	2.89
1045	Karangpilang		29	7.24	3.78	4.36	3.067
1045	Karangpilang		28.7	7.19	3.88	2.87	2.213
1045	Karangpilang		28.8	7.28	3.93	3.44	2.067
1045	Karangpilang		29.1	6.97	4.12	3.26	2.554
1045	Karangpilang		29.6	7.06	4.23	2.91	3.089
1045	Karangpilang		29.5	7.11	3.71	3.03	2.147
1045	Karangpilang		30	6.94	3.68	3.14	2.267
1045	Karangpilang		30.1	6.87	3.65	3.88	2.349
1045	Karangpilang		28.7	6.74	4.03	3.67	2.486

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1050	Jembatan Sepanjang	2006	28.2	7.1	4.3	4	0.4
1050	Jembatan Sepanjang		28	7.5	3.3	6.6	1.83
1050	Jembatan Sepanjang		28.4	7.2	4.1	5.1	0.83
1050	Jembatan Sepanjang		28.5	7.2	3.1	4.2	0.55
1050	Jembatan Sepanjang		28.5	7.1	3.2	4.7	1.3
1050	Jembatan Sepanjang		27.7	7.3	0.2	2.8	2.59
1050	Jembatan Sepanjang		28	7.3	3.4	3	2.243
1050	Jembatan Sepanjang		28	7.2	3.1	3.1	0.563
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.2	3.1	8.4	0.01
1050	Jembatan Sepanjang		29.5	7.2	3.2	4.4	0.191
1050	Jembatan Sepanjang		31.5	7.6	2.9	4.3	1.485
1050	Jembatan Sepanjang		31	6.9	2.9	7.2	1.242
1050	Jembatan Sepanjang	2007	29.2	7.4	2.9	4	0.521
1050	Jembatan Sepanjang		30	7.1	3.4	8.9	0.264
1050	Jembatan Sepanjang		28.1	7.2	4.2	9.4	0.277
1050	Jembatan Sepanjang		29.4	6.9	2.5	4.5	0.103
1050	Jembatan Sepanjang		31	7.3	3	1.9	0.403
1050	Jembatan Sepanjang		29.5	7.1	3.1	5.2	0.078
1050	Jembatan Sepanjang		28.5	7.3	2.8	6.9	0.181
1050	Jembatan Sepanjang		29.3	7.4	2.3	7.5	0.257
1050	Jembatan Sepanjang		29	7	1.9	5.2	0.257
1050	Jembatan Sepanjang		32.5	7.4	2	5.1	0.67
1050	Jembatan Sepanjang		31	7.6	1.7	22.8	0.017
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.4	2.9	5.3	1.886

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1050	Jembatan Sepanjang	2008	28.5	7.2	3.7	8.9	0.892
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.3	2.5	3.7	1.424
1050	Jembatan Sepanjang		30	7.4	4.2	9.3	0.902
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.1	4.1	4	1.307
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.3	4.4	7.3	1.052
1050	Jembatan Sepanjang		29.3	8	3.8	2.3	1.105
1050	Jembatan Sepanjang		30	7.7	2.9	6.9	0.521
1050	Jembatan Sepanjang		30.5	7	3.1	3.2	0.479
1050	Jembatan Sepanjang		28	6.7	3.1	4.7	0.635
1050	Jembatan Sepanjang		29	6.9	3.3	6.4	1.232
1050	Jembatan Sepanjang		28.5	7.1	3.9	1.8	0.715
1050	Jembatan Sepanjang		28	7	3.8	3	0.372
1050	Jembatan Sepanjang	2009	27.5	6.8	3.3	5	0.824
1050	Jembatan Sepanjang		27	7.01	4.8	7.17	1.673
1050	Jembatan Sepanjang		26	7.1	4	6.91	0.764
1050	Jembatan Sepanjang		27	7.5	3.9	5.17	0.365
1050	Jembatan Sepanjang		27.5	7.1	2.8	7.51	0.777
1050	Jembatan Sepanjang		27	6.83	3.2	4.83	0.78
1050	Jembatan Sepanjang		28.3	7.5	3.1	1.73	1.096
1050	Jembatan Sepanjang		28.9	6.91	3.4	4.95	0.616
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.35	3.2	2.52	1.024
1050	Jembatan Sepanjang		31.9	6.66	2.5	3.09	1.075
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.24	3.2	4.22	0.621
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.5	3.2	3.51	1.486

