



**ANALISIS DAYA TAMPUNG TERHADAP BEBAN  
PENCEMARAN KALI JOMPO DI KECAMATAN PATRANG -  
KALIWATES KABUPATEN JEMBER MENGGUNAKAN  
PERSAMAAN *STREETER- PHELPS***

**SKRIPSI**

Oleh

**Siti Nur Aziza  
NIM 131710201005**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**ANALISIS DAYA TAMPUNG TERHADAP BEBAN  
PENCEMARAN KALI JOMPO DI KECAMATAN PATRANG -  
KALIWATES KABUPATEN JEMBER MENGGUNAKAN  
PERSAMAAN *STREETER- PHELPS***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Siti Nur Aziza  
NIM 131710201005**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

**PERSEMBAHAN**

“Saya persembahkan skripsi ini untuk kedua orang tua saya Bapak Suparman dan Ibu Sarimah serta adik saya yang selalu saya banggakan, yang telah memberikan semangat, do’a, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini”



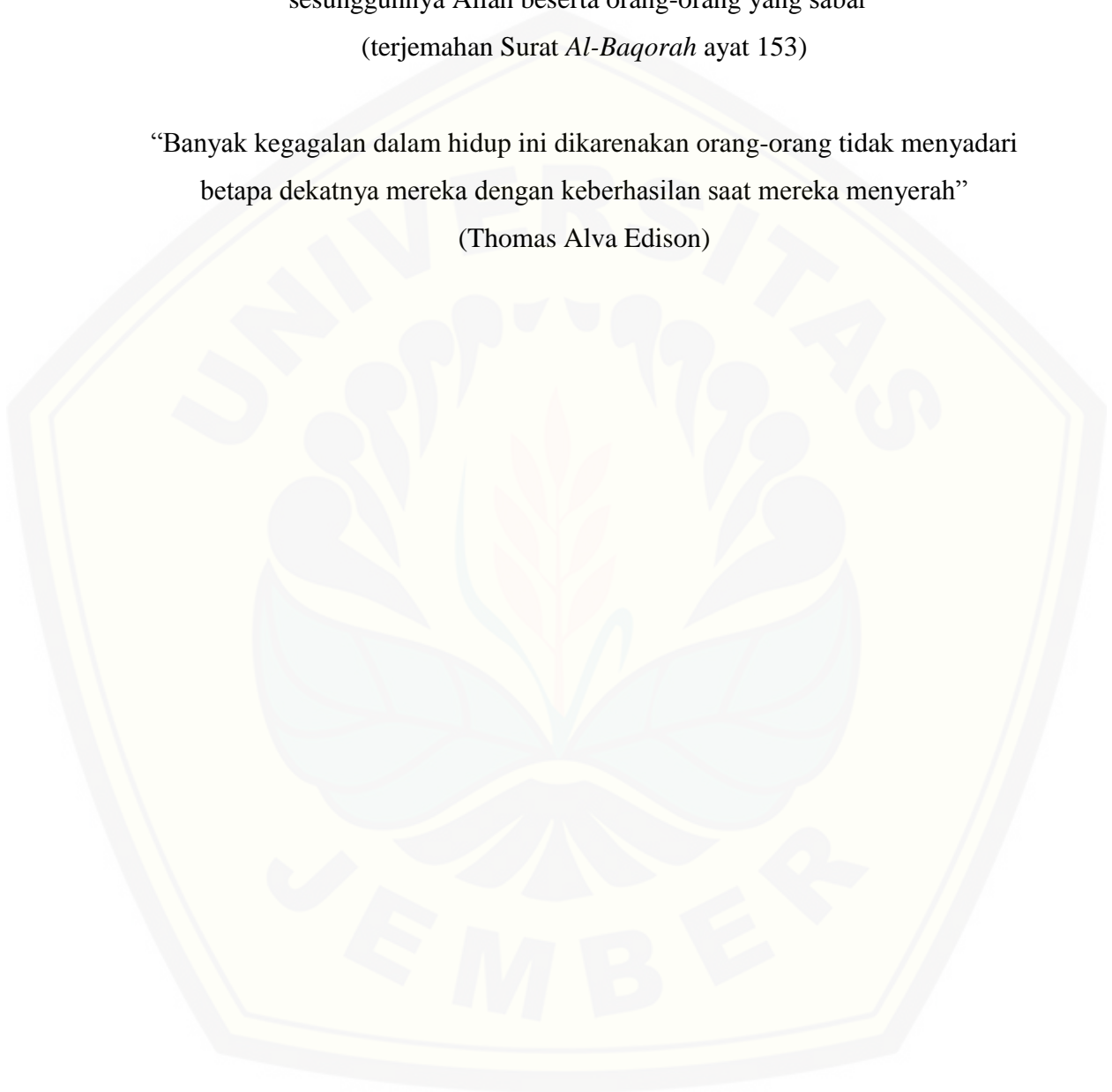
**MOTTO**

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu,  
sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(terjemahan Surat *Al-Baqorah* ayat 153)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari  
betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Nur Aziza

NIM : 131710201005

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: **Analisis Daya Tampung terhadap Beban Pencemaran Kali Jompo di Kecamatan Patrang-Kaliwates Kabupaten Jember menggunakan Persamaan *Streeter-Phelps*** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi, semua data dan hak publikasi Karya Ilmiah Tertulis ini ada pada Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2018

Yang menyatakan,

Siti Nur Aziza  
NIM 131710201005

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAYA TAMPUNG TERHADAP BEBAN  
PENCEMARAN KALI JOMPO DI KECAMATAN PATRANG -  
KALIWATES KABUPATEN JEMBER MENGGUNAKAN  
PERSAMAAN *STREETER- PHELPS***

Oleh:

Siti Nur Aziza

NIM 131710201005

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Analisis Daya Tampung terhadap Beban Pencemaran Kali Jompo di Kecamatan Patrang-Kaliwates Kabupaten Jember menggunakan Persamaan *Streeter-Phelps***” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 10 Januari 2018

Ternpat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.  
NIP. 197211301999032001

Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.  
NIP. 197311301999032001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Ir. Tasliman, M. Eng.  
NIP. 196208051993021002

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197112091998032001

Mengesahkan

Dekan

Dr. Siswoyo Soekarno, S. TP., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Analisis Daya Tampung terhadap Beban Pencemaran Kali Jompo di Kecamatan Patrang-Kaliwates Kabupaten Jember menggunakan Persamaan Streeter- Phelps;** Siti Nur Aziza, 131710201005; 2018: 51 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Sungai merupakan daerah yang dilalui air bergerak dari dulu ke hilir, dapat melalui permukaan atau bawah tanah. Salah satu sungai besar yang ada di Kabupaten Jember adalah sungai Bedadung. Sungai Bedadung memiliki banyak anak sungai, salah satunya adalah Kali Jompo. Kali Jompo berperan penting dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat sekitar. Aktivitas masyarakat sekitar akan menghasilkan limbah baik limbah domestik maupun limbah pertanian. Oleh karena itu, pengukuran daya tampung sungai perlu dilakukan untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menerima beban pencemaran. Penelitian ini bertujuan menentukan kelas mutu air, menghitung beban pencemaran, dan menghitung daya tampung Kali Jompo. Pengambilan sampel dilakukan di Kali Jompo yang berada Kecamatan Patrang sampai Kaliwates. Lokasi yang diambil yaitu Desa Gebang hingga Kaliwates dengan jarak tempuh sejauh 3,12 km. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juli 2017 di Kali Jompo dan sampel air dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Pengukuran daya tampung sungai dapat dilakukan dengan permodelan menggunakan metode *Streeter-Phelps*. Data yang dibutuhkan untuk pemodelan *Streeter-Phelps* yaitu debit aliran, *Dissolved Oxygen* (DO), dan *Biological Oxygen Demand* (BOD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kali Jompo memiliki DO sebesar 8,34 mg/l dan BOD sebesar 1,20 mg/l. Selain parameter DO dan BOD ada beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan kelas mutu air diantaranya parameter Total Padatan Tersuspensi (TSS), Total Padatan Terlarut (TDS), derajat keasaman (pH), dan suhu. Rata-rata parameter yang diukur yaitu TSS sebesar 67 mg/l, TDS sebesar 104,78 mg/l, pH sebesar 6,73 dan suhu sebesar 24,53 °C. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, bahwa nilai tersebut masuk ke dalam kriteria kelas II. Hasil pengukuran debit dan BOD dapat digunakan untuk menghitung beban pencemaran pada sungai. Hasil perhitungan menunjukkan beban pencemaran terbesar pada Kali Jompo berada pada titik keenam sebesar 394,80 kg/hari. Daya tampung Kali Jompo masih mampu menampung beban pencemaran. Berdasarkan hasil perhitungan persamaan *Streeter-Phelps* dapat diperoleh rata-rata nilai laju reaerasi sebesar 0,65 mg/l.hari, dan laju deoksigenasi sebesar 0,284 mg/l.hari sehingga diperoleh rata-rata waktu mencapai titik kritis (tc) 0,49 hari, letak kondisi kritis (xc) sebesar 14,34 km, dan pengurangan kandungan oksigen selama titik kritis (dc) sebesar 0,05 mg/l sehingga daya tampung Kali Jompo masih mampu menampung beban pencemaran.



## SUMMARY

**Analysis of Pollution Load Capacity at Jompo River in Patrang-Kaliwates, Jember District used Streeter-Phelps Equation;** Siti Nur Aziza, 131710201005; 2018: 51 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember

River is an area where moving of water from upstream to downstream, at surface or underground. One of the big river in Jember District is Bedadung River. Bedadung river has many tributary including Jompo River. Jompo River have an important role to supply the water needs. The human activities producing domestic waste and agricultural runoff. There for river capacity measurements need to be done to determine the river's ability to receive pollution loads. This research aims to determine the class of water quality, calculate pollution load, and calculate the capacity of Jompo River. Sampling was located in Patrang to Kaliwates Subdistrict. Sampling location was from Gebang to Kaliwates village with the distance was 3,12 kilometres. This research was done from Maret to July 2017 at the Jompo River and samples were analyzed in Laboratory of Environmental Control and Conservation Engineering, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology University Jember. River capacity measurement can be done with modeling using Streeter-Phelps method. Data was needed for Streeter-Phelps modeling were flow discharge, Dissolved Oxygen (DO), and Biological Oxygen Demand (BOD). The results showed that Jompo River had a biggest DO was 8.34 mg/l and BOD was 1.20 mg/l. Besides DO and BOD parameters there were several parameters used to determine the class of quality water including Suspended Solids (TSS), Total Dissolved Solids (TDS), acidity (pH), and temperature. The average of parameter had been measured TSS was 67 mg/l, TDS was 104,78 mg/l, pH was 6,73 and temperature was 24,53<sup>0</sup>C. Based on the Government Regulation of the Republic Indonesian Number 82 Year 2001, the water quality was included in class II criteria. The results of flow and BOD measurement can be used to calculate pollution load on the river. The result showed that the biggest pollution load on the Jompo River was at the sixth point with 394,80 kg/day. The capacity of the Jompo River still able to receive the pollution load. Based on the calculation of Streeter-Phelps equation can be obtained the average of reaeration rate was 0.65 mg/l.day, and deoxygenation rate was 0.284 mg/l.day so that been reached the average time of critical point (tc) was 0.49 days, location of critical point (Xc) was 14.34 km, and the reduction of oxygen content during the critical point (Dc) was 0.05 mg/l, so the capacity of Jompo River was still able to accommodated the pollution load.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Analisis Daya Tampung terhadap Beban Pencemaran Kali Jompo di Kecamatan Patrang-Kaliwates Kabupaten Jember menggunakan Persamaan *Streeter-Phelps*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusun skripsi tidak terlepas dari kendala-kendala yang ada, namun berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, perhatian serta bimbingan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota dan Ketua Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan yang telah banyak memberikan materi dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Ir. Tasliman, M. Eng. dan Sri Wahyuni S.T., M. T., Ph. D. selaku dosen penguji utama dan anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
4. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si., selaku Ketua Komisi Bimbingan yang telah memberikan saran dan kritik selama proses penyusunan skripsi ini;
5. seluruh teknisi laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian atas kerja samanya selama melaksanakan penelitian;
6. teman satu tim kualitas air yang telah membantu proses penelitian;
7. UK-PSM SHYMPHONY CHOIR yang telah memberikan pengalaman organisasi yang sangat berharga dalam setiap prosesnya;

8. teman-teman TEP 2013 khususnya TEP A 2013 yang telah memberikan bantuan, kakak-kakak dan adik-adik angkatan Fakultas Teknologi Pertanian UNEJ yang telah banyak berbagi pendapat dan memberikan semangat;
9. sahabat seperjuangan resa, affan, iqbal yang telah memberikan dukungan, motivasi, perhatian dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini;
10. sahabat-sahabat terbaikkku (Lina, Indri, Ayu) dan sahabat Kos Pondok Gading (Rosita, Yusi, Ina, Maulida, Pigy, Retta, Megger) yang tidak lelah memberikan dukungan, rasa kekeluargaan, bantuan, semangat, motivasi, do'a, pengalaman serta kebersamaan dan kebahagiaan;
11. Anggriawan Febriantiqo yang telah setia mendengar keluh kesah, memberikan motivasi dan memberikan semangat sampai terselesaikannya skripsi ini;
12. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat dibutuhkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2018

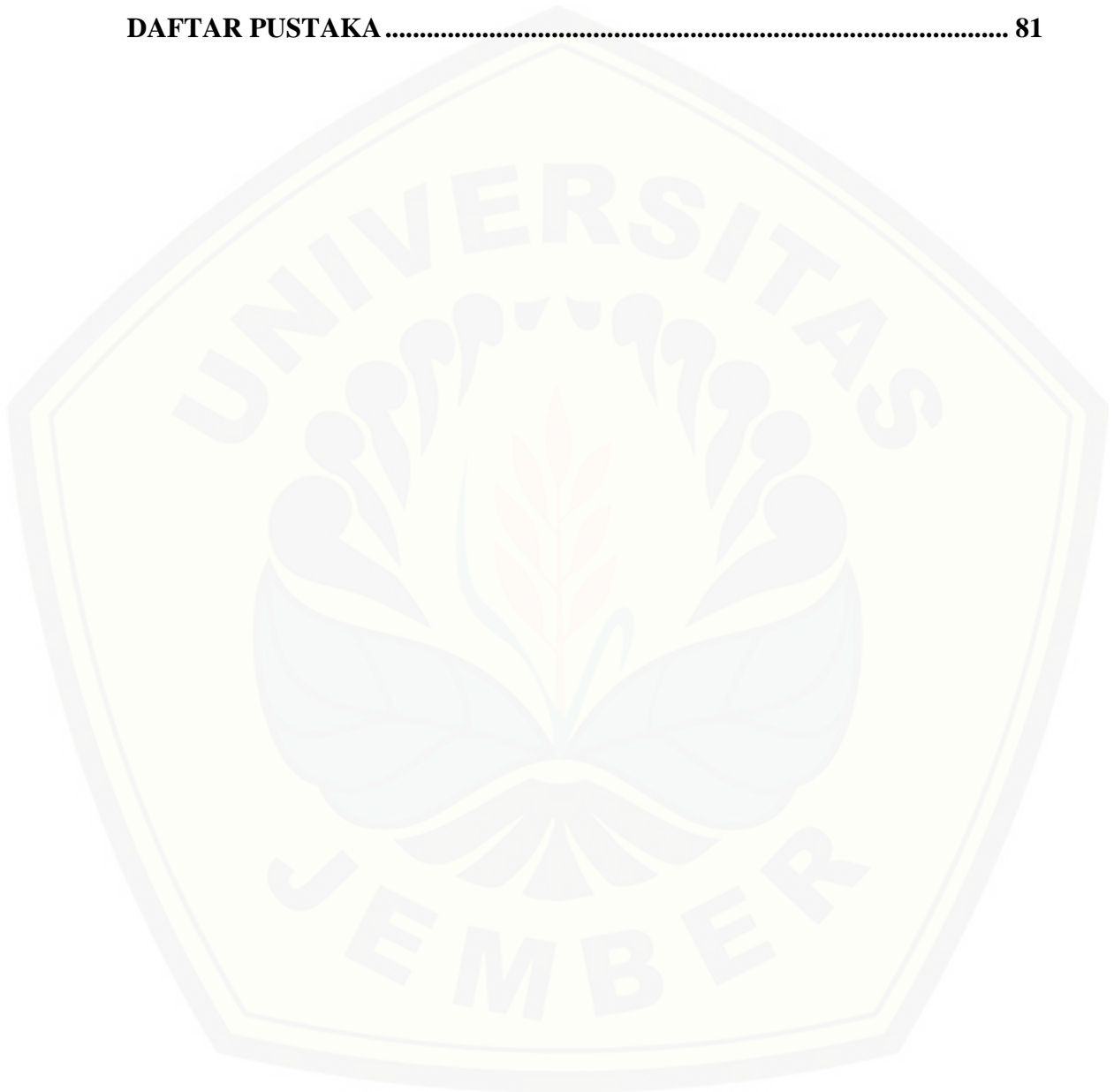
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Pencemaran Air Sungai</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 Sumber Pencemar Air</b> .....	<b>6</b>
2.3.1 Limbah Domestik .....	<b>6</b>
2.3.2 Limbah Pertanian .....	<b>6</b>
<b>2.4 Parameter Kualitas Air</b> .....	<b>7</b>
2.4.1 Suhu .....	<b>7</b>
2.4.2 <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i> .....	<b>7</b>
2.4.3 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i> .....	<b>8</b>
2.4.4 Zat Padatan Tersuspensi (TSS) .....	<b>9</b>