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1050	Jembatan Sepanjang	2010	29	7.3	3.5	8.42	0.96
1050	Jembatan Sepanjang		30.2	7.15	2.8	6.73	1.141
1050	Jembatan Sepanjang		29.4	7.23	3.9	10.53	0.41
1050	Jembatan Sepanjang		29	7.23	3.9	3.14	1.129
1050	Jembatan Sepanjang		29.5	7.35	4	8.81	0.273
1050	Jembatan Sepanjang		30.4	7.17	3.5	3.94	1.106
1050	Jembatan Sepanjang		30.4	7.21	3.9	4.13	0.668
1050	Jembatan Sepanjang		30	7.25	3.41	6.71	1.005
1050	Jembatan Sepanjang		31.5	7.83	4.17	5.37	1.612
1050	Jembatan Sepanjang		27.6	7.46	3.34	6.75	0.574
1050	Jembatan Sepanjang		29.9	7.18	3.28	6.38	0.265
1050	Jembatan Sepanjang		29.9	7.15	4.13	5.19	0.221
1050	Jembatan Sepanjang	2011	30.8	7.24	2.93	5.99	0.718
1050	Jembatan Sepanjang		29.8	7.12	3.47	4.82	1.495
1050	Jembatan Sepanjang		30.5	6.84	4.57	6.02	0.967
1050	Jembatan Sepanjang		28.2	7.57	3.4	7.52	1.317
1050	Jembatan Sepanjang		28.5	6.98	4.99	4.86	1.819
1050	Jembatan Sepanjang		29.5	7.22	4.24	3.79	2.695
1050	Jembatan Sepanjang		29.5	7.17	3.98	4.54	1.67
1050	Jembatan Sepanjang		28.2	7.38	4.71	3.36	2.421
1050	Jembatan Sepanjang		30	6.98	3.98	2.15	0.934
1050	Jembatan Sepanjang		29.7	7.19	4.22	2.74	2.13
1050	Jembatan Sepanjang		28.8	6.8	4.92	4.03	2.507
1050	Jembatan Sepanjang		30	6.98	4.01	3.34	2.012

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1050	Jembatan Sepanjang	2012	30	7.02	4.33	2.62	1.545
1050	Jembatan Sepanjang		29.4	6.92	4.41	3.47	1.743
1050	Jembatan Sepanjang		29.6	6.88	3.87	3.61	2.125
1050	Jembatan Sepanjang		28.7	7.21	3.91	4.22	2.412
1050	Jembatan Sepanjang		28	7.16	4.13	4.31	1.86
1050	Jembatan Sepanjang		28.3	6.91	4.26	3.54	2.254
1050	Jembatan Sepanjang		29.6	6.88	4.55	4.16	1.234
1050	Jembatan Sepanjang		29.7	7.16	4.03	2.34	1.642
1050	Jembatan Sepanjang		30.1	7.19	4.11	2.41	2.229
1050	Jembatan Sepanjang		28.4	6.78	4.26	2.53	1.734
1050	Jembatan Sepanjang		29.9	6.75	4.05	2.29	1.695
1050	Jembatan Sepanjang		29.3	7.21	3.74	3.16	2.136

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1060	Bend. Gunungsari	2006	28	7.1	4.2	7.6	0.39
1060	Bend. Gunungsari		28	7.4	3	7.4	1.83
1060	Bend. Gunungsari		28.5	7.1	3.6	5.6	0.86
1060	Bend. Gunungsari		28	7.2	3	3.1	0.63
1060	Bend. Gunungsari		29	6.9	3	3.3	0.8
1060	Bend. Gunungsari		28.8	6.9	2.2	3.7	2.29
1060	Bend. Gunungsari		28.5	7.1	3	3.1	1.906
1060	Bend. Gunungsari		27.5	7.1	3.2	3.8	0.62
1060	Bend. Gunungsari		28.8	7.2	2.9	2.7	0.166
1060	Bend. Gunungsari		29.5	7.1	2.9	2.6	0.215
1060	Bend. Gunungsari		32	7.2	2.8	3.8	1.072
1060	Bend. Gunungsari		31	6.8	2.6	3.9	1.042
1060	Bend. Gunungsari	2007	29.5	7.4	2.8	5.2	0.506
1060	Bend. Gunungsari		28.5	6.9	3.7	5.3	0.012
1060	Bend. Gunungsari		28.1	7.1	2.8	8.8	0.304
1060	Bend. Gunungsari		29.9	6.9	3.2	5	0.363
1060	Bend. Gunungsari		31.5	7.1	2.1	1.9	0.284
1060	Bend. Gunungsari		29.5	7.1	2.7	4.9	0.023
1060	Bend. Gunungsari		28.5	7.1	2.8	6.9	0.106
1060	Bend. Gunungsari		30.2	7.2	1.9	4.6	0.121
1060	Bend. Gunungsari		29.8	6.9	1.8	1.8	0.235
1060	Bend. Gunungsari		32.5	7.5	1.8	7.1	0.465
1060	Bend. Gunungsari		32	7.5	1.7	11.5	0.047
1060	Bend. Gunungsari		29.5	7.6	1.6	3.8	1.913

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1060	Bend. Gunungsari	2008	28.5	7.2	3.1	5.2	0.556
1060	Bend. Gunungsari		29	7.5	2.9	3.5	1.003
1060	Bend. Gunungsari		29	7.3	3.9	7.3	0.924
1060	Bend. Gunungsari		29	7.1	2.4	3.6	0.852
1060	Bend. Gunungsari		30	7.1	4.2	5.6	1.145
1060	Bend. Gunungsari		29.8	7.7	1.6	2.7	1.607
1060	Bend. Gunungsari		29.7	7.3	3	6.1	0.338
1060	Bend. Gunungsari		29.5	7.2	2.9	3.5	0.846
1060	Bend. Gunungsari		28	6.7	3	3.5	0.729
1060	Bend. Gunungsari		29.5	7.1	3	4.2	0.846
1060	Bend. Gunungsari		28.5	6.9	3.6	1.8	0.852
1060	Bend. Gunungsari		28	6.7	2.4	6.7	0.534
1060	Bend. Gunungsari	2009	28	6.8	3.2	4.6	0.815
1060	Bend. Gunungsari		27	6.98	4.9	7.92	1.722
1060	Bend. Gunungsari		26	7.1	4	7.95	1.093
1060	Bend. Gunungsari		27	7.6	3.2	6.17	0.085
1060	Bend. Gunungsari		27	7.5	2.2	6.18	0.786
1060	Bend. Gunungsari		27	6.8	3	3.23	1.213
1060	Bend. Gunungsari		29	7.2	3	2.41	0.085
1060	Bend. Gunungsari		29	6.99	3.2	3.22	0.996
1060	Bend. Gunungsari		28.5	7.2	3.5	2.64	0.978
1060	Bend. Gunungsari		31.5	6.41	3.8	2.79	0.921
1060	Bend. Gunungsari		29.5	7.1	3	1.92	0.6
1060	Bend. Gunungsari		30	7.3	3	3.21	0.953

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1060	Bend. Gunungsari	2010	29	7.3	3.3	5.76	1.022
1060	Bend. Gunungsari		32.8	7.14	2.1	4.85	0.956
1060	Bend. Gunungsari		29.2	7.12	3.5	3.19	0.733
1060	Bend. Gunungsari		30	7.16	3.4	3.07	1.108
1060	Bend. Gunungsari		30	7.34	3.8	6.03	0.159
1060	Bend. Gunungsari		31	6.84	3.3	3.47	0.943
1060	Bend. Gunungsari		30.3	7.25	4.2	3.91	0.703
1060	Bend. Gunungsari		29.6	7.11	4.07	4.18	1.141
1060	Bend. Gunungsari		30.5	7.8	5.14	4.45	1.35
1060	Bend. Gunungsari		28.5	6.97	2.86	9.02	0.638
1060	Bend. Gunungsari		30.8	7.38	2.94	5.39	0.259
1060	Bend. Gunungsari		29.8	7.31	3.42	6.47	0.174
1060	Bend. Gunungsari	2011	29.1	6.99	3.39	6.47	0.696
1060	Bend. Gunungsari		29.9	7.13	3.39	3.38	1.491
1060	Bend. Gunungsari		30.5	6.63	3.98	4.77	1.002
1060	Bend. Gunungsari		29.2	7.71	3.69	4.95	1.53
1060	Bend. Gunungsari		28.9	7.06	3.92	4.18	2.06
1060	Bend. Gunungsari		30	6.94	5.9	3.41	2.684
1060	Bend. Gunungsari		29.3	7.16	3.72	3.18	1.057
1060	Bend. Gunungsari		28.5	7.47	3.41	2.93	2.34
1060	Bend. Gunungsari		30	6.89	3.33	2.3	0.458
1060	Bend. Gunungsari		30	7.16	3.11	2.31	1.694
1060	Bend. Gunungsari		29	6.79	3.91	2.47	2.498
1060	Bend. Gunungsari		30.2	7.1	3.45	3.88	2.31