2.4.5 Total Padatan Terlarut (TDS) .....	9
2.4.6 <i>Power Hidrogen</i> (pH) .....	9
<b>2.5 Pengukuran Debit Air Sungai.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Beban Pencemaran .....</b>	<b>11</b>
<b>2.7 Daya Tampung Sungai dan Pemodelan Kualitas Air .....</b>	<b>12</b>
2.7.1 Proses Pengurangan Oksigen Terlarut (Deoksigenasi) .....	12
2.7.2 Proses Peningkatan Oksigen Terlarut (Reaerasi).....	13
2.6.3 Perhitungan Persamaan <i>Streeter-Phelps</i> .....	14
<b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>17</b>
3.1.1 Waktu Penelitian .....	17
3.1.2 Tempat Penelitian.....	17
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Alat .....	17
3.2.2 Bahan .....	18
<b>3.4 Metoda Pengumpulan Data.....</b>	<b>22</b>
3.4.1 Persiapan Penelitian .....	23
3.4.2 Pemilihan Lokasi dan Survei Lapang .....	23
3.4.3 Penentuan Batas Lokasi dan Pembagian Segmen.....	23
3.4.4 Pengukuran Debit.....	57
3.4.5 Pengambilan Sampel.....	57
3.4.6 Pengukuran Suhu .....	58
3.4.7 Pengukuran di Laboratorium.....	58
<b>3.5 Analisis Data .....</b>	<b>59</b>
3.5.1 Analisis Data Kualitas Air .....	59
3.5.2 Penentuan Beban Pencemaran .....	59
3.5.3 Penentuan Daya Tampung dengan Persamaan <i>Streeter Phelps</i> .....	60
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1 Kualitas Air Kali Jompo.....</b>	<b>61</b>
4.1.1 TSS Kali Jompo .....	64
4.1.2 TDS Kali Jompo.....	66
4.1.3 pH Kali Jompo .....	67
4.1.4 BOD dan DO Kali Jompo .....	68
<b>4.2 Beban Pencemaran Kali Jompo.....</b>	<b>70</b>

4.3 Daya Tampung Kali Jompo .....	72
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>80</b>
5.1 Kesimpulan .....	80
5.2 Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>81</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2. 1 Kelarutan Oksigen dalam Air .....	8
Tabel 2. 2 Posisi Titik Ketinggian Pengukuran Kecepatan Aliran Air .....	11
Tabel 2. 3 Konstanta <i>Current meter</i> berdasarkan Jumlah Putaran.....	11
Tabel 3. 1 Titik Lokasi Penelitian Kali Jompo .....	23
Tabel 3. 2 Penentuan Kedalaman dan Perhitungan Kecepatan Aliran.....	57
Tabel 4. 1 Kondisi Tata Guna Lahan di Kali Jompo.....	61
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kualitas Air Kali Jompo .....	64
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran DO dan BOD Kali Jompo .....	69
Tabel 4. 4 Data Debit, Konsentrasi BOD, dan Beban Pencemaran Kali Jompo...	71
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Laju Deoksigenasi dan Reaerasi.....	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2. 1 Pembagian Pias pada Penampang Sungai .....	10
2. 2 Kurva Karakteristik Defisit Oksigen .....	15
3. 1 Peta Daerah Aliran Sungai Kabupaten Jember .....	20
3. 2 Pembagian Titik pada Lokasi Penelitian.....	21
3. 3 Diagram Alir Penelitian .....	22
3. 4 Pembagian Titik pada Lokasi Penelitian.....	25
4. 1 Proses Penyaringan Sampel Air .....	65
4. 2 Hasil Pengukuran TSS .....	65
4. 3 Hasil Pengukuran TDS Kali Jompo .....	67
4. 4 Hasil Pengukuran pH di Kali Jompo.....	68
4. 5 Konsentrasi DO dan Konsentrasi BOD Kali Jompo .....	69
4. 6 Hubungan Debit Aliran, Konsentrasi BOD, dan Beban Pencemaran Kali Jompo.....	72
4. 7 Perbandingan Reaerasi dan Deoksigenasi.....	73
4. 8 Pola DO Teoritis di Kali Jompo dan Kurva Defisit Oksigen pada setiap Titik di Kali Jompo.....	75
4. 9 <i>Oxygen Sag Curve</i> di Kali Jompo .....	76
4. 10 Hubungan Beban Pencemaran terhadap Jarak setiap Titik.....	77
4. 11 Mekanisme <i>Self Purification</i> dan rata-rata DO Saturasi di Kali Jompo .....	78



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Penampang melintang ( <i>Cross Section</i> ).....	52
B. Data Pengukuran Debit .....	54
C. Data Pengukuran Suhu .....	57
D. Data Pengukuran pH .....	58
E. Data Pengukuran TDS (Zat Padatan Terlarut).....	59
F. Data Pengukuran TSS (Zat Padatan Tersuspensi) .....	60
G. Data Pengukuran DO, BOD, dan Beban Pencemaran .....	61
H. Penentuan Daya Tampung Sungai dengan Persamaan <i>Streeter Phelps</i> .....	70
I. Lokasi Penelitian.....	82
J. Pelaksanaan Penelitian .....	83
K. Pengukuran di Laboratorium.....	84
L. Peta Kabupaten Jember.....	85
M. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.....	86

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk yang kesehariannya tidak terlepas dari air, maka keterbatasan untuk memperoleh air sering membuat orang memanfaatkan sumber air yang ada. Salah satu sumber air yang dimanfaatkan manusia berasal dari sungai. Sungai merupakan daerah yang dilalui air bergerak dari hulu ke hilir, dapat melalui permukaan atau bawah tanah. Secara umum sungai bagian hulu dicirikan dengan sungai yang dangkal, sempit, tebing curam, berair jernih, dan mengalir cepat. Sungai bagian hilir umumnya lebih lebar, tebing curam, badan air dalam, keruh dan aliran lambat (Kordi dan Tancung, 2007:6). Sungai memiliki fungsi yang berbeda-beda. Di kota, sungai memiliki fungsi sebagai bahan baku air minum, pembuangan limbah, sarana rekreasi dan transportasi, sedangkan di daerah pegunungan, sungai dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik dan sebagai sumber air yaitu untuk penyediaan air minum, kebutuhan industri, kebutuhan irigasi dan lain-lain (Sosrodarsono dan Tominaga, 1994:1-6).

Wilayah Jember memiliki beberapa sungai besar yang dimanfaatkan untuk kegiatan sehari-hari. Salah satu sungai besar di Kabupaten Jember adalah Sungai Bedadung. Sungai Bedadung memiliki banyak anak sungai yang memiliki *oulet* di Sungai Bedadung, di antaranya adalah Kali Jompo. Kali Jompo memegang peranan penting bagi kehidupan warga kota Jember khususnya bagi warga masyarakat kecamatan Patrang, Sumbersari dan Kaliwates.

Dalam Peraturan Daerah Kabupaten Jember, Nomor 1 Tahun 2015 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Kabupaten Jember Tahun 2015-2035 dinyatakan bahwa rencana sistem kegiatan di Wilayah Kecamatan Patrang dan Sumbersari akan dijadikan sebagai sistem perkotaan. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan aktivitas masyarakat yang beragam, potensi pencemaran Kali Jompo menjadi meningkat. Pertambahan jumlah penduduk ini disebabkan

oleh beberapa faktor, satu di antaranya adalah angka kelahiran yang lebih besar dibandingkan dengan angka kematian.

Jumlah penduduk Kabupaten Jember mencapai 2.369.250 jiwa, dua dari tiga kecamatan yang memiliki kepadatan tertinggi yaitu Kecamatan Patrang dan Kaliwates. Kecamatan Patrang dengan tingkat kepadatan 2.553,96 jiwa/km<sup>2</sup> dan Kaliwates dengan kepadatan 4.485,20 jiwa/km<sup>2</sup> (Dinas Pemerintah Kabupaten Jember, 2016 :48). Kepadatan penduduk ini mempengaruhi jumlah limbah yang dihasilkan, dengan adanya masukan limbah dari kegiatan yang dilakukan masyarakat seperti mencuci, mandi, dan sebagai tempat pembuangan yang dapat mencemari sungai sehingga menyebabkan permasalahan pada sungai. Oleh karena itu seiring dengan banyaknya aktivitas masyarakat yang beragam, potensi pencemaran di Kali Jompo menjadi semakin meningkat. Sehingga, untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menerima beban pencemaran perlu dilakukan penentuan daya tampung sungai.

Penentuan daya tampung dapat dilakukan dengan pemodelan menggunakan model matematis kualitas air pada persamaan *Streeter Phelps* (Astono *et al*, 2008). Persamaan *Streeter Phelps* terbatas pada dua fenomena yaitu deoksigenasi (pengurangan oksigen) dan reaerasi (penambahan oksigen) berdasarkan parameter DO dan BOD agar dapat dihitung laju reaerasi, deoksigenasi, dan kurva penurunan oksigen (Hendrasarie dan Cahyarani, Tanpa Tahun). Penentuan daya tampung di Kali Jompo dengan persamaan *Streeter-Phelps* ini pernah dilakukan sebelumnya tetapi pada segmen yang berbeda yaitu berada pada Kali Jompo bagian hilir (Ekayanti, 2014). Berdasarkan penelitian Ramadhani *et al*. (Tanpa Tahun) penentuan titik lokasi pada persamaan *Streeter Phelps* dengan sumber limbah menyebar (*non point source*) dapat dilakukan dengan pembagian jarak yang sama pada setiap titiknya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi kualitas air di Kali Jompo Kecamatan Patrang-Kaliwates berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001?
2. Bagaimana beban pencemaran di Kali Jompo Kecamatan Patrang-Kaliwates?
3. Bagaimana daya tampung Kali Jompo Kecamatan Patrang-Kaliwates menggunakan persamaan *Streeter-Phelps* berdasarkan parameter DO dan BOD?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ruang lingkup permasalahan pencemaran air di Kali Jompo hanya dibatasi pada pengukuran debit, TDS, TSS, pH, DO, dan BOD pada 6 titik lokasi pengamatan, dengan pengambilan sampel air sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap titiknya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis beban pencemaran dan daya tampung sungai menggunakan persamaan *Streeter-Phelps*. Pengambilan sampling dilakukan musim hujan pada bulan Maret tahun 2017.

## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Menganalisis kualitas air Kali Jompo dan menentukan kelas mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001.
2. Menghitung beban pencemaran di setiap titik Kali Jompo berdasarkan parameter BOD.
3. Menghitung daya tampung Kali Jompo berdasarkan persamaan *Streeter-Phelps*.

### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kondisi kualitas air di Kali Jompo dan meningkatkan kesadaran masyarakat dalam mengurangi dampak pencemaran sungai serta mengetahui kemampuan sungai dalam menerima beban pencemaran.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS merupakan suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi yang digunakan sebagai tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Bagian yang tersentuh aliran air disebut alur sungai dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai. Mulai dari mata air hulu pegunungan dalam perjalanannya ke hilir di daerah dataran, aliran sungai berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya. Sungai yang bermuara di danau atau di laut terdiri atas beberapa cabang. Apabila terdapat sungai yang melebihi dua cabang, maka sungai yang pengaliran, panjang dan volumenya paling besar disebut sungai utama (*main river*), sedangkan cabang-cabang lainnya disebut anak sungai (*tributary*). Jika sungai membentuk beberapa buah cabang sebelum sampai di outlet sungai maka disebut cabang sungai (Masateru *et al.*, 1985:1).

### 2.2 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82, 2001:2).

Sumber pencemar (polutan) dapat berupa suatu lokasi tertentu (*point source*) atau tak tentu/tersebar (*non point source*). Sumber pencemar *point source* misalnya cerobong asap pabrik, dan saluran limbah industri. Sedangkan untuk sumber pencemar *non point source* dapat berupa *point source* dalam jumlah yang banyak. Misalnya, limpasan dari daerah pertanian, yang mengandung pestisida dan pupuk, limpasan dari pemukiman (domestik), dan limpasan dari daerah perkotaan. Beban pencemar (polutan) adalah bahan-bahan yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut (Effendi, 2003:195-196).

## 2.3 Sumber Pencemar Air

Ada beberapa sumber yang menyebabkan terjadinya pencemaran air antara lain limbah rumah tangga (limbah domestik), dan limbah pertanian adalah sebagai berikut.

### 2.3.1 Limbah Domestik

Limbah domestik adalah semua buangan yang berasal dari kamar mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian, cuci peralatan rumah tangga, apotik, rumah sakit, rumah makan, hotel dan sebagainya yang secara kuantitatif limbah tersebut terdiri dari zat organik berupa padat atau cair, bahan berbahaya, beracun (B3), garam terlarut, dan bakteri (Sastrawijaya, 2009:123). Aktivitas manusia terutama di perkotaan memberikan kontribusi yang tinggi dalam pencemaran air. Laju pertumbuhan penduduk yang tidak terkendali mengakibatkan laju pencemaran melampaui laju kemampuan alam untuk melakukan pemurnian. Menumpuknya sampah organik dan anorganik di pinggir-pinggir sungai, terutama di daerah perkotaan (Sudarmadji, 2004:122).

### 2.3.2 Limbah Pertanian

Penggunaan pupuk buatan yang berlebihan oleh para petani dapat menyebabkan peningkatan kesuburan ekosistem perairan. Pupuk tidak dikonsumsi oleh tumbuhan akan diserap oleh koloid tanah, apabila pupuk tersebut terlarut dapat terbuang bersama aliran air sawah dan air permukaan lainnya ke sungai, kolam, waduk dan danau. Pupuk ini menjadi polutan yang kaya akan unsur hara mineral, yang dapat menyebabkan tumbuhan air berkembang sangat cepat.

Selain pupuk, bahan kimia pertanian seperti insektisida, disinfektan, dan herbisida yang digunakan petani secara berlebihan dan terus menerus dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Selain membunuh hama dan penyakit tanaman pertanian, insektisida juga dapat mematikan organisme lain yang sebenarnya bermanfaat dalam membantu proses penyerbukan atau sebagai serangga predator hama (Sudarmadji, 2004: 122-123).

## 2.4 Parameter Kualitas Air

Mutu air merupakan kondisi kualitas air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter dan metode tertentu (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82, 2001:2). Pengujian kualitas air sungai dapat dilakukan dengan cara pengukuran secara langsung di lapang dan laboratorium dengan serangkaian pengujian parameter untuk mengetahui mutu air. Beberapa parameter kualitas air adalah sebagai berikut.

### 2.4.1 Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme di perairan dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Perubahan suhu yang ekstrim dapat menyebabkan kematian pada biota air tertentu. Selain itu, suhu erat kaitannya dengan konsentrasi oksigen terlarut. Suhu berbanding terbalik dengan konsentrasi jenuh oksigen terlarut dan berbanding lurus dengan konsumsi oksigen biota air (Kordi dan Tancung, 2007:58).

### 2.4.2 Biological Oxygen Demand (BOD)

*Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) bahan organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air. Proses oksidasi tersebut membutuhkan dua hari untuk mengoksidasi zat organik sebesar 50%, lima hari sebesar 75%, dan dua puluh hari sebesar 100% dengan temperatur 20<sup>0</sup>C (Alaerts dan Santika, 1987:159-160).

Menurut Alaerts dan Santika (1987:171) persamaan yang digunakan dalam perhitungan BOD<sub>5</sub> sebagai berikut.

$$BOD_5 \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1 - P)}{P} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- BOD<sub>5</sub> = Kebutuhan Oksigen Biologi (mg/l)
- X<sub>0</sub> = OT sampel pada saat t = 0 (mg O<sub>2</sub>/l)
- X<sub>5</sub> = OT sampel pada saat t = 5 (mg O<sub>2</sub>/l)
- B<sub>0</sub> = OT blanko pada saat t = 0 (mg O<sub>2</sub>/l)
- B<sub>5</sub> = OT blanko pada saat t = 5 (mg O<sub>2</sub>/l)
- P = derajat pengenceran



2.4.3 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut di dalam air berasal dari udara dan dari proses fotosintesis tumbuhan air. Terlarut oksigen di dalam air bergantung pada temperatur, tekanan barometrik udara, dan kadar mineral di dalam air. Ada 2 metode yang banyak digunakan untuk analisa oksigen terlarut yaitu menggunakan metode titrasi dengan cara winkler dan metode elektrokimia dengan DO-meter menggunakan sebuah elektroda membran Menurut Alaerts dan Santika (1987:171-175). Untuk menghitung oksigen terlarut menggunakan metode titrasi dengan cara winkler dapat menggunakan persamaan berikut.

$$OT = \frac{a.N.8000}{V-4} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

- OT = oksigen terlarut (mg/l);
- a = volum titran natriumtiosulfat (ml);
- N = normalitas larutan natriumtiosulfat (ek/l);
- V = volum botol Winkler (ml).

Kelarutan oksigen di dalam air tergantung suhu yang ada di dalam sungai. Pada suhu yang tinggi dimana terjadi kerja bakteri yang paling cepat, maka kelarutan oksigen akan menurun. Oleh karena itu, kondisi suatu aliran yang terkena pencemaran akan lebih jelek pada cuaca panas khususnya bila berhadapan dengan masa air rendah (Linsley dan Franzini, 1979:263-264). Tabel 2.1 adalah standart kelarutan oksigen di air yang bergantung pada suhu.