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1060	Bend. Gunungsari	2012	28.6	7.51	3.33	4.11	2.11
1060	Bend. Gunungsari		29.4	7.24	3.61	3.14	2.54
1060	Bend. Gunungsari		27.5	7.33	3.55	3.44	2.61
1060	Bend. Gunungsari		29.6	6.91	3.19	2.91	1.89
1060	Bend. Gunungsari		30.1	6.92	3.21	3.09	2.13
1060	Bend. Gunungsari		30.5	7.16	3.24	3.11	2.58
1060	Bend. Gunungsari		29.6	7.15	4.11	4.02	1.71
1060	Bend. Gunungsari		28.9	7.24	3.98	4.11	2.25
1060	Bend. Gunungsari		31.1	7.06	3.87	4.21	1.33
1060	Bend. Gunungsari		29.8	6.99	3.74	4.04	1.26
1060	Bend. Gunungsari		28.8	7.41	3.61	3.55	1.69
1060	Bend. Gunungsari		29.6	7.34	4.01	3.61	1.47

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1100	Ngagel / Jagir	2006	29.5	7.1	3.1	4.5	0.06
1100	Ngagel / Jagir		27.9	7.1	3	4.9	0.79
1100	Ngagel / Jagir		28	7.1	3	11	0.9
1100	Ngagel / Jagir		29	7	3	2.3	0.83
1100	Ngagel / Jagir		29	7.2	2.9	6.4	0.18
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7.2	2.8	9.4	0.82
1100	Ngagel / Jagir		27.9	7.1	2.9	9.3	0.21
1100	Ngagel / Jagir		28.9	7	3.1	10.6	0.29
1100	Ngagel / Jagir		27.5	7.1	3.2	9.7	0.25
1100	Ngagel / Jagir		29.5	7.1	2.9	5.2	0.16
1100	Ngagel / Jagir		29.3	6.8	0.9	4.9	2.89
1100	Ngagel / Jagir		29	7.1	2.9	3.3	1.19
1100	Ngagel / Jagir		27	7	2.9	6.3	1.432
1100	Ngagel / Jagir		27.7	7	2.9	4.6	1.911
1100	Ngagel / Jagir		27	6.9	2.4	3.4	0.555
1100	Ngagel / Jagir		28.8	7.3	2.9	9.1	0.118
1100	Ngagel / Jagir		28.9	7.2	2.9	4.3	0.592
1100	Ngagel / Jagir		25.6	7.2	2.8	3.2	0.145
1100	Ngagel / Jagir		28	7.1	2.9	4.5	0.627
1100	Ngagel / Jagir		29	6.7	2.8	4.7	0.039
1100	Ngagel / Jagir		30	7.1	2.3	6.2	0.058
1100	Ngagel / Jagir		32	7.2	2.8	8.8	0.448
1100	Ngagel / Jagir		28	7.1	0.8	5.8	0.053
1100	Ngagel / Jagir		29.5	6.8	2.7	2.9	0.01