Tabel 2. 1 Kelarutan Oksigen dalam Air

Suhu		Oksigen Terlarut	Suhu		Oksigen terlarut
°C	°F	mg/l	°C	°F	mg/l
0	32,0	14,6	16	60,8	10,0
2	35,6	13,8	18	64,4	9,5
4	39,2	13,1	20	68,8	9,2
6	42,8	12,5	22	71,6	8,8
8	46,4	11,9	24	75,2	8,5
10	50,0	11,3	26	78,8	8,2
12	53,6	10,8	28	82,4	7,9
14	57,6	10,3	30	86,0	7,6

Sumber : (Linsley dan Franzini 1979:264)

## 2.4.4 Zat Padatan Tersuspensi (TSS)

Zat padatan tersuspensi adalah padatan tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. Metode yang dipakai sering dipakai dalam pengukuran TSS ini yaitu menggunakan metode gravimetri dimana didasarkan pada pengukuran selisih berat kertas saring awal dengan berat kertas saring yang telah disaring.

(Alaerts dan Santika, 1987:143). Dalam menghitung TSS dapat menggunakan persamaan (2.3).

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{a-b}{c} \times 1000 \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

a = berat kertas saring + endapan (mg);

b = berat kertas saring (mg);

c = volume sampel (ml).

## 2.4.5 Total Padatan Terlarut (TDS)

Total padatan terlarut (TDS) adalah bahan-bahan terlarut ( $<10^{-6}$ ) dan koloid (diameter  $1-10^{-6}$  mm –  $10^{-3}$  mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter  $0,45\mu\text{m}$ . TDS biasanya disebabkan oleh bahan organik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan. Nilai TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik dan industri) (Effendi, 2003: 63).

## 2.4.6 *Power Hidrogen* (pH)

pH adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. pH juga merupakan suatu cara untuk menyatakan konsentrasi ion  $\text{H}^+$ . Air dengan pH di atas 7 bersifat asam sedangkan pH di bawah 7 bersifat basa. Nilai pH air dapat diukur dengan Potensiometer dengan mengukur potensi listrik yang dibangkitkan oleh ion-ion  $\text{OH}^-$  atau dapat menggunakan alat pH meter (Fardiaz, 1992: 52). Dalam menentukan pH air dapat menggunakan alat ukur pH meter. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5 (Effendi, 2003).

### 2.5 Pengukuran Debit Air Sungai

Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (*cross section*). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air. Luas penampang diukur dengan menggunakan *current meter*. Pelaksanaan pengukuran debit, terlebih dahulu dilakukan pembuatan profil sungai. Pembuatan profil sungai dapat dilakukan dengan mengukur lebar sungai, membagi lebar sungai menjadi 10-20 bagian dengan interval jarak yang sama, mengukur kedalaman air pada setiap interval dengan menggunakan tongkat (Rahayu *et al.*, 2009:25-26). Persamaan yang digunakan untuk perhitungan sebagai berikut.

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- Q = debit air (m<sup>3</sup>/detik)
- V = kecepatan arus (m/detik)
- A = luas penampang (m<sup>3</sup>)

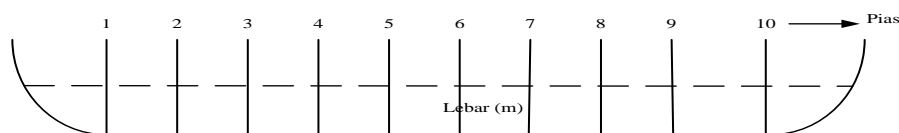
Debit air adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang pada titik tertentu persatuan waktu, pada umumnya dinyatakan dalam m<sup>3</sup>/detik. Pengukuran debit dapat dilakukan dengan pengukuran menggunakan *current meter*. Persamaan yang digunakan dalam pengukuran debit dengan menggunakan *current meter* adalah sebagai berikut.

$$V = aN + b \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

- V = Kecepatan aliran air (m/detik)
- a dan b = Konstanta *current meter* menurut tipe alat
- N = Jumlah putaran baling-baling (putaran/detik)

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada setiap pias seperti Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 1 Pembagian Pias pada Penampang Sungai

Pengukuran ditentukan pada posisi tertentu yang berdasarkan kedalaman alirannya. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan kemudian dirata-rata untuk mendapatkan nilai kecepatan setiap pias. Kedalaman air berpengaruh terhadap penetapan pengukuran alat menggunakan *current meter*. Posisi ketinggian dari dasar menuju permukaan (kedalaman) telah ditetapkan berdasarkan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Posisi Titik Ketinggian Pengukuran Kecepatan Aliran Air

No	Kedalaman Air (d) m	Kedalaman Pengukuran	V rata-rata (m/detik)
1.	0-0,6	0,6 d	$V = V_{0,6}$
2.	0,6 – 3,0	0,2 d dan 0,8 d	$V = 0,5 (V_{0,2d} + V_{0,8d})$
3.	3,0–6,0	0,2 d, 0,6 d dan 0,8 d	$V = 0,25 (V_{0,2d} + V_{0,6d} + V_{0,8d})$
4.	> 6	S. 0,2 d, 0,6 d, 0,8 d dan B	$V = 0,1 (V_{SC} + 3V_{0,2} + 2V_{0,6} + 3V_{0,8} + V_b)$

Sumber : Rahayu *et al.*, (2009:30)

Konstanta *current meter* yang digunakan bergantung pada banyaknya putaran baling-baling. Baling-baling yang digunakan yaitu dengan diameter 125 mm. Berikut konstanta *current meter* berdasarkan jumlah putaran dengan diameter baling-baling 125 mm.

Tabel 2. 3 Konstanta *Current meter* berdasarkan Jumlah Putaran

No	N (Putaran)	Persamaan Kecepatan Aliran (m/detik)
1.	$0,26 < N < 0,97$	$V = 0,034 + 0,00991 N$
2.	$0,97 < N < 4,71$	$V = 0,023 + 0,1105 N$
3.	$4,71 < N < 27,86$	$V = 0,039 + 0,1071 N$

Sumber: Rahayu *et al* (2009:30)

## 2.6 Beban Pencemaran

Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82, 2001:2). Kemampuan air dalam menerima beban pencemaran berbeda-beda bergantung pada kondisi lingkungan dan kualitas air itu sendiri. Menurut

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 122 (2004:4) beban pencemaran dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Beban Pencemaran} = \text{konsentrasi parameter} \times \text{debit air limbah} \dots \dots \dots (2.6)$$

## 2.7 Daya Tampung Sungai dan Pemodelan Kualitas Air

Daya tampung beban pencemaran merupakan kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi tercemar (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82, 2001:2). Perhitungan daya tampung dapat dilakukan dengan pemodelan. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 (2003: 122) pertimbangan yang dipakai pada pemodelan tersebut adalah kebutuhan oksigen pada kehidupan air untuk mengukur terjadinya pencemaran di badan air. Pemodelan sungai diperkenalkan oleh Streeter dan Phelps pada tahun 1925 menggunakan persamaan kurva penurunan oksigen (*oxygen sag curve*) dengan metode pengelolaan kualitas air ditentukan berdasarkan defisit oksigen kritis  $D_c$ .

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 (reaerasi) yang disebabkan turbulensi yang terjadi pada aliran sungai (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110, 2003:8).

### 2.7.1 Proses Pengurangan Oksigen Terlarut (Deoksigenasi)

Kandungan oksigen dalam air akan mengalami penurunan akibat masuknya zat pencemar ke dalam air. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 (2003:122) bahwa persamaan yang digunakan untuk menghitung proses pengurangan oksigen terlarut (deoksigenasi) sebagai berikut.

$$dL/dt = -K' \times L \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

- $dL/dt$  = jumlah kebutuhan oksigen setelah waktu  $t$
- $L_t$  = konsentrasi senyawa organik (mg/l)
- $t$  = waktu (hari)
- $K'$  = konstanta reaksi orde satu ( $\text{hari}^{-1}$ )

Jika konsentrasi awal senyawa organik sebagai BOD adalah  $L_0$  yang dinyatakan sebagai BOD ultimat dan  $L_t$  adalah BOD pada saat  $t$ , maka hasil integrasi persamaan (2.7) dinyatakan sebagai berikut.

$$L_t = L_0 \cdot e^{-k't} \dots\dots\dots(2.8)$$

Laju deoksigenasi akibat senyawa organik dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$r_D = -K' \times L \dots\dots\dots(2.9)$$

Jika  $L$  diganti dengan  $L_0 \cdot e^{-k't}$ , persamaan (2.9) menjadi:

$$r_D = -K' \times L_0 \cdot e^{-k't} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

$r_D$  = laju deoksigenasi (mg/l hari)

$L_0$  = BOD ultimat pada titik pencampuran (mg/l)

Nilai BOD ultimat pada temperatur dapat ditentukan dari nilai  $BOD_{20}^5$ , yaitu BOD yang ditentukan pada temperatur 20 °C selama lima hari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L_0 = BOD_{20}^5 / (1 - e^{-5k'}) \dots\dots\dots (2.11)$$

### 2.7.2 Proses Peningkatan Oksigen Terlarut (Reaerasi)

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 (2003:122-123) bahwa kandungan oksigen dalam air akan menerima tambahan akibat turbulensi sehingga berlangsung perpindahan oksigen dari udara ke air. Proses ini disebut dengan proses reaerasi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung proses peningkatan oksigen terlarut (reaerasi) sebagai berikut.

$$r_R = K'2 (C_s - C) \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

$r_R$  = laju reaerasi (mg/l hari<sup>-1</sup>)

$K'2$  = konstanta reaerasi (hari<sup>-1</sup>)

$C_s$  = konsentrasi oksigen terlarut jenuh (mg/l)

$C$  = konsentrasi oksigen terlarut (mg/l)

Konstanta reaerasi dapat diperkirakan dengan menentukan karakteristik aliran dan menggunakan salah satu persamaan empirik. Persamaan *O'Conner* dan *Dobbins* adalah persamaan yang umum digunakan untuk menghitung konstanta reaerasi ( $K'2$ ).

$$K'2 = \frac{294 (D_L U)^{1/2}}{H^{3/2}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

- D<sub>L</sub> = koefisien difusi molekular untuk oksigen (m<sup>2</sup>/hari)
- U = kecepatan aliran rata-rata (m/detik)
- H = kedalaman rata-rata (m)

Variasi koefisien difusi molekular terhadap temperatur dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$D_{LT} = 1.760 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{d} \times 1.037^{T-20} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

- D<sub>LT</sub> = koefisien difusi molekular oksigen pada temperatur T (m<sup>2</sup>/hari)
- 1.760 x 10<sup>-4</sup> = koefisien difusi molekular oksigen pada 20 °C
- T = temperatur (°C)

### 2.6.3 Perhitungan Persamaan Streeter-Phelps

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110, (2003:124-125) bahwa dalam pemodelan *Streeter-Phelps*, nilai K' dan K<sub>2</sub>' merupakan fungsi temperatur yang nilai konstantanya bergantung pada temperatur sungai, sehingga persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$K'_T = K'_{20} (1,047)^{T-20} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$K'_{2T} = K'_{2(20)} (1,016)^{T-20} \dots\dots\dots (2.16)$$

Suatu metode pengelolaan air dapat dilakukan atas dasar defisit oksigen kritik DC, yaitu kondisi deficit DO terendah yang dicapai akibat beban yang diberikan pada aliran. Persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$Dc = \frac{K'}{K'2} Lo e^{-K' \times tc} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

- tc = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik kritis
- Lo = BOD ultimate pada aliran hulu setelah pencampuran (mg/l)

$$tc = \frac{1}{K'2 - K'} \log \frac{K'2}{K'} \left\{ 1 - \left\{ \frac{Dc(K'2 - K')}{K'Lo} \right\} \right\} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$Xc = tc \times v \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan:

- tc = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik kritis
- Xc = letak kondisi kritis
- Lo = BOD<sub>5</sub> (mg/l)

- v = Kecepatan aliran (m/s)
- Do = Defisit Oksigen pada t = 0 (mg/l)
- K' = Konstanta deoksigenasi (hari<sup>-1</sup>)
- K<sub>2</sub>' = Konstanta reaerasi (hari<sup>-1</sup>)

Perhitungan defisit oksigen (D) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$D = C_s - C \dots \dots \dots (2.20)$$

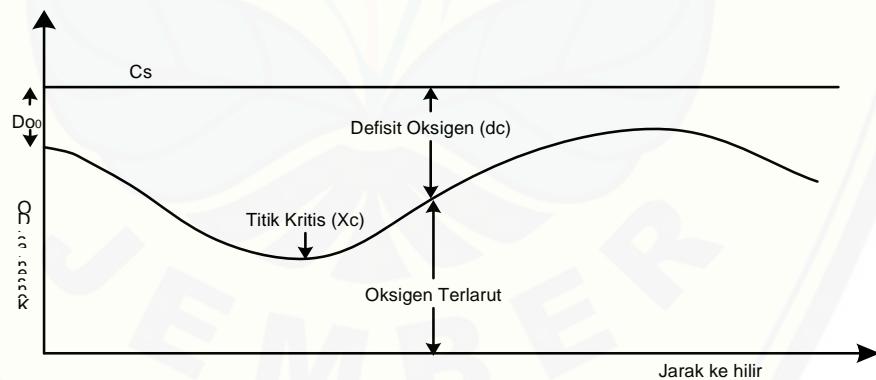
Jika t = 0, D = Do maka defisit oksigen pada waktu tertentu dihitung dengan persamaan berikut.

$$D_t = \frac{K' L_0}{K'_2 - K'} (e^{-k't} - e^{-k'_2 t}) + D_0 e^{-k't} \dots \dots \dots (2.21)$$

Keterangan:

- D = Defisit oksigen (mg/l)
- Dt = defisit oksigen pada waktu t (mg/l)
- Cs = konsentrasi oksigen terlarut jenuh (mg/l)
- C = konsentrasi oksigen terlarut (mg/l)

Persamaan 2.21 merupakan persamaan *Streeter-Phelps Oxygen-Sag* yang biasa digunakan pada analisis sungai. Gambar kurva *oxygen-sag* ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 2 Kurva Karakteristik Defisit Oksigen berdasarkan Persamaan *Streeter-Phelps* (Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 (2003- 124)

Hasil dari pemodelan *Steeter-Phelps* adalah kurva penurunan oksigen (*oxygen sag curve*). Dari kurva ini dapat diketahui beberapa zona *self purification*. Berikut zona *self purification* menurut Das *et al.* (2016:598).



- 1) Zona Degradasi : zona degradasi terjadi pada lokasi pembuangan limbah ke dalam sungai. Zona ini ditandai dengan berubahnya warna air menjadi lebih keruh dan bentuknya endapan di dasar saluran.
- 2) Zona Dekomposisi Aktif : zona kekomposisi dimulai pada daerah sumber pencemar. Limbah yang mengalir akan dioksidasi oleh bakteri aerobik. Zona ini ditandai dengan berkurangnya kandungan oksigen.
- 3) Zona Pemulihan : zona pemulihan dicirikan dengan meningkatnya kandungan oksigen terlarut pada sungai. Pada zona ini air menjadi lebih jernih.
- 4) Zona Air Bersih : zona air bersih dicirikan dengan air yang bersih dan memiliki kandungan oksigen terlarut yang bagus.

Penentuan daya tampung beban pencemaran pada masing-masing sungai disesuaikan dengan kelas mutu air menurut Peraturan Daerah. No.2 Tahun 2008. Sesuai peruntukan sungai yang dimanfaatkan untuk aktivitas sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan irigasi, maka batas DO minimum yang diizinkan yaitu sesuai dengan baku mutu air kelas dua dengan DO minimum 4 mg/l.

## BAB 3. METODOLOGI

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada waktu dan tempat sebagai berikut.

#### 3.1.1 Waktu Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada bulan Maret–Juli 2017.

#### 3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dibedakan menjadi dua bagian yaitu sebagai berikut.

##### a. Tempat Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di Kali Jompo Kecamatan Patrang sampai Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember, dengan pengukuran debit, suhu, dan pengambilan sampel. Seperti yang disajikan pada Gambar 3.2.

##### b. Tempat Pengujian Parameter

Pengujian parameter pH, TSS, TDS, DO dan BOD dilakukan di laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu alat yang digunakan di lapangan dan di laboratorium. Berikut alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini.

#### 3.2.1 Alat

##### a. Peralatan di lapang, terdiri atas:

- 1) kamera digital, digunakan untuk dokumentasi kegiatan penelitian;
- 2) 1 set *current meter*, digunakan untuk mengukur kecepatan dan debit aliran;
- 3) meteran, digunakan untuk mengukur panjang pias dan lebar sungai setiap titik;
- 4) tali rafia, digunakan untuk pembagian pias pada pengukuran debit;
- 5) botol sampel, digunakan untuk pengambilan sampel air Kali Jompo;

- 6) kotak pendingin (*cool box*), digunakan untuk penyimpanan sampel agar suhunya tetap terjaga;
- 7) tali tampar, digunakan untuk membentangkan pias pada sungai;
- 8) pasak besi, digunakan untuk menancapkan tali tampar ke bibir sungai;
- 9) *stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu yang dihasilkan dari kecepatan aliran air;
- 10) *Global Positioning Satellite* (GPS), digunakan untuk mengetahui koordinat setiap titik lokasi penelitian;
- 11) Termometer, digunakan untuk mengukur suhu air Kali Jompo;

b. Peralatan di laboratorium, terdiri atas:

- 1) botol winkler 250 ml;
- 2) erlenmeyer 1000 ml;
- 3) pipet volumetrik 100 ml;
- 4) buret 25 ml dan 500 ml;
- 5) corong;
- 6) bola hisap;
- 7) pipet suntik;
- 8) pH meter;
- 9) TDS meter;
- 10) desikator;
- 11) timbangan analitik;
- 12) oven;
- 13) kertas saring ukuran 0,45  $\mu\text{m}$ .

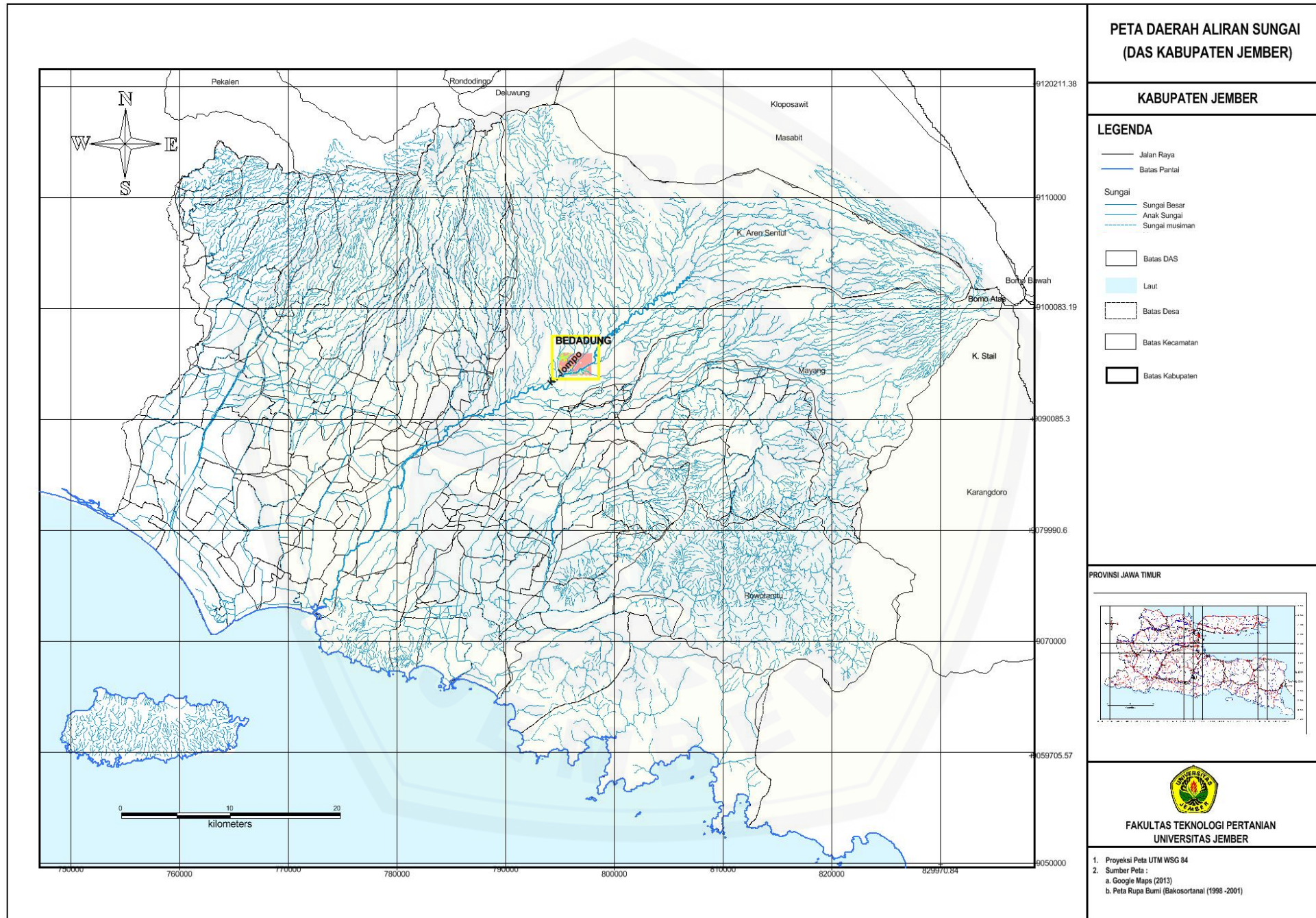
### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

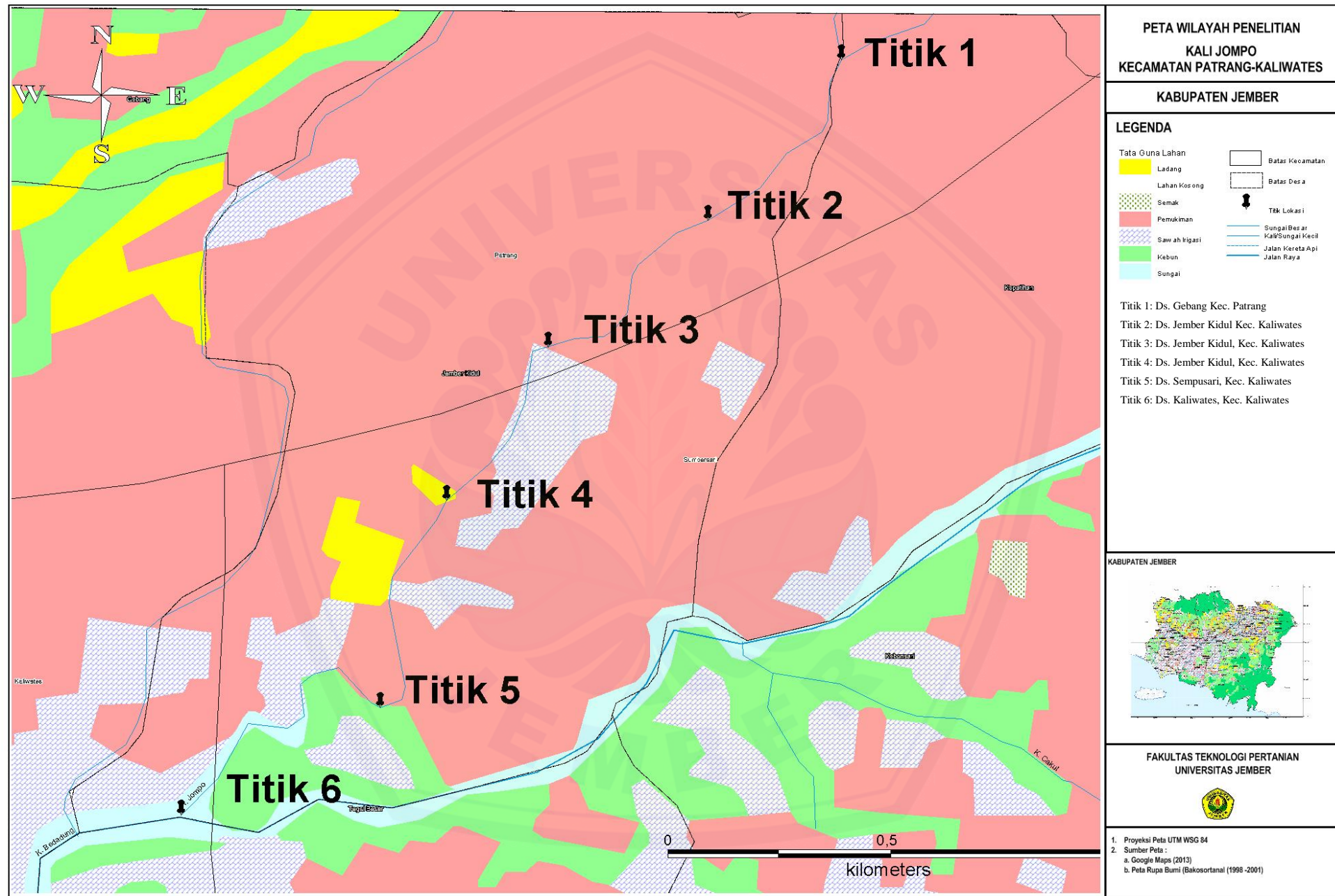
- a. Sampel air Kali Jompo.
- b. Aquades.
- c.  $\text{MnSO}_4$ .
- d. Alkali-iodida-azida.

- e.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N.
- f. Amilum.
- g. Tio sulfat 0,025 N.





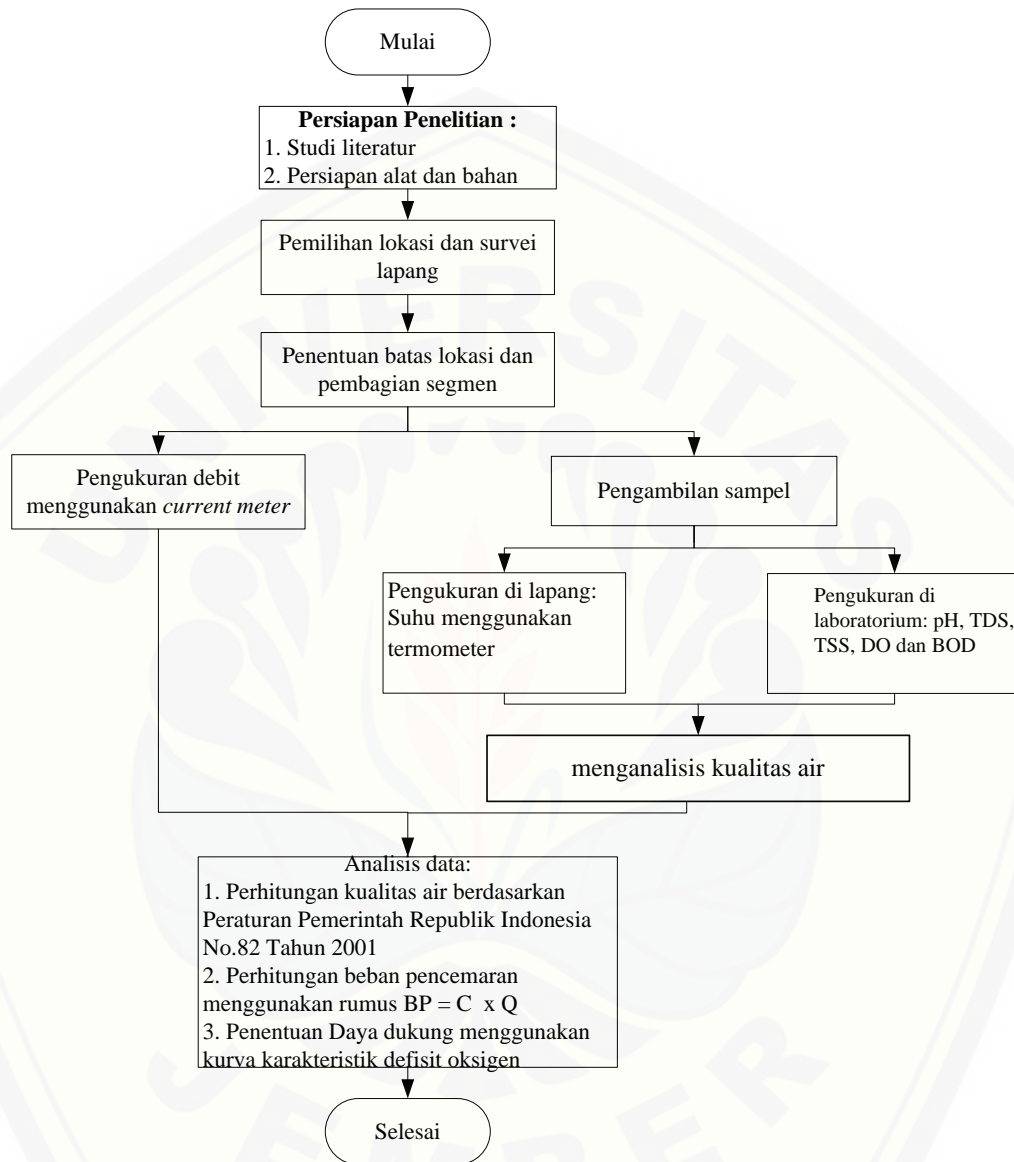
Gambar 3. 1 Peta Daerah Aliran Sungai Kabupaten Jember



Gambar 3. 2 Pembagian Titik pada Lokasi Penelitian

### 3.3 Tahapan Penelitian

Diagram alir tahap penelitian disajikan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Metoda Pengumpulan Data

Pada metode pengumpulan data, data yang diambil berupa data primer. Data primer didapatkan dari hasil pengukuran baik di lapang maupun di laboratorium. Data lapang berupa survei lokasi penelitian, pengukuran debit dan suhu di sungai. Sedangkan untuk data laboratorium diperoleh dari pengukuran kualitas air. Beberapa tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

### 3.4.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dilakukan studi literatur yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan. Setelah mendapatkan materi dari berbagai sumber, selanjutnya melakukan persiapan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian guna menganalisis beban pencemaran dan daya tampung sungai yang digunakan untuk survei lokasi di lapang.

### 3.4.2 Pemilihan Lokasi dan Survei Lapang

Penentuan lokasi dan survei lapang bertujuan untuk melihat kondisi daerah sekitar aliran sungai. Survei lokasi penelitian sangat penting untuk merencanakan kemungkinan resiko dalam pelaksanaan penelitian. Lokasi penelitian berada di Kali Jompo Kecamatan Patrang-Kaliwates Kabupaten Jember. Pengambilan titik lokasi dilakukan setelah percabangan anak sungai yang masuk ke sungai utama tepatnya di Desa Gebang, Kecamatan Patrang. Lokasi setiap titik penelitian disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1Titik Lokasi Penelitian Kali Jompo

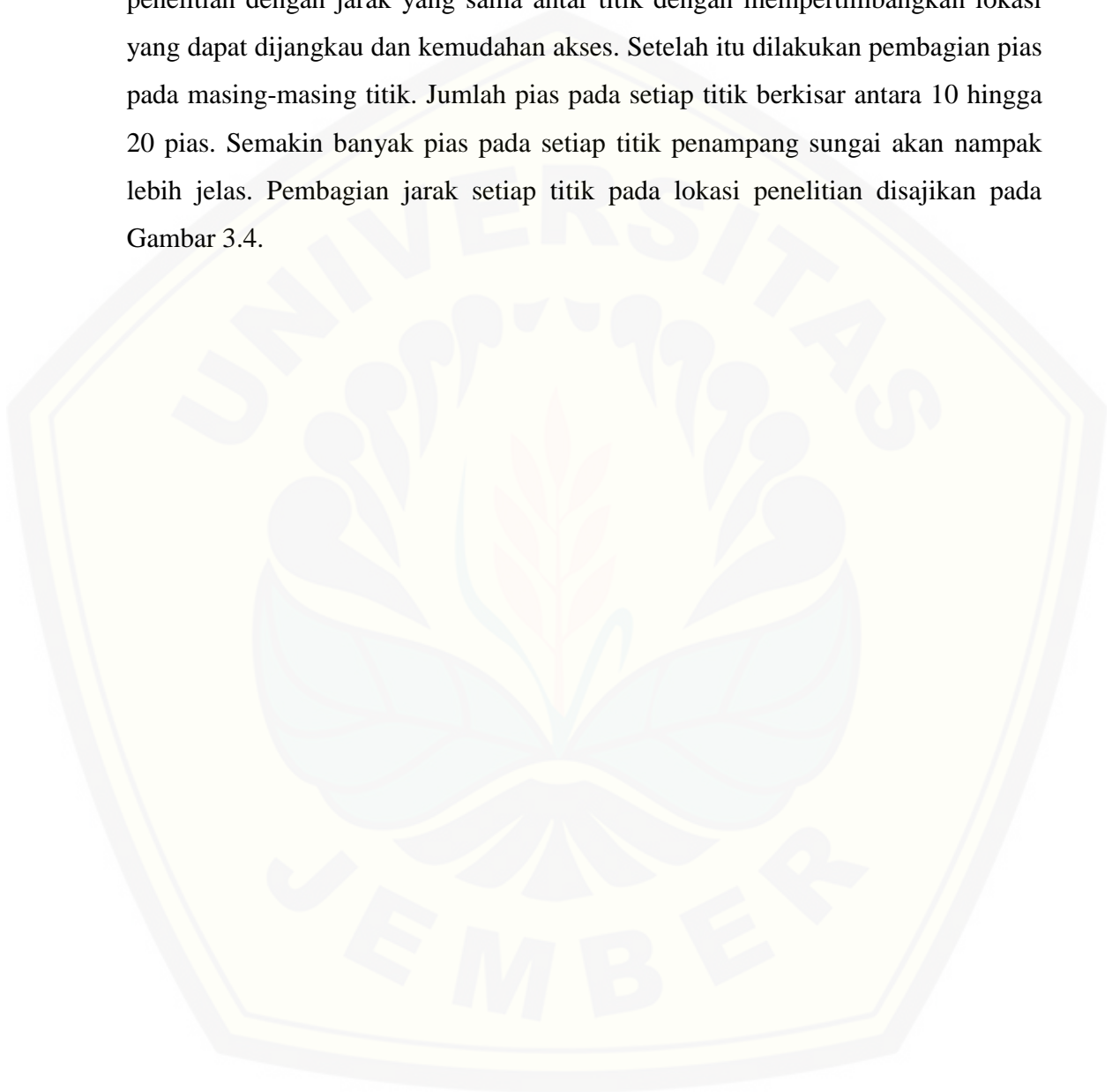
Keterangan	Kelurahan/Desa	Kecamatan	Koordinat ( <sup>0</sup> )
Segmen I	Titik 1	Gebang	Patrang
			1.136.967.365 -817.052.202
Segmen II	Titik 2	Jember Kidul	Kaliwates
			1.136.940.339 -817.387.556
Segmen II	Titik 3	Jember Kidul	Kaliwates
			1.136.907.750 -817.654.216
Segmen IV	Titik 4	Jember Kidul	Kaliwates
			1.136.887.197 -817.974.124
Segmen V	Titik 5	Sempusari	Kaliwates
			1.136.873.929 -818.405.044
	Titik 6	Kaliwates	Kaliwates
			1.136.833.410 -818.631.035