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1100	Ngagel / Jagir	2007	30.6	7.2	2.5	12.8	1.87
1100	Ngagel / Jagir		32	6.9	1.6	4.2	0.227
1100	Ngagel / Jagir		30.5	6.9	1.5	9.4	1.762
1100	Ngagel / Jagir		31	7	1.7	4.2	1.768
1100	Ngagel / Jagir		30.5	6.9	2.1	4.4	0.569
1100	Ngagel / Jagir		29.7	6.9	2.5	8.8	0.347
1100	Ngagel / Jagir		30	6.6	2.5	4.7	0.825
1100	Ngagel / Jagir		29.7	6.9	2.8	5.7	0.166
1100	Ngagel / Jagir		31	7.1	2.1	2	0.37
1100	Ngagel / Jagir		29	7.1	2.5	3.2	0.309
1100	Ngagel / Jagir		30	6.9	2.1	3	0.273
1100	Ngagel / Jagir		30	6.9	2.3	5.8	0.085
1100	Ngagel / Jagir		28.9	7	2.9	8.7	0.144
1100	Ngagel / Jagir		30.2	7.1	1.1	12.1	0.443
1100	Ngagel / Jagir		29.6	7	2.2	8.1	0.038
1100	Ngagel / Jagir		30	7.1	1.9	2.7	0.311
1100	Ngagel / Jagir		29	7	1.5	5.9	0.068
1100	Ngagel / Jagir		29	7.2	1.9	7.8	0.396
1100	Ngagel / Jagir		29.5	7.4	1.9	13.3	1.101
1100	Ngagel / Jagir		31.5	7.4	1.7	4.5	0.695
1100	Ngagel / Jagir		30	7.4	1.3	9.5	0.125
1100	Ngagel / Jagir		32	7.3	1.7	5.8	0.331
1100	Ngagel / Jagir		30	6.9	1.3	9.2	0.786
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7.2	2.6	9.8	1.77

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1100	Ngagel / Jagir	2008	28	6.9	3.1	9.6	1.418
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7.2	3	8.7	1.944
1100	Ngagel / Jagir		29	7.1	2.7	6.5	1.744
1100	Ngagel / Jagir		29	7.6	1.7	2.2	1.746
1100	Ngagel / Jagir		28.5	6.9	2.2	7.1	0.563
1100	Ngagel / Jagir		29	7.1	3.5	6.7	0.587
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7	3	7.9	0.371
1100	Ngagel / Jagir		28.5	6.9	2.8	7.7	0.895
1100	Ngagel / Jagir		30	7.1	3.9	5.3	1.227
1100	Ngagel / Jagir		29	6.9	3	1.6	1.393
1100	Ngagel / Jagir		30	7.5	2.4	2.8	1.844
1100	Ngagel / Jagir		29.5	7.6	2.2	9.3	1.708
1100	Ngagel / Jagir		29.8	7.4	2.9	4.6	0.455
1100	Ngagel / Jagir		28	7.8	3	6.8	0.433
1100	Ngagel / Jagir		26.5	6.9	3	5	1.269
1100	Ngagel / Jagir		28.5	6.7	2.9	7	0.717
1100	Ngagel / Jagir		27.5	6.4	2.8	3.6	0.73
1100	Ngagel / Jagir		29	6.83	2.3	3.3	0.747
1100	Ngagel / Jagir		28	6.6	3	6.6	0.978
1100	Ngagel / Jagir		27.5	6.7	2.9	2.7	1.07
1100	Ngagel / Jagir		28	6.2	3	8.1	1.454
1100	Ngagel / Jagir		26	6.8	3.8	3.8	0.724
1100	Ngagel / Jagir		29	6.3	3	4.9	0.199
1100	Ngagel / Jagir		27.5	6.3	3	14.1	1.058

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1100	Ngagel / Jagir	2009	28	6.6	3	5.6	0.353
1100	Ngagel / Jagir		28	6.9	3	5.7	2.154
1100	Ngagel / Jagir		26	7.1	3.4	5.88	0.636
1100	Ngagel / Jagir		27	7.1	4.3	5.76	2.874
1100	Ngagel / Jagir		27	6.9	3.1	5.68	0.217
1100	Ngagel / Jagir		27	7.1	3.1	5.23	1.003
1100	Ngagel / Jagir		27	7.3	3.1	4.13	0.166
1100	Ngagel / Jagir		27	7.1	3	5.61	0.343
1100	Ngagel / Jagir		27	7	3.1	4.35	1.943
1100	Ngagel / Jagir		27	7.2	3.9	2.36	0.98
1100	Ngagel / Jagir		27	7.3	2.6	3.36	0.916
1100	Ngagel / Jagir		30.1	6.9	3.5	4.64	0.534
1100	Ngagel / Jagir		31	7.2	3.3	4.05	0.375
1100	Ngagel / Jagir		28	7.1	3	2.83	0.921
1100	Ngagel / Jagir		28	6.93	3	3.18	0.612
1100	Ngagel / Jagir		29	6.9	4.2	3.48	0.898
1100	Ngagel / Jagir		31	7.1	3	4.08	0.598
1100	Ngagel / Jagir		29	6.9	3.3	1.75	0.713
1100	Ngagel / Jagir		32.4	6.1	2.7	3.32	0.483
1100	Ngagel / Jagir		29	7.6	3.1	2.48	0.461
1100	Ngagel / Jagir		28	7.2	3	2.08	0.813
1100	Ngagel / Jagir		29	7.1	3	3.06	0.581
1100	Ngagel / Jagir		29	7.3	3.1	6.94	1.024
1100	Ngagel / Jagir		31	7.25	0.74	3.91	0.339

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1100	Ngagel / Jagir	2010	29	7.4	3.6	3.86	1.227
1100	Ngagel / Jagir		29	7.1	3	3.96	1.396
1100	Ngagel / Jagir		29	6.94	3.1	3.3	0.976
1100	Ngagel / Jagir		30.7	7.02	3.2	8.55	1.217
1100	Ngagel / Jagir		31.5	6.77	3.1	4.92	1.04
1100	Ngagel / Jagir		29	7.16	3.1	5.78	0.61
1100	Ngagel / Jagir		29.5	7.13	3.4	3.7	0.809
1100	Ngagel / Jagir		29.5	6.92	4.5	14.85	0.364
1100	Ngagel / Jagir		29	6.89	3.1	3.59	2.585
1100	Ngagel / Jagir		29.3	6.97	3.5	6.57	0.346
1100	Ngagel / Jagir		29.2	7.11	3.1	3.12	2.585
1100	Ngagel / Jagir		30	7.01	3.2	4.07	1.667
1100	Ngagel / Jagir		31	7.09	3.5	3.93	1.121
1100	Ngagel / Jagir		29	7.11	3.7	3.23	1.687
1100	Ngagel / Jagir		29.5	7.1	4.2	4.85	0.811
1100	Ngagel / Jagir		31.9	7.31	3.23	3.61	1.412
1100	Ngagel / Jagir		32.8	7.4	4.67	2.84	0.493
1100	Ngagel / Jagir		30	7.1	3.95	4.81	2.398
1100	Ngagel / Jagir		30.6	7.18	2.91	3.55	1.152
1100	Ngagel / Jagir		30	7.19	2.1	6.22	0.337
1100	Ngagel / Jagir		29.4	7.23	5.67	8.32	0.51
1100	Ngagel / Jagir		32.1	7.6	2.21	4.04	3.473
1100	Ngagel / Jagir		29.7	7.22	3.1	5.15	0.367
1100	Ngagel / Jagir		29.6	6.09	2.92	4.45	2.236

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1100	Ngagel / Jagir	2011	29.7	7.12	3.81	6.13	1.601
1100	Ngagel / Jagir		28.2	7.11	3.29	3.78	0.421
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7.1	3.61	6.72	0.986
1100	Ngagel / Jagir		29.9	7.11	3.92	5.93	1.411
1100	Ngagel / Jagir		29.7	6.68	3.24	6.72	0.143
1100	Ngagel / Jagir		31	6.79	3.11	3.54	0.691
1100	Ngagel / Jagir		28.5	6.97	3.72	9.31	0.245
1100	Ngagel / Jagir		28.4	7.5	3.71	6.48	1.826
1100	Ngagel / Jagir		27.9	6.83	3.92	8.44	1.321
1100	Ngagel / Jagir		31	6.64	3.14	4.71	1.778
1100	Ngagel / Jagir		29.5	7.11	3.12	2.29	2.437
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7.81	3.21	4.7	0.283
1100	Ngagel / Jagir		30	7.49	3.81	3.06	2.496
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7.81	3.21	4.7	0.283
1100	Ngagel / Jagir		29.3	7.53	3.16	3.19	2.274
1100	Ngagel / Jagir		29.7	6.98	3.2	4.55	1.997
1100	Ngagel / Jagir		29	7.74	3.34	1.41	2.172
1100	Ngagel / Jagir		30	7.18	3.01	3.97	1.95
1100	Ngagel / Jagir		29	7.01	3.01	2.11	2.403
1100	Ngagel / Jagir		29.8	7.11	3.1	3.36	1.864
1100	Ngagel / Jagir		28.8	7.1	3.1	3.81	1.729
1100	Ngagel / Jagir		30	7.01	3.23	4.34	1.854
1100	Ngagel / Jagir		28.6	6.91	3.44	2.93	2.043
1100	Ngagel / Jagir		30.1	7.11	5.07	4.26	2.212