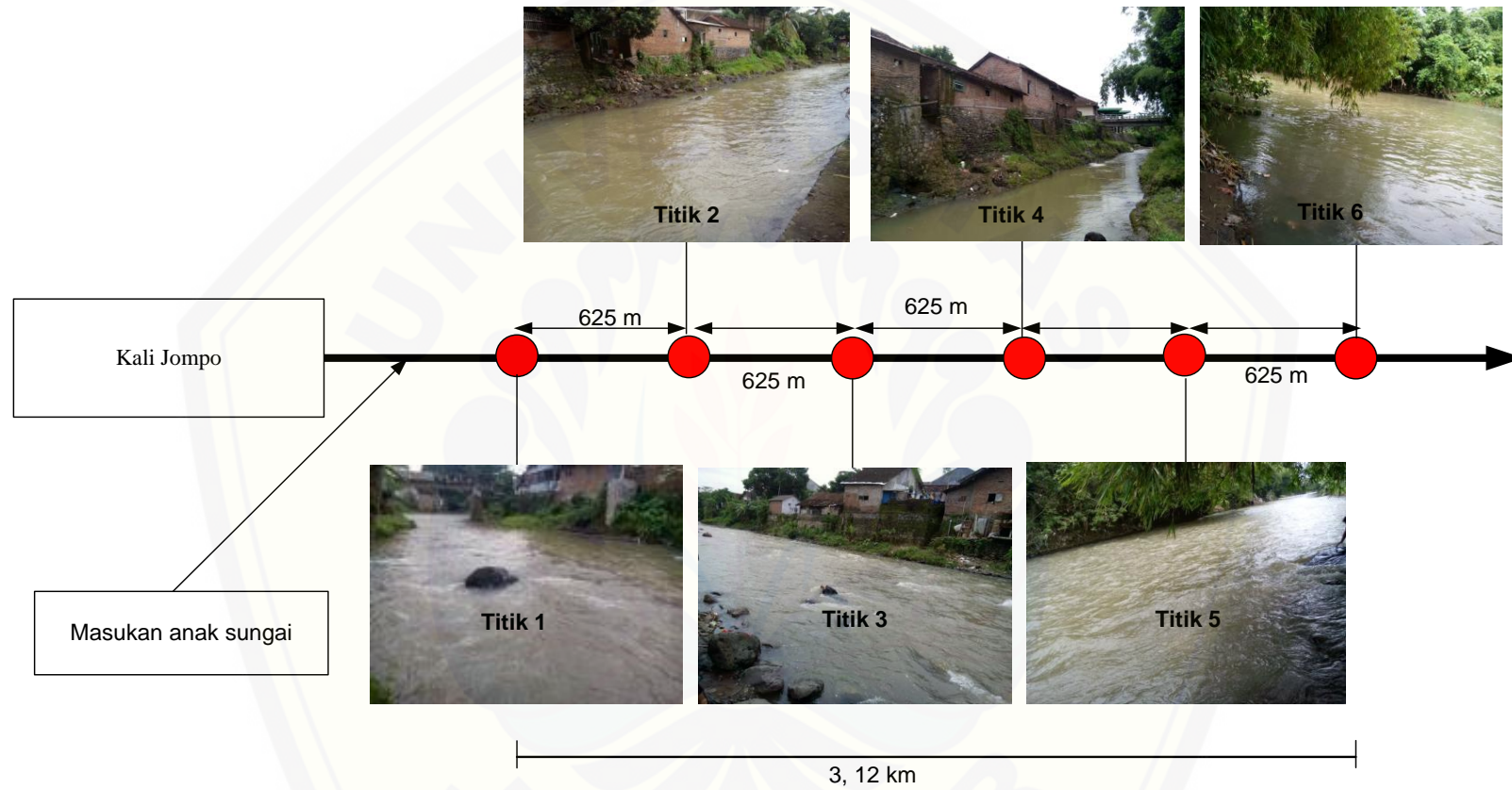
### 3.4.3 Penentuan Batas Lokasi dan Pembagian Segmen

Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan panjang sungai sesudah adanya percabangan dan diakhiri sebelum percabangan sungai. Total jarak lokasi



penelitian di Kali Jompo dari titik awal sampai titik sebesar 3,12 km. Setelah total jarak lokasi sungai sudah ditentukan atau diketahui selanjutnya menentukan pembagian segmen. Penentuan segmen dibagi menjadi 6 titik sepanjang lokasi penelitian dengan jarak yang sama antar titik dengan mempertimbangkan lokasi yang dapat dijangkau dan kemudahan akses. Setelah itu dilakukan pembagian pias pada masing-masing titik. Jumlah pias pada setiap titik berkisar antara 10 hingga 20 pias. Semakin banyak pias pada setiap titik penampang sungai akan nampak lebih jelas. Pembagian jarak setiap titik pada lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3.4.





Gambar 3.4 Pembagian Titik pada Lokasi Penelitian

### 3.4.4 Pengukuran Debit

Pengukuran debit sungai dilakukan untuk mengetahui besarnya debit pada setiap segmen. Pada penelitian ini pengukuran debit menggunakan *current meter*. Alat ini digunakan untuk menentukan nilai kecepatan aliran air. Dalam menentukan nilai debit juga dibutuhkan nilai luas penampang vertikal sungai. Metode yang digunakan yaitu berdasarkan kecepatan aliran tiap kedalaman pengukuran pada interval tertentu. Penentuan kedalaman pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran dapat ditentukan dengan menggunakan perhitungan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Penentuan Kedalaman dan Perhitungan Kecepatan Aliran

Kedalaman Air (d) m	Kedalaman Pengukuran	V rata-rata (m/detik)
0-0,6	0,6 d	$V_{0,6}$
0,6 – 3,0	0,2 d dan 0,8 d	$0,5(V_{0,2d} + V_{0,8d})$
3,0–6,0	0,2 d, 0,6 d dan 0,8 d	$0,25(V_{0,2d} + V_{0,6d} + V_{0,8d})$
> 6	S. 0,2 d, 0,6 d, 0,8 d dan B	$0,1 (V_S + 3V_{0,2} + 2V_{0,6} + 3V_{0,8} + V_b)$

Sumber: (Rahayu *et al.*, 2009:25).

Sehingga Perhitungan debit menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- Q = debit air (m<sup>3</sup>/detik)
- V = kecepatan arus (m/detik)
- A = luas penampang (m<sup>3</sup>)

### 3.4.5 Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel diambil pada lokasi yang dianggap mewakili seluruh karakteristik limbah dan kemungkinan pencemaran yang akan ditimbulkan. Pengambilan sampel dilakukan pada setiap segmen dengan jumlah 3 botol sampel dilakukan pengambilan dengan waktu yang bersamaan. Pengukuran kualitas air pada sampel dilakukan di laboratorium dengan parameter pengamatan pH, TDS, TSS, DO dan BOD.

### 3.4.6 Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dilakukan karena nilai suhu berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Pengukuran suhu dilakukan di lapang pada setiap titik sebanyak tiga kali pengulangan sehingga mendapatkan nilai rata-rata suhu air sungai yang diukur. Pengukuran suhu menggunakan alat termometer.

### 3.4.7 Pengukuran di Laboratorium

Pengukuran parameter kualitas air Kali Jompo adalah sebagai berikut.

#### a. Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui derajat keasaman dari air sungai. Penentuan pH menggunakan alat pH meter.

#### b. Pengukuran Padatan Terlarut Total (TDS)

Nilai Padatan Terlarut Total (TDS) perairan dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan tanah, dan bahan berupa limbah domestik dan industri. Pengukuran Padatan Terlarut Total (TDS) menggunakan TDS meter.

#### c. Pengukuran Zat Padatan Tersuspensi (TSS)

Zat padatan tersuspensi merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Jumlah padatan tersuspensi di dalam air diukur dengan menggunakan gravimetri menggunakan persamaan berikut.

$$TSS \text{ (mg/l)} = \frac{a-b}{c} \times 1000 \dots\dots\dots (3.2)$$

#### d. Pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO)

Pengukuran DO dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode titrasi. Maka, perumusan yang digunakan menggunakan persamaan berikut.

$$OT = \frac{a.N.8000}{V-4} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

- OT = oksigen terlarut (mg/l);
- a = volum titran natriumtiosulfat (ml);
- N = normalitas larutan natriumtiosulfat (ek/l);
- V = volum botol *Winkler* (ml).

Pada pengukuran DO jika konsentrasi oksigen terlalu rendah akan mengakibatkan ikan-ikan atau organisme air lainnya mati, sedangkan jika konsentrasi oksigen terlalu tinggi dapat mengakibatkan proses pengkaratan berlangsung semakin cepat karena oksigen mengikat hidrogen.

e. Pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Pengukuran BOD dilakukan setelah didapatkan hasil dari pengukuran DO terlebih dahulu. Pengukuran BOD membutuhkan waktu selama 5 hari dengan menggunakan suhu 20<sup>0</sup>C, pengukuran ini dikenal dengan BOD<sub>5</sub>. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai BOD adalah sebagai berikut.

$$BOD_5 \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1 - P)}{P} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

- BOD<sub>5</sub> = Kebutuhan Oksigen Biologi (mg/l)
- X<sub>0</sub> = OT sampel pada t = 0 (mg O<sub>2</sub>/l)
- X<sub>5</sub> = OT sampel pada t = 5 (mg O<sub>2</sub>/l)
- B<sub>0</sub> = OT blanko pada t = 0 (mg O<sub>2</sub>/l)
- B<sub>5</sub> = OT blanko pada t = 5 (mg O<sub>2</sub>/l)
- P = Derajat pengenceran

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Analisis Data Kualitas Air

Analisis data kualitas air digunakan untuk mengetahui atau menilai kondisi kualitas air Kali Jompo yang digunakan sebagai lokasi penelitian yaitu di Kecamatan Patrang-Kaliwates. Analisis kualitas air sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001. Parameter yang digunakan meliputi pH, TDS, TSS, DO dan BOD.

#### 3.5.2 Penentuan Beban Pencemaran

Penentuan beban pencemaran diperlukan nilai debit air dengan konsentrasi limbah yang dihasilkan pada titik lokasi sungai. Perhitungan beban pencemaran dilakukan untuk mengetahui besarnya zat pencemar yang masuk ke dalam Kali Jompo. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.5 berikut.

$$\text{Beban Pencemaran} = \text{konsentrasi parameter} \times \text{debit air limbah} \dots\dots\dots(3.5)$$

### 3.5.3 Penentuan Daya Tampung dengan Persamaan *Streeter Phelps*

Pemodelan kualitas air dengan metode *Streeter-Phelps* terbatas pada dua fenomena yaitu proses pengurangan oksigen terlarut (deoksigenasi) dan proses penambahan oksigen (reaerasi) yang menghasilkan persamaan defisit oksigen pada persamaan (2.17). Persamaan (2.17) menunjukkan penurunan oksigen dengan waktu perjalanan arus dari titik pembuangan ke titik hilir. Pada titik pembuangan tersebut  $t=0$  dan  $x=0$  yaitu seperti pada titik dekomposisi, oksigen menurun lebih cepat. Pada saat itu DO mencapai nilai minimum pada tempat dan waktu tertentu. Hal ini, dinamakan dengan titik kritis. Titik kritis dan jarak dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.18) dan (2.19). Dari persamaan tersebut dapat menentukan kemampuan air dalam melakukan pemurnian secara alami dengan melihat grafik kurva karakteristik defisit (*Oxygen-Sag*). Pada grafik tersebut dapat dianalisis seberapa lama waktu dan jarak yang dibutuhkan dalam melakukan pemurnian secara alami. Penentuan daya tampung sungai dilakukan untuk mengetahui kemampuan sungai untuk menerima beban pencemaran. Kemampuan ini dihitung berdasarkan laju deoksigenasi, laju reaerasi, defisit oksigen kritis, dan waktu yang digunakan untuk mencapai titik kritis. Persamaan yang digunakan untuk menghitung daya tampung sungai disajikan pada persamaan 2.7 sampai 2.21.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan parameter TSS, TDS, pH, BOD dan DO kualitas air Kali Jompo masih memenuhi standar baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kualitas air Kali Jompo masuk ke dalam baku mutu air kelas II.
2. Nilai beban pencemaran tertinggi di titik ke-6 yaitu berada di Jalan P. Mangkubumi II Desa Kaliwates Kecamatan Kaliwates yaitu sebesar 394,39 kg/hari.
3. Kali Jompo memiliki nilai rerata laju reaerasi sebesar 0,65 mg/l.hari dan laju deoksigenasi sebesar 0,284 mg/l.hari. Daya tampung sungai masih mampu menerima beban pencemaran yang diberikan. Untuk melakukan pemurnian secara alami dengan rata-rata beban pencemaran yang telah diberikan yaitu sebesar 356,80 kg/hari Kali Jompo melalui empat zona yaitu zona degradasi, dekomposisi aktif, pemulihan dan air bersih.

### 5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang diberikan adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan peninjauan kembali terkait daya tampung Kali Jompo karena adanya perubahan seperti debit perubahan jumlah limbah yang masuk ke dalam sungai dari waktu ke waktu
2. Perlu dilakukan penelitian secara lengkap terhadap parameter kualitas air Kali Jompo sehingga dapat dinilai secara menyeluruh.

**DAFTAR PUSTAKA**

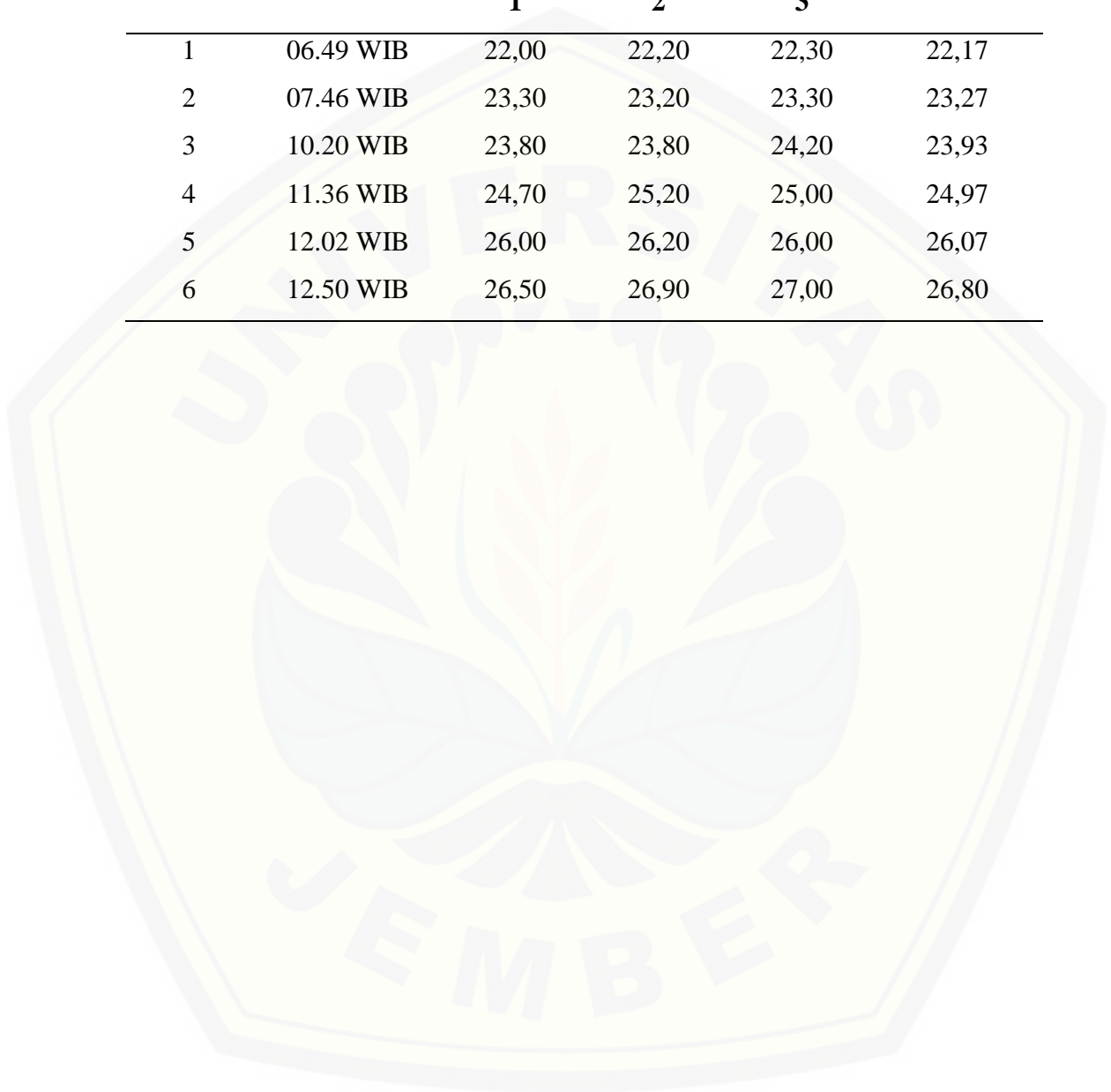
- Alaerts, G. dan S.S. Santika. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Astono, W., Saeni, S.M., Lay, W.B, dan Soemarto S. 2008. Pengembangan Model DO-BOD dalam Pengelolaan Kualitas Air Sungai Ciliwung. *Forum Pascasarjana Vol.31 No.1*. [Diakses 17 Januari 2018].
- Dinas Pemerintahan. Tahun 2016. Rencana Kerja Pembangunan Daerah (RKPD) Kabupaten Jember Tahun 2016. Kabupaten Jember: Jawa Timur.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Edisi Ketujuh. Yogyakarta: Kanisius.
- Ekayanti, Y. 2014. Studi Daya Dukung Sungai di Perkebunan KaliJompo Kecamatan Sukorambi Jember. Skripsi. Jember: Univesitas Jember.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hendrasarie, N., dan Cahyarani. Tanpa Tahun. Kemampuan Self Purification Kali Surabaya di Tinjau dari Parameter Organik berdasarkan Model Matematis Kualitas Air. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No. 1*. [Diakses 17 Januari 2018].
- Hera, A., Winardi, D. N., dan Endro, S. 2012. Simulasi Tata Guna Lahan terhadap Kualitas Air Sungai dengan Metode Indeks Pencemaran. *Doctoral dissertation*. Universitas Diponegoro.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110. 2003. *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air*. <http://jdih.menlh.go.id/pdf/ind/IND-PUU-7-2003-KepmenNomor110Th2003> (PedPenetpDayaTampPencAir.pdf. [Diakses pada 26 April 2016].
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 122. 2004. Baku mutu Limbah Cair Kegiatan Industri. [http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/Kepmen\\_LH\\_No\\_122\\_Tahun\\_2004\\_-\\_Baku\\_Mutu\\_Industri\\_pupuk.pdf](http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/Kepmen_LH_No_122_Tahun_2004_-_Baku_Mutu_Industri_pupuk.pdf). [Diakses pada 20 Mei 2016].
- Kordi, M. G. H. dan A. B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualias Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Linsley, R. K., dan J.B. Franzini. *Water Resources Enggineering*. 1979. 3rd Edition. New York: McGraw-Hill, Inc. Terjemahan oleh D. Sasongko. 1991. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid 2. Jakarta: Erlangga.