CODE	LOKASI	DATE	W_TEMP	PH1	DO_WINKLER	RAW_BOD	NITRATE
1100	Ngagel / Jagir	2012	29.8	6.97	3.62	5.79	2.666
1100	Ngagel / Jagir		29	7.02	3.52	4.36	1.847
1100	Ngagel / Jagir		29.1	7.12	3.14	5.21	2.162
1100	Ngagel / Jagir		29.3	7.2	3.32	1.69	2.264
1100	Ngagel / Jagir		28.9	7.13	3.02	3.24	1.872
1100	Ngagel / Jagir		28.7	6.99	3.1	3.46	0.674
1100	Ngagel / Jagir		29.4	6.94	3.21	2.16	0.874
1100	Ngagel / Jagir		30	6.87	3.41	2.24	1.95
1100	Ngagel / Jagir		30.1	6.91	3.16	4.14	0.348
1100	Ngagel / Jagir		30	7.02	3.27	3.67	2.331
1100	Ngagel / Jagir		29.7	7.43	3.19	3.81	1.948
1100	Ngagel / Jagir		28.5	7.35	3.02	2.84	2.309
1100	Ngagel / Jagir		28.9	7.19	4.12	2.74	0.378

# LAMPIRAN

## B



## FOTO LOKASI



Kali Tengah Hulu dan Hilir



PT. SUPARMA Tbk



Kali Pelayaran



PT. Sarimas Permai



Bambe Tambangan



Bambe Tambangan



Karangpilang



Saluran Karangpilang



Dari Jembatan Sepanjang



Dari Jembatan Sepanjang



Bendungan Gunungsari



Bendungan Gunungsari Hulu



Jagir



Pintu Air Jagir



Jagir



Pintu Air Jagir



Hilir Jagir



Hilir Jagir

# LAMPIRAN

## C



**BAKU MUTU LIMBAH CAIR INDUSTRI  
SESUAI KEPGUB NOMOR 45 TAHUN 2002**

No.	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Limbah Cair			
			I	II	III	IV
<b>A</b>	<b>FISIKA</b>					
1	Temperatur	°C	35	38	40	45
2	Zat Padat terlarut	mg/l	1500	2000	4000	5000
3	Zat Padat tersuspensi	mg/l	100	200	200	500
<b>B</b>	<b>KIMIA</b>					
1	Ph		6-9	6-9	6-9	6-9
2	Besi (Fe)	mg/l	5	10	15	20
3	Mangan (Mn)	mg/l	0,5	2	5	10
4	Barium (Ba)	mg/l	1	2	3	5
5	Tembaga (Cu)	mg/l	1	2	3	5
6	Seng (Zn)	mg/l	5	10	15	20
7	Krom Heksavalen (Cr <sup>6</sup> )	mg/l	0,05	0,1	0,5	2
8	Krom Total (Cr tot)	mg/l	0,1	0,5	1	2
9	Cadmium (Cd)	mg/l	0,01	0,05	0,1	1
10	Raksa (Hg)	mg/l	0,001	0,002	0,005	0,01
11	Timbal (Pb)	mg/l	0,1	0,5	1	3
12	Timah Putih (Sn)	mg/l	2	3	4	5
13	Arsen (As)	mg/l	0,05	0,1	0,5	1
14	Selenium (Se)	mg/l	0,01	0,05	0,5	1
15	Nikel (Ni)	mg/l	0,1	0,2	0,5	1
16	Kobalt (Co)	mg/l	0,2	0,4	0,6	1
17	Sianida (CN)	mg/l	0,05	0,1	0,5	1
18	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,01	0,06	0,1	1
19	Flourida (F)	mg/l	1,5	15	20	30
20	Klorin Bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/l	0,02	0,03	0,04	0,05
21	Amoniak Bebas (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,5	1	5	20
22	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	10	20	30	50
23	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0,06	1	3	5
24	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	50	150	300
25	COD	mg/l	80	100	300	600
26	Detergen an ionik	mg/l	0,5	1	10	15
27	Phenol	mg/l	0,01	0,05	1	2
28	Minyak dan Lemak	mg/l	1	5	15	20
29	PCB	mg/l	NIHIL	NIHIL	NIHIL	NIHIL