- Mahyudin, S. dan T. B. Prayogo. 2015. *Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang*. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=347599&val=7340&title>. [Diakses pada 7 Oktober 2017].
- Masateru, T., T. Fujisaki, H. Oshiki, M. Watanabe, Y. Taga, dan Y. Saito. 1985. *River Improvement Works*. Tokyo: The Association for Internasional Technical Promotion Jepang. Terjemahan oleh M.Y. Gayo, M.D, M. Djihad, D. Legowo, dan S. BE. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Peraturan Daerah Kabupaten Jember Nomor 1 Tahun 2015. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Jember Tahun 2015-2035. [http://sipd.bangda.kemendagri.go.id/dokumen/uploads/rtrw\\_258\\_2016.pdf](http://sipd.bangda.kemendagri.go.id/dokumen/uploads/rtrw_258_2016.pdf)[Di akses tanggal 29 September 2017].
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82. 2001. Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. [https://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP8201\\_KualitasAir.pdf](https://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP8201_KualitasAir.pdf). [Diakses pada 25 April 2016].
- Rahayu, S., R. H. Widodo, M. V. Noordwijk, I. Suryadi, dan B. Verbist. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre-Southeast Asia Regional Office. <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B16396.pdf>. [Diakses pada 24 April 2016].
- Ramadhani, N. S., Purnaini, R., dan Utomo, K. P. Tanpa Tahun. *Analisis Sebaran Oksigen Terlarut Saluran Sungai Jawi*. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=111688&val=2309>. [Diakses 11 Januari 2018].
- Sastrawijaya, A. T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta:Rineka Cipta.
- Sosrodarsono, S., dan Tominaga, M. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Sudarmadji. 2004. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Jember: Universitas Jember.
- Wardhana, W. A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset

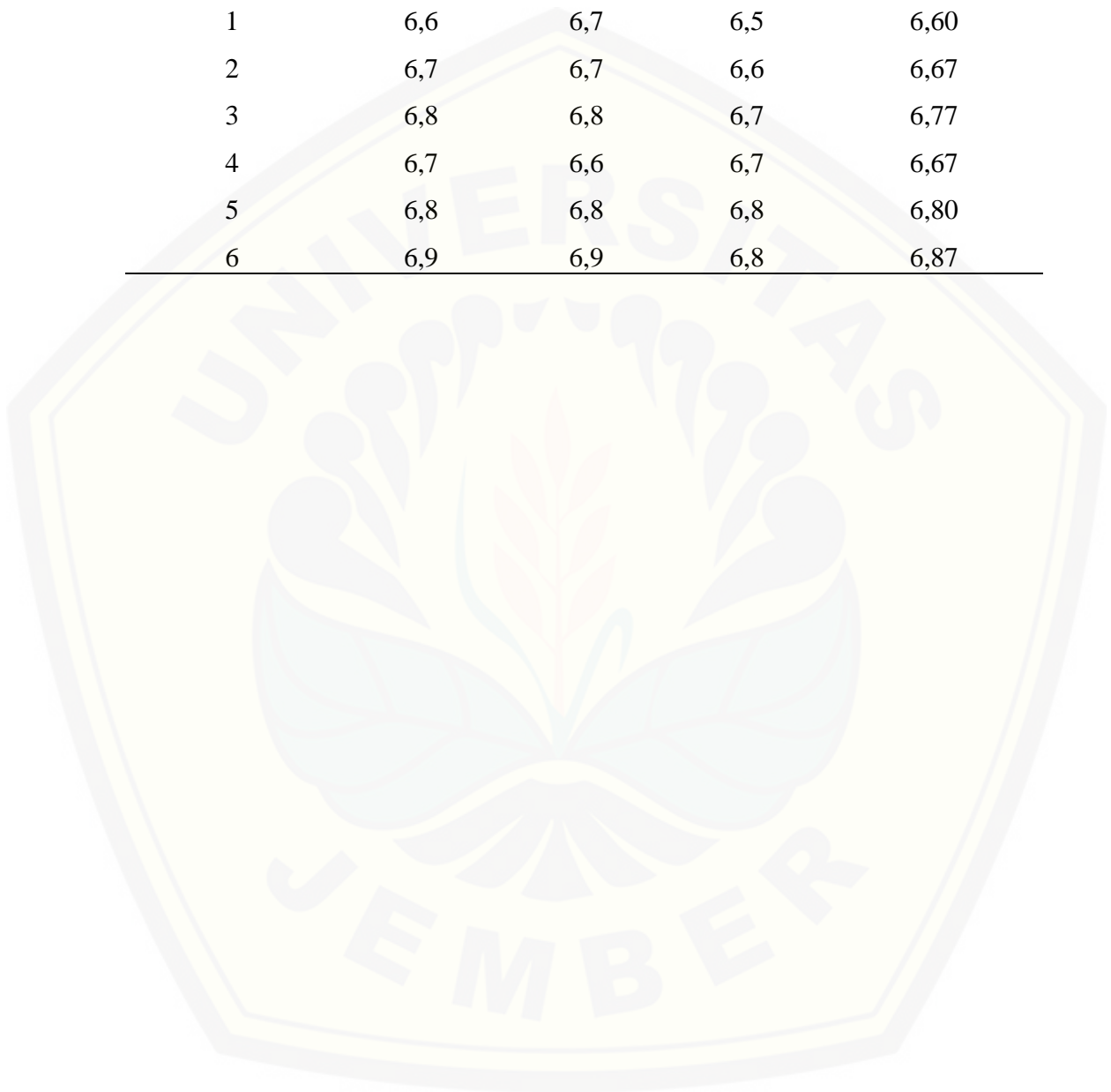
Lampiran C. Data Pengukuran Suhu

Titik Lokasi	Waktu Pengukuran	Suhu ( <sup>0</sup> C) saat Pengambilan Sampel			
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
1	06.49 WIB	22,00	22,20	22,30	22,17
2	07.46 WIB	23,30	23,20	23,30	23,27
3	10.20 WIB	23,80	23,80	24,20	23,93
4	11.36 WIB	24,70	25,20	25,00	24,97
5	12.02 WIB	26,00	26,20	26,00	26,07
6	12.50 WIB	26,50	26,90	27,00	26,80



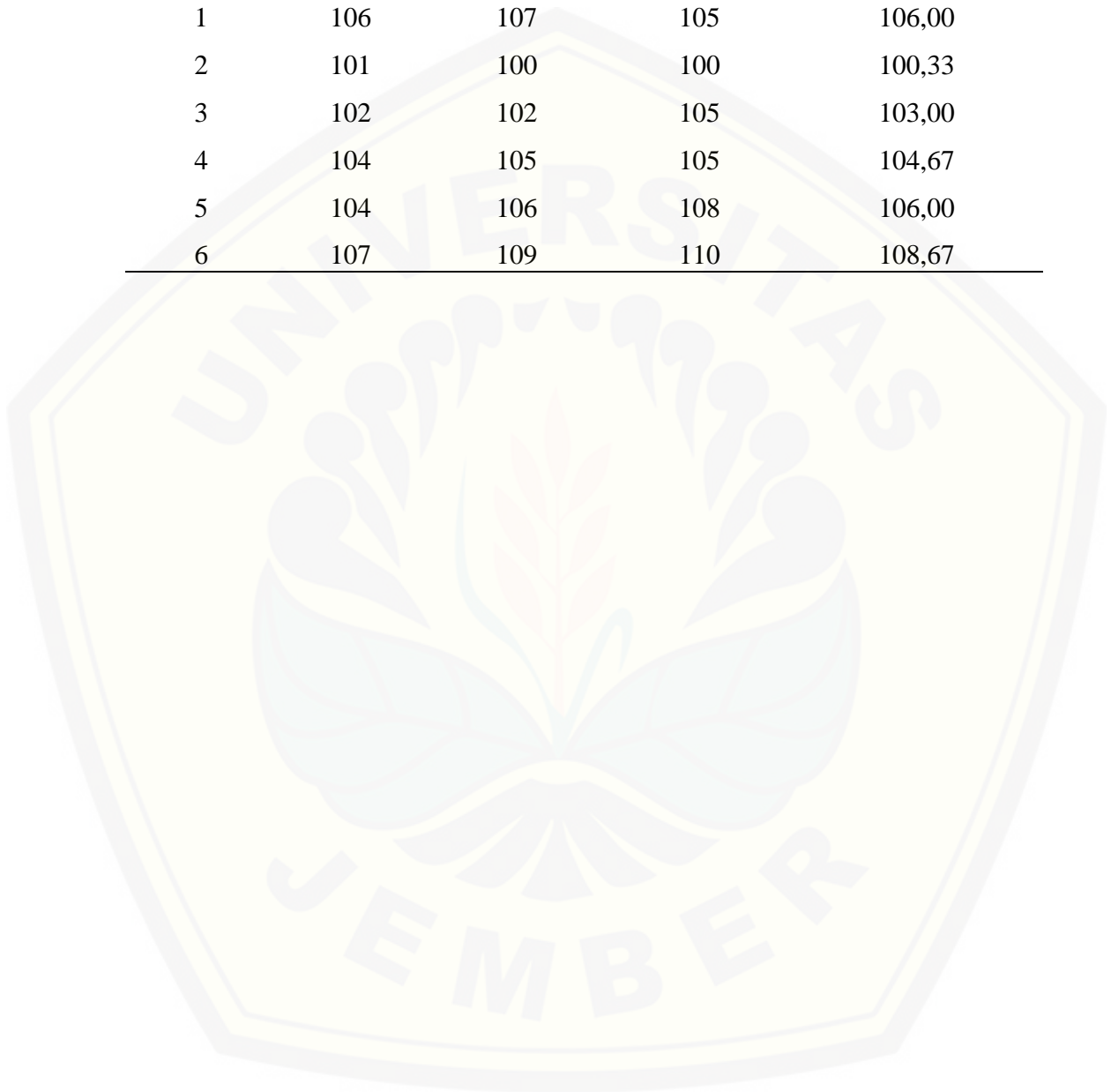
Lampiran D. Data Pengukuran pH

Titik Lokasi	Pengulangan pH			Rata-rata
	I	II	III	
1	6,6	6,7	6,5	6,60
2	6,7	6,7	6,6	6,67
3	6,8	6,8	6,7	6,77
4	6,7	6,6	6,7	6,67
5	6,8	6,8	6,8	6,80
6	6,9	6,9	6,8	6,87



Lampiran E. Data Pengukuran TDS (Zat Padatan Terlarut)

Titik Lokasi	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-Rata TDS (mg/l)
	I	II	III	
1	106	107	105	106,00
2	101	100	100	100,33
3	102	102	105	103,00
4	104	105	105	104,67
5	104	106	108	106,00
6	107	109	110	108,67



Lampiran F. Data Pengukuran TSS (Zat Padatan Tersuspensi)

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{a-b}{c} \times 1000$$

Keterangan:

- a = berat kertas saring + endapan (mg);
- b = berat kertas saring (mg);
- c = volume sampel (ml).

Titik Lokasi	Berat Kertas Saring Awal			Rata-rata	Berat Kertas Saring Akhir			Rata-Rata	TSS (mg/l)
	1	2	3		1	2	3		
	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(mg/l)
1	0,502	0,503	0,501	0,502	0,510	0,502	0,502	0,505	58,67
2	0,501	0,503	0,502	0,502	0,506	0,500	0,509	0,505	64,00
3	0,503	0,502	0,502	0,502	0,513	0,500	0,504	0,506	68,00
4	0,506	0,505	0,503	0,505	0,515	0,502	0,508	0,508	68,67
5	0,504	0,500	0,501	0,502	0,510	0,503	0,503	0,505	70,67
6	0,500	0,500	0,507	0,502	0,502	0,504	0,511	0,506	72,00

$$\begin{aligned} \text{Titik 1 : TSS (mg/l)} &= \frac{505-502}{50} \times 1000 \\ &= 58,67 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 4 : TSS(mg/l)} &= \frac{508-505}{50} \times 1000 \\ &= 68,67 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 2 : TSS (mg/l)} &= \frac{505-502}{50} \times 1000 \\ &= 64,00 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 5 : TSS(mg/l)} &= \frac{505-502}{50} \times 1000 \\ &= 70,67 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 3 : TSS (mg/l)} &= \frac{506-502}{50} \times 1000 \\ &= 68,00 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 6 : TSS(mg/l)} &= \frac{506-502}{50} \times 1000 \\ &= 72,00 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Lampiran G. Data Pengukuran DO, BOD dan Beban Pencemaran

1. Data Titrasi

Titik Lokasi	Pengulangan	DO <sub>0</sub> Kali Jompo			DO <sub>5</sub> Kali Jompo		
		Titrasi (ml)			Titrasi (ml)		
		Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih
1	I	0,8	13,6	12,8	0,8	12,6	11,8
	II	14,8	29	14,2	11,1	22,7	11,6
	III	13,7	27	13,3	21,4	33,1	11,7
2	I	1,5	14,5	13	0,5	11,7	11,2
	II	29,4	42,6	13,2	32,7	43,8	11,1
	III	1	14	13	0,4	11,9	11,5
3	I	0	12,8	12,8	13,6	25,3	11,7
	II	14,2	27	12,8	3,6	15,4	11,8
	III	10	23,5	13,5	11,2	21,3	10,1
4	I	27,2	40,2	13	25,5	37	11,5
	II	12	24,8	12,8	15,5	26,5	11
	III	4,4	17,1	12,7	28	38,4	10,4
5	I	1,7	14	12,3	1,7	12	10,3
	II	17,8	30,2	12,4	11,8	22,6	10,8
	III	6	18,7	12,7	21,5	32,1	10,6
6	I	30,9	42,8	11,9	23,5	33,9	10,4
	II	20,5	33	12,5	33,5	43,8	10,3
	III	14,6	27,2	12,6	31,5	42	10,5

Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD)

$$DO = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4}$$

$$BOD_{\text{sungai}} = DO_{\text{sungai}} - DO_{\text{akhir}}$$

Keterangan:

- DO = oksigen terlarut (mg/l);
- a = volume titran natriumtiosulfat (ml);
- N = normalitas larutan natriumtiosulfat (ek/l);
- V = volume botol Winkler (ml).

2. Data Perhitungan DO

Titik	DO <sub>0</sub> (mg/l)				DO <sub>5</sub> (mg/l)				BOD (mg/l)
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	
1	8,30	9,21	8,63	8,71	7,65	7,52	7,59	7,59	1,12
2	8,43	8,56	8,43	8,48	7,26	7,20	7,46	7,31	1,17
3	8,30	8,30	8,76	8,45	7,59	7,65	6,55	7,26	1,19
4	8,43	8,30	8,24	8,32	7,46	7,14	6,75	7,11	1,21
5	7,98	8,04	8,24	8,09	6,68	7,01	6,88	6,85	1,23
6	7,72	8,11	8,17	8,00	6,75	6,68	6,81	6,75	1,25

$$\begin{aligned}
 \text{DO}_{\text{awal Titik 1}} : \text{DO} &= \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \\
 &= \frac{12,8 \times 0,024 \times 8000}{300 - 4} \\
 &= 8,30 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DO}_5 \text{ Titik 1} : \text{DO} &= \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \\
 &= \frac{11,8 \times 0,024 \times 8000}{300 - 4} \\
 &= 7,65 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DO}_{\text{awal Titik 2}} : \text{DO} &= \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \\
 &= \frac{13 \times 0,024 \times 8000}{300 - 4} \\
 &= 8,43 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DO}_5 \text{ Titik 2} : \text{DO} &= \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \\
 &= \frac{11,2 \times 0,024 \times 8000}{300 - 4} \\
 &= 7,26 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_{\text{awal Titik 3}} : \text{DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{12,8x0,024x8000}{300-4} \\ &= 8,30 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_5 \text{ Titik 3} : \text{DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{11,7x0,024x8000}{300-4} \\ &= 7,59 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_{\text{awal Titik 4}} : \text{DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{13x0,024x8000}{300-4} \\ &= 8,43 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_5 \text{ Titik 4} : \text{DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{11,5x0,024x8000}{300-4} \\ &= 7,46 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_{\text{awal Titik 5}} : \text{DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{12,3x0,024x8000}{300-4} \\ &= 7,98 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_5 \text{ Titik 5} : \text{DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{10,3x0,024x8000}{300-4} \\ &= 6,68 \text{ mg/l} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{DO}_{\text{awal}} \text{ Titik 6 : DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{11,9 \times 0,024 \times 8000}{300-4} \\ &= 7,72 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_5 \text{ Titik 6 : DO} &= \frac{a.N.8000}{V-4} \\ &= \frac{10,4 \times 0,024 \times 8000}{300-4} \\ &= 6,75 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

### 3. Data Perhitungan BOD

$$\begin{aligned} \text{Titik 1: BOD}_{\text{sungai}} &= \text{DO}_{\text{awal}} - \text{DO}_{\text{akhir}} \\ &= 8,71 - 7,59 \\ &= 1,12 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 4: BOD}_{\text{sungai}} &= \text{DO}_{\text{awal}} - \text{DO}_{\text{akhir}} \\ &= 8,32 - 7,11 \\ &= 1,21 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 2: BOD}_{\text{sungai}} &= \text{DO}_{\text{awal}} - \text{DO}_{\text{akhir}} \\ &= 8,47 - 7,31 \\ &= 1,17 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 5: BOD}_{\text{sungai}} &= \text{DO}_{\text{awal}} - \text{DO}_{\text{akhir}} \\ &= 8,09 - 6,85 \\ &= 1,23 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 3: BOD}_{\text{sungai}} &= \text{DO}_{\text{awal}} - \text{DO}_{\text{akhir}} \\ &= 8,45 - 7,26 \\ &= 1,19 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 6: BOD}_{\text{sungai}} &= \text{DO}_{\text{awal}} - \text{DO}_{\text{akhir}} \\ &= 8,00 - 6,75 \\ &= 1,25 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

### 4. Beban Pencemaran

$$\text{BP} = \text{C} \times \text{Q}$$

Keterangan:

- BP = beban pencemaran (kg/hari);
- Q = debit air sungai (m<sup>3</sup>/detik)
- C = konsentrasi BOD (mg/l)

Titik Lokasi	Q Total		BOD (mg/l)	Beban Pencemaran (kg/hari)
	(l/s)	(m <sup>3</sup> /s)		
1	3560,57	3,56	1,12	345,88
2	3736,17	3,74	1,17	376,90
3	3423,75	3,42	1,19	351,78
4	3090,01	3,09	1,21	323,26
5	3273,67	3,27	1,23	348,59
6	3639,98	3,64	1,25	394,39

Titik 1

$$\begin{aligned} \text{BP} &= 1,12 \text{ mg/l} \times 3560,57 \text{ l/s} \\ &= (4003,23 \text{ mg/s} \times \\ &86400)/1000000 \\ &= 345,88 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Titik 2

$$\begin{aligned} \text{BP} &= 1,17 \text{ mg/l} \times 3736,17 \text{ l/s} \\ &= (4362,23 \text{ mg/s} \times \\ &86400)/1000000 \\ &= 376,90 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Titik 3

$$\begin{aligned} \text{BP} &= 1,19 \text{ mg/l} \times 3423,75 \text{ l/s} \\ &= (4071,48 \text{ mg/s} \times \\ &86400)/1000000 \\ &= 351,78 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Titik 4

$$\begin{aligned} \text{BP} &= 1,21 \text{ mg/l} \times 3090,01 \text{ l/s} \\ &= (3741,42 \text{ mg/s} \times \\ &86400)/1000000 \\ &= 323,26 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Titik 5

$$\begin{aligned} \text{BP} &= 1,23 \text{ mg/l} \times 3273,67 \text{ l/s} \\ &= (4034,58 \text{ mg/s} \times \\ &86400)/1000000 \\ &= 348,59 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Titik 6

$$\begin{aligned} \text{BP} &= 1,25 \text{ mg/l} \times 3639,98 \text{ l/s} \\ &= (4564,73 \text{ mg/s} \times \\ &86400)/1000000 \\ &= 394,39 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Lampiran H. Penentuan Daya Tampung Sungai dengan Persamaan *Streeter-Phelps*

1. Perhitungan Konstanta Deoksigenasi

Hari	Titrasi (ml)			DO (mg/l)	BOD (mg/l)	y	Y <sup>2</sup>	Y'	yy'
	Awal	Akhir	Selisih						
0					0				
2	25,7	38	12,3	7,98	0,74	0,74	0,54	0,22	0,16
4	21,3	33	11,7	7,59	0,89	0,89	0,79	0,08	0,07
6	32	43,4	11,4	7,39	1,06	1,06	1,12	0,04	0,05
8	27,2	38,4	11,2	7,26	1,06	1,06	1,12	0,05	0,06
10	20,1	30,6	10,5	6,81	1,28				
<b>Jumlah</b>						3,74	3,57	0,40	0,34

$$n \cdot a + b \sum y - \sum y^1 = 0$$

$$a = 0,11$$

$$\alpha \sum y + b \sum y^2 - \sum yy^1 = 0$$

$$K^1 = -b$$

$$4a + 3,74b - 0,40 = 0$$

$$K^1 = 0,011$$

$$3,74a + 3,57b - 0,34 = 0$$

$$\text{BOD Ultimate} = -\frac{a}{b}$$

$$4a + 3,74b - 0,40 = 0$$

$$= -\frac{0,11}{-0,11} = 10 \text{ mg/l}$$

$$a = \frac{0,40 - 0,74b}{4}$$

$$3,74 \left( \frac{0,40 - 0,74b}{4} \right) + 3,57b - 0,34 =$$

$$0$$

$$0,374 - 0,6919b + 3,57b - 0,34 = 0$$

$$-0,6919b + 3,57b = 0,34 - 0,374$$

$$2,8781b = -0,034$$

$$b = -0,011$$

$$4a + 3,74b - 0,40 = 0$$

$$4a + 3,74(-0,011) - 0,40 = 0$$

$$4a - 0,041 - 0,40 = 0$$

$$4a = 0,041 + 0,40$$

$$4a = \frac{0,441}{4}$$

2. Perhitungan Konstanta Reaerasi

$$\begin{aligned} D_{LT} &= 1,760 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{d} \times 1,037^{T-20} \\ &= 1,760 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{d} \times 1,037^{22,17-20} \\ &= 1,90 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K^1_2 &= \frac{294 (DL \times v)^{1/2}}{H^{3/2}} \\ &= \frac{294 (0,00019 \times 0,46)^{1/2}}{0,15^{3/2}} \\ &= 7,55 \text{ hari}^{-1} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Persamaan Streeter-Phelps

a. BOD Ultimat

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{BOD_{20}^5}{1 - e^{-5k^1}} \\ &= \frac{1,12^5_{20}}{1 - 2,718^{-5 \times 0,011}} \\ &= 21,01 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

b. Laju Deoksigenasi (rD)

$$\begin{aligned} r_D &= -K^1 L_0 e^{-K^1 t} \\ &= -0,01 \times 21,01 \times 2,718^{-0,01 \times 5} \\ &= 0,240 \text{ mg/l.hari} \end{aligned}$$

c. Laju Reaerasi (rR)

$$\begin{aligned} r_R &= K^1_2 (C_s - C) \\ &= 7,81 (8,78 - 8,71) \\ &= 0,48 \text{ mg/l.hari} \end{aligned}$$

d. Waktu Mencapai Titik Kritis (tc)

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{1}{K^1_2 - K^1} \log \left( \frac{K^1_2}{K^1} \left( 1 - \frac{D_0 (K^1_2 - K^1)}{K^1 - L_0} \right) \right) \\ &= \frac{1}{7,55 - 0,011} \log \left( \frac{7,55}{0,011} \left( 1 - \frac{0,06(7,55 - 0,011)}{0,011 - 21,01} \right) \right) \\ &= 0,36 \text{ hari} \end{aligned}$$

e. Rata-rata Titik Kritis (Dc)

$$\begin{aligned} Dc &= \frac{K'}{K'^2} L_0 e^{-K' t_c} \\ &= \frac{0,011}{7,49} \times 22,36 \times 2,718^{-0,01 \times 0,49} \\ &= 0,05 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

f. Letak Titik Kritis (Xc)

$$\begin{aligned} Xc &= t_c \times v \\ &= 0,36 \text{ hari} \times (0,46 \text{ m/s} \times 1000 \times 24) \\ &= 0,36 \text{ hari} \times 11,04 \text{ km/hari} \\ &= 14,21 \text{ km} \end{aligned}$$

Perhitungan *Oxygen Sag Curve*  
Titik 1

dt	sat_DO	ox_def	BOD	kd	kr	Q (l/s)
0,05	8,78	0,06	1,12432432	0,01	7,81	3560,57
				all rates as rates of consumption		
time	DO	O2-deficit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
0	8,71	0,06	1,12432432	0,01366162	-0,4804242	-0,4667626
0,1	8,74	0,03814836	1,12364124	0,01365332	-0,2980719	-0,2844186
0,2	8,75	0,02392743	1,12295858	0,01364502	-0,1869568	-0,1733118
0,3	8,76	0,01526184	1,12227633	0,01363673	-0,1192483	-0,1056115
0,4	8,77	0,00998126	1,12159449	0,01362845	-0,0779885	-0,0643601
0,5	8,77	0,00676326	1,12091307	0,01362017	-0,0528447	-0,0392245
0,6	8,77	0,00480203	1,12023206	0,01361189	-0,0375207	-0,0239088
0,7	8,77	0,0036066	1,11955146	0,01360362	-0,0281801	-0,0145765
0,8	8,77	0,00287777	1,11887128	0,01359536	-0,0224854	-0,0088901
0,9	8,77	0,00243327	1,11819152	0,0135871	-0,0190123	-0,0054252
1	8,77	0,00216201	1,11751216	0,01357884	-0,0168928	-0,003314
1,1	8,77	0,00199631	1,11683322	0,01357059	-0,0155981	-0,0020275
1,2	8,77	0,00189493	1,11615469	0,01356235	-0,014806	-0,0012437
1,3	8,77	0,00183275	1,11547657	0,01355411	-0,0143202	-0,000766
1,4	8,77	0,00179444	1,11479887	0,01354587	-0,0140209	-0,000475
1,5	8,77	0,00177069	1,11412157	0,01353764	-0,0138353	-0,0002977
1,6	8,77	0,00175581	1,11344469	0,01352942	-0,013719	-0,0001896
1,7	8,77	0,00174633	1,11276822	0,0135212	-0,0136449	-0,0001237
1,8	8,77	0,00174014	1,11209216	0,01351298	-0,0135966	-8,362E-05
1,9	8,77	0,00173596	1,11141651	0,01350477	-0,0135639	-5,916E-05
2	8,77	0,00173301	1,11074127	0,01349657	-0,0135408	-4,425E-05
2,1	8,77	0,00173079	1,11006644	0,01348837	-0,0135235	-3,516E-05
2,2	8,77	0,00172903	1,10939202	0,01348018	-0,0135098	-2,962E-05
2,3	8,77	0,00172755	1,10871802	0,01347199	-0,0134982	-2,624E-05
2,4	8,77	0,00172624	1,10804442	0,0134638	-0,013488	-2,417E-05
2,5	8,77	0,00172503	1,10737123	0,01345562	-0,0134785	-2,291E-05
2,6	8,77	0,00172389	1,10669845	0,01344745	-0,0134696	-2,213E-05
2,7	8,77	0,00172278	1,10602607	0,01343928	-0,0134609	-2,166E-05
2,8	8,77	0,0017217	1,10535411	0,01343111	-0,0134525	-2,136E-05
2,9	8,77	0,00172063	1,10468255	0,01342295	-0,0134441	-2,118E-05
3	8,77	0,00171957	1,10401141	0,0134148	-0,0134359	-2,106E-05
3,1	8,77	0,00171852	1,10334067	0,01340665	-0,0134276	-2,098E-05
3,2	8,77	0,00171747	1,10267033	0,0133985	-0,0134194	-2,093E-05
3,3	8,77	0,00171642	1,10200041	0,01339036	-0,0134113	-2,089E-05
3,4	8,77	0,00171538	1,10133089	0,01338222	-0,0134031	-2,087E-05
3,5	8,77	0,00171433	1,10066178	0,01337409	-0,0133949	-2,084E-05
3,6	8,77	0,00171329	1,09999308	0,01336597	-0,0133868	-2,083E-05
3,7	8,77	0,00171225	1,09932478	0,01335785	-0,0133787	-2,081E-05
3,8	8,77	0,00171121	1,09865688	0,01334973	-0,0133705	-2,08E-05
3,9	8,77	0,00171017	1,0979894	0,01334162	-0,0133624	-2,078E-05
4	8,77	0,00170913	1,09732232	0,01333352	-0,0133543	-2,077E-05
4,1	8,77	0,00170809	1,09665564	0,01332542	-0,0133462	-2,076E-05
4,2	8,77	0,00170706	1,09598937	0,01331732	-0,0133381	-2,074E-05
4,3	8,77	0,00170602	1,0953235	0,01330923	-0,01333	-2,073E-05

4,4	8,77	0,00170498	1,09465804	0,01330114	-0,0133219	-2,072E-05
4,5	8,77	0,00170395	1,09399299	0,01329306	-0,0133138	-2,07E-05
4,6	8,77	0,00170291	1,09332833	0,01328499	-0,0133057	-2,069E-05
4,7	8,77	0,00170188	1,09266408	0,01327691	-0,0132976	-2,068E-05
4,8	8,77	0,00170084	1,09200024	0,01326885	-0,0132895	-2,067E-05
4,9	8,77	0,00169981	1,09133679	0,01326079	-0,0132814	-2,065E-05
5	8,77	0,00169878	1,09067376	0,01325273	-0,0132734	-2,064E-05
5,1	8,77	0,00169774	1,09001112	0,01324468	-0,0132653	-2,063E-05
5,2	8,77	0,00169671	1,08934889	0,01323663	-0,0132572	-2,062E-05
5,3	8,77	0,00169568	1,08868705	0,01322859	-0,0132492	-2,06E-05
5,4	8,77	0,00169465	1,08802562	0,01322055	-0,0132411	-2,059E-05
5,5	8,77	0,00169362	1,0873646	0,01321252	-0,0132331	-2,058E-05
5,6	8,77	0,00169259	1,08670397	0,01320449	-0,0132251	-2,057E-05
5,7	8,77	0,00169156	1,08604375	0,01319647	-0,013217	-2,055E-05
5,8	8,77	0,00169054	1,08538392	0,01318845	-0,013209	-2,054E-05
5,9	8,77	0,00168951	1,0847245	0,01318044	-0,013201	-2,053E-05
6	8,77	0,00168848	1,08406548	0,01317243	-0,013193	-2,052E-05
6,1	8,77	0,00168746	1,08340686	0,01316443	-0,0131849	-2,05E-05
6,2	8,77	0,00168643	1,08274863	0,01315643	-0,0131769	-2,049E-05
6,3	8,77	0,00168541	1,08209081	0,01314844	-0,0131689	-2,048E-05
6,4	8,77	0,00168438	1,08143339	0,01314045	-0,0131609	-2,047E-05
6,5	8,77	0,00168336	1,08077637	0,01313247	-0,0131529	-2,045E-05
6,6	8,77	0,00168234	1,08011974	0,01312449	-0,0131449	-2,044E-05
6,7	8,77	0,00168132	1,07946352	0,01311652	-0,0131369	-2,043E-05
6,8	8,77	0,00168029	1,07880769	0,01310855	-0,013129	-2,042E-05
6,9	8,77	0,00167927	1,07815227	0,01310058	-0,013121	-2,04E-05
7	8,77	0,00167825	1,07749724	0,01309262	-0,013113	-2,039E-05
7,1	8,77	0,00167723	1,07684261	0,01308467	-0,013105	-2,038E-05
7,2	8,77	0,00167621	1,07618837	0,01307672	-0,0130971	-2,037E-05
7,3	8,77	0,0016752	1,07553454	0,01306877	-0,0130891	-2,036E-05
7,4	8,77	0,00167418	1,0748811	0,01306083	-0,0130812	-2,034E-05
7,5	8,77	0,00167316	1,07422806	0,0130529	-0,0130732	-2,033E-05
7,6	8,77	0,00167214	1,07357541	0,01304497	-0,0130653	-2,032E-05
7,7	8,77	0,00167113	1,07292316	0,01303704	-0,0130573	-2,031E-05
7,8	8,77	0,00167011	1,07227131	0,01302912	-0,0130494	-2,029E-05
7,9	8,77	0,0016691	1,07161986	0,01302121	-0,0130415	-2,028E-05
8	8,77	0,00166808	1,0709688	0,0130133	-0,0130336	-2,027E-05
8,1	8,77	0,00166707	1,07031813	0,01300539	-0,0130256	-2,026E-05
8,2	8,77	0,00166606	1,06966786	0,01299749	-0,0130177	-2,024E-05
8,3	8,77	0,00166505	1,06901799	0,01298959	-0,0130098	-2,023E-05
8,4	8,77	0,00166403	1,06836851	0,0129817	-0,0130019	-2,022E-05
8,5	8,77	0,00166302	1,06771942	0,01297381	-0,012994	-2,021E-05
8,6	8,77	0,00166201	1,06707073	0,01296593	-0,0129861	-2,02E-05
8,7	8,77	0,001661	1,06642243	0,01295805	-0,0129782	-2,018E-05
8,8	8,77	0,00165999	1,06577453	0,01295018	-0,0129704	-2,017E-05
8,9	8,77	0,00165899	1,06512702	0,01294231	-0,0129625	-2,016E-05
9	8,77	0,00165798	1,06447991	0,01293445	-0,0129546	-2,015E-05
9,1	8,77	0,00165697	1,06383318	0,01292659	-0,0129467	-2,013E-05

Titik 2

dt	sat_DO	ox_def	BOD	kd	kr	Q (l/s)
0,05	8,61	0,13	1,16756757	0,01	4,61	3736,17
				all rates as rates of consumption		
time	DO	O2-deficit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
0	8,48	0,13	1,16756757	0,01492223	-0,6195601	-0,6046379
0,1	8,51	0,10409243	1,16682146	0,0149127	-0,480118	-0,4652053
0,2	8,53	0,08083217	1,16607582	0,01490317	-0,3728319	-0,3579287
0,3	8,55	0,06293573	1,16533066	0,01489365	-0,290286	-0,2753924
0,4	8,56	0,04916611	1,16458598	0,01488413	-0,2267747	-0,2118906
0,5	8,57	0,03857158	1,16384177	0,01487462	-0,1779083	-0,1630337
0,6	8,58	0,0304199	1,16309804	0,01486511	-0,1403093	-0,1254442
0,7	8,59	0,02414769	1,16235479	0,01485561	-0,1113793	-0,0965237
0,8	8,59	0,0193215	1,16161201	0,01484612	-0,0891189	-0,0742728
0,9	8,59	0,01560787	1,1608697	0,01483663	-0,07199	-0,0571534
1	8,60	0,0127502	1,16012787	0,01482715	-0,0588093	-0,0439821
1,1	8,60	0,01055109	1,15938651	0,01481768	-0,0486661	-0,0338484
1,2	8,60	0,00885867	1,15864563	0,01480821	-0,0408599	-0,0260517
1,3	8,60	0,00755609	1,15790522	0,01479874	-0,0348518	-0,0200531
1,4	8,60	0,00655343	1,15716528	0,01478929	-0,0302272	-0,0154379
1,5	8,60	0,00578154	1,15642582	0,01477984	-0,0266669	-0,011887
1,6	8,60	0,00518719	1,15568682	0,01477039	-0,0239255	-0,0091551
1,7	8,61	0,00472943	1,1549483	0,01476095	-0,0218141	-0,0070532
1,8	8,61	0,00437677	1,15421026	0,01475152	-0,0201875	-0,005436
1,9	8,61	0,00410497	1,15347268	0,01474209	-0,0189339	-0,0041918
2	8,61	0,00389538	1,15273558	0,01473267	-0,0179671	-0,0032345
2,1	8,61	0,00373366	1,15199894	0,01472326	-0,0172212	-0,002498
2,2	8,61	0,00360876	1,15126278	0,01471385	-0,0166451	-0,0019313
2,3	8,61	0,0035122	1,15052709	0,01470445	-0,0161997	-0,0014953
2,4	8,61	0,00343743	1,14979186	0,01469505	-0,0158549	-0,0011598
2,5	8,61	0,00337944	1,14905711	0,01468566	-0,0155874	-0,0009017
2,6	8,61	0,00333436	1,14832283	0,01467628	-0,0153794	-0,0007032
2,7	8,61	0,0032992	1,14758902	0,0146669	-0,0152173	-0,0005504
2,8	8,61	0,00327168	1,14685567	0,01465752	-0,0150903	-0,0004328
2,9	8,61	0,00325004	1,14612279	0,01464816	-0,0149905	-0,0003424
3	8,61	0,00323292	1,14539039	0,0146388	-0,0149116	-0,0002728
3,1	8,61	0,00321928	1,14465845	0,01462944	-0,0148487	-0,0002192
3,2	8,61	0,00320832	1,14392697	0,01462009	-0,0147981	-0,000178
3,3	8,61	0,00319942	1,14319597	0,01461075	-0,0147571	-0,0001463
3,4	8,61	0,0031921	1,14246543	0,01460141	-0,0147233	-0,0001219
3,5	8,61	0,00318601	1,14173536	0,01459208	-0,0146952	-0,0001031
3,6	8,61	0,00318085	1,14100576	0,01458276	-0,0146714	-8,866E-05
3,7	8,61	0,00317642	1,14027662	0,01457344	-0,014651	-7,753E-05
3,8	8,61	0,00317254	1,13954795	0,01456413	-0,0146331	-6,897E-05
3,9	8,61	0,00316909	1,13881974	0,01455482	-0,0146172	-6,237E-05
4	8,61	0,00316597	1,138092	0,01454552	-0,0146028	-5,728E-05
4,1	8,61	0,00316311	1,13736472	0,01453622	-0,0145896	-5,337E-05
4,2	8,61	0,00316044	1,13663791	0,01452693	-0,0145773	-5,035E-05
4,3	8,61	0,00315792	1,13591157	0,01451765	-0,0145657	-4,802E-05



4,4	8,61	0,00315552	1,13518568	0,01450837	-0,0145546	-4,622E-05
4,5	8,61	0,00315321	1,13446027	0,0144991	-0,0145439	-4,483E-05
Time	DO	O2-fedicit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
4,6	8,61	0,00315097	1,13373531	0,01448984	-0,0145336	-4,376E-05
4,7	8,61	0,00314878	1,13301082	0,01448058	-0,0145235	-4,293E-05
4,8	8,61	0,00314664	1,13228679	0,01447132	-0,0145136	-4,228E-05
4,9	8,61	0,00314452	1,13156322	0,01446208	-0,0145039	-4,178E-05
5	8,61	0,00314243	1,13084012	0,01445284	-0,0144942	-4,138E-05
5,1	8,61	0,00314036	1,13011748	0,0144436	-0,0144847	-4,108E-05
5,2	8,61	0,00313831	1,1293953	0,01443437	-0,0144752	-4,083E-05
5,3	8,61	0,00313627	1,12867358	0,01442515	-0,0144658	-4,064E-05
5,4	8,61	0,00313424	1,12795232	0,01441593	-0,0144564	-4,049E-05
5,5	8,61	0,00313221	1,12723153	0,01440672	-0,0144471	-4,036E-05
5,6	8,61	0,00313019	1,12651119	0,01439751	-0,0144378	-4,026E-05
5,7	8,61	0,00312818	1,12579131	0,01438831	-0,0144285	-4,018E-05
5,8	8,61	0,00312617	1,1250719	0,01437911	-0,0144192	-4,01E-05
5,9	8,61	0,00312417	1,12435294	0,01436993	-0,01441	-4,004E-05
6	8,61	0,00312216	1,12363445	0,01436074	-0,0144007	-3,999E-05
6,1	8,61	0,00312017	1,12291641	0,01435157	-0,0143915	-3,995E-05
6,2	8,61	0,00311817	1,12219883	0,01434239	-0,0143823	-3,99E-05
6,3	8,61	0,00311617	1,12148171	0,01433323	-0,0143731	-3,987E-05
6,4	8,61	0,00311418	1,12076505	0,01432407	-0,0143639	-3,983E-05
6,5	8,61	0,00311219	1,12004885	0,01431492	-0,0143547	-3,98E-05
6,6	8,61	0,0031102	1,1193331	0,01430577	-0,0143455	-3,977E-05
6,7	8,61	0,00310821	1,11861781	0,01429663	-0,0143364	-3,974E-05
6,8	8,61	0,00310622	1,11790298	0,01428749	-0,0143272	-3,971E-05
6,9	8,61	0,00310424	1,11718861	0,01427836	-0,014318	-3,968E-05
7	8,61	0,00310225	1,11647469	0,01426924	-0,0143089	-3,966E-05
7,1	8,61	0,00310027	1,11576123	0,01426012	-0,0142997	-3,963E-05
7,2	8,61	0,00309829	1,11504822	0,01425101	-0,0142906	-3,96E-05
7,3	8,61	0,00309631	1,11433567	0,0142419	-0,0142815	-3,958E-05
7,4	8,61	0,00309433	1,11362358	0,0142328	-0,0142723	-3,955E-05
7,5	8,61	0,00309235	1,11291194	0,0142237	-0,0142632	-3,952E-05
7,6	8,61	0,00309038	1,11220075	0,01421461	-0,0142541	-3,95E-05
7,7	8,61	0,0030884	1,11149002	0,01420553	-0,014245	-3,947E-05
7,8	8,61	0,00308643	1,11077974	0,01419645	-0,0142359	-3,945E-05
7,9	8,61	0,00308446	1,11006992	0,01418738	-0,0142268	-3,942E-05
8	8,61	0,00308248	1,10936055	0,01417831	-0,0142177	-3,94E-05
8,1	8,61	0,00308051	1,10865164	0,01416925	-0,0142086	-3,937E-05
8,2	8,61	0,00307855	1,10794317	0,0141602	-0,0141995	-3,935E-05
8,3	8,61	0,00307658	1,10723516	0,01415115	-0,0141905	-3,932E-05
8,4	8,61	0,00307461	1,10652761	0,01414211	-0,0141814	-3,93E-05
8,5	8,61	0,00307265	1,1058205	0,01413307	-0,0141723	-3,927E-05
8,6	8,61	0,00307068	1,10511385	0,01412404	-0,0141633	-3,925E-05
8,7	8,61	0,00306872	1,10440765	0,01411501	-0,0141542	-3,922E-05
8,8	8,61	0,00306676	1,1037019	0,01410599	-0,0141452	-3,92E-05
8,9	8,61	0,0030648	1,1029966	0,01409698	-0,0141361	-3,917E-05
9	8,61	0,00306284	1,10229175	0,01408797	-0,0141271	-3,915E-05

Titik 3

dt	sat_DO	ox_def	BOD	kd	kr	Q (l/s)
0,05	8,51	0,06	1,18918919	0,01	11,24	3423,75
				all rates as rates of consumption		
time	DO	O2-deficit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
0	8,45	0,06	1,18918919	0,01567114	-0,6289145	-0,6132434
0,1	8,48	0,02528378	1,18840563	0,01566081	-0,2842268	-0,2685659
0,2	8,50	0,01185548	1,18762259	0,0156505	-0,133273	-0,1176225
0,3	8,50	0,00597436	1,18684007	0,01564018	-0,0671605	-0,0515203
0,4	8,51	0,00339834	1,18605806	0,01562988	-0,0382023	-0,0225724
0,5	8,51	0,00226972	1,18527656	0,01561958	-0,0255149	-0,0098954
0,6	8,51	0,00177495	1,18449558	0,01560929	-0,019953	-0,0043437
0,7	8,51	0,00155776	1,18371512	0,015599	-0,0175115	-0,0019125
0,8	8,51	0,00146214	1,18293517	0,01558872	-0,0164365	-0,0008478
0,9	8,51	0,00141974	1,18215573	0,01557845	-0,01596	-0,0003816
1	8,51	0,00140067	1,18137681	0,01556819	-0,0157455	-0,0001774
1,1	8,51	0,0013918	1,1805984	0,01555793	-0,0156459	-8,793E-05
1,2	8,51	0,0013874	1,17982051	0,01554768	-0,0155964	-4,876E-05
1,3	8,51	0,00138496	1,17904312	0,01553743	-0,015569	-3,16E-05
1,4	8,51	0,00138338	1,17826625	0,0155272	-0,0155513	-2,407E-05
1,5	8,51	0,00138218	1,17748989	0,01551697	-0,0155377	-2,077E-05
1,6	8,51	0,00138114	1,17671404	0,01550674	-0,0155261	-1,932E-05
1,7	8,51	0,00138018	1,1759387	0,01549652	-0,0155152	-1,868E-05
1,8	8,51	0,00137924	1,17516388	0,01548631	-0,0155047	-1,839E-05
1,9	8,51	0,00137832	1,17438956	0,01547611	-0,0154944	-1,826E-05
2	8,51	0,00137741	1,17361576	0,01546591	-0,0154841	-1,819E-05
2,1	8,51	0,0013765	1,17284246	0,01545572	-0,0154739	-1,816E-05
2,2	8,51	0,00137559	1,17206968	0,01544554	-0,0154637	-1,814E-05
2,3	8,51	0,00137469	1,1712974	0,01543536	-0,0154535	-1,812E-05
2,4	8,51	0,00137378	1,17052563	0,01542519	-0,0154433	-1,811E-05
2,5	8,51	0,00137287	1,16975437	0,01541503	-0,0154331	-1,809E-05
2,6	8,51	0,00137197	1,16898362	0,01540487	-0,015423	-1,808E-05
2,7	8,51	0,00137107	1,16821338	0,01539472	-0,0154128	-1,807E-05
2,8	8,51	0,00137016	1,16744364	0,01538458	-0,0154026	-1,806E-05
2,9	8,51	0,00136926	1,16667441	0,01537444	-0,0153925	-1,804E-05
3	8,51	0,00136836	1,16590569	0,01536431	-0,0153823	-1,803E-05
3,1	8,51	0,00136746	1,16513747	0,01535419	-0,0153722	-1,802E-05
3,2	8,51	0,00136655	1,16436976	0,01534407	-0,0153621	-1,801E-05
3,3	8,51	0,00136565	1,16360256	0,01533396	-0,015352	-1,8E-05
3,4	8,51	0,00136475	1,16283586	0,01532386	-0,0153418	-1,798E-05
3,5	8,51	0,00136386	1,16206967	0,01531376	-0,0153317	-1,797E-05
3,6	8,51	0,00136296	1,16130398	0,01530367	-0,0153216	-1,796E-05
3,7	8,51	0,00136206	1,1605388	0,01529358	-0,0153115	-1,795E-05
3,8	8,51	0,00136116	1,15977412	0,01528351	-0,0153014	-1,794E-05
3,9	8,51	0,00136026	1,15900994	0,01527344	-0,0152914	-1,793E-05
4	8,51	0,00135937	1,15824627	0,01526337	-0,0152813	-1,791E-05
4,1	8,51	0,00135847	1,1574831	0,01525332	-0,0152712	-1,79E-05
4,2	8,51	0,00135758	1,15672044	0,01524327	-0,0152612	-1,789E-05
4,3	8,51	0,00135668	1,15595827	0,01523322	-0,0152511	-1,788E-05

time	DO	O2-fedicit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
4,4	8,51	0,00135579	1,15519661	0,01522319	-0,0152411	-1,787E-05
4,5	8,51	0,0013549	1,15443545	0,01521315	-0,015231	-1,785E-05
4,6	8,51	0,001354	1,1536748	0,01520313	-0,015221	-1,784E-05
4,7	8,51	0,00135311	1,15291464	0,01519311	-0,0152109	-1,783E-05
4,8	8,51	0,00135222	1,15215498	0,0151831	-0,0152009	-1,782E-05
4,9	8,51	0,00135133	1,15139583	0,0151731	-0,0151909	-1,781E-05
5	8,51	0,00135044	1,15063717	0,0151631	-0,0151809	-1,78E-05
5,1	8,51	0,00134955	1,14987902	0,01515311	-0,0151709	-1,778E-05
5,2	8,51	0,00134866	1,14912136	0,01514313	-0,0151609	-1,777E-05
5,3	8,51	0,00134777	1,14836421	0,01513315	-0,0151509	-1,776E-05
5,4	8,51	0,00134688	1,14760755	0,01512318	-0,0151409	-1,775E-05
5,5	8,51	0,00134599	1,14685139	0,01511321	-0,0151309	-1,774E-05
5,6	8,51	0,00134511	1,14609573	0,01510325	-0,015121	-1,773E-05
5,7	8,51	0,00134422	1,14534057	0,0150933	-0,015111	-1,771E-05
5,8	8,51	0,00134334	1,1445859	0,01508336	-0,0151011	-1,77E-05
5,9	8,51	0,00134245	1,14383173	0,01507342	-0,0150911	-1,769E-05
6	8,51	0,00134157	1,14307806	0,01506349	-0,0150812	-1,768E-05
6,1	8,51	0,00134068	1,14232489	0,01505356	-0,0150712	-1,767E-05
6,2	8,51	0,0013398	1,14157221	0,01504364	-0,0150613	-1,766E-05
6,3	8,51	0,00133892	1,14082003	0,01503373	-0,0150514	-1,764E-05
6,4	8,51	0,00133803	1,14006834	0,01502383	-0,0150415	-1,763E-05
6,5	8,51	0,00133715	1,13931715	0,01501393	-0,0150315	-1,762E-05
6,6	8,51	0,00133627	1,13856645	0,01500403	-0,0150216	-1,761E-05
6,7	8,51	0,00133539	1,13781625	0,01499415	-0,0150117	-1,76E-05
6,8	8,51	0,00133451	1,13706655	0,01498427	-0,0150019	-1,759E-05
6,9	8,51	0,00133363	1,13631733	0,01497439	-0,014992	-1,757E-05
7	8,51	0,00133275	1,13556861	0,01496453	-0,0149821	-1,756E-05
7,1	8,51	0,00133187	1,13482039	0,01495467	-0,0149722	-1,755E-05
7,2	8,51	0,001331	1,13407265	0,01494481	-0,0149624	-1,754E-05
7,3	8,51	0,00133012	1,13332541	0,01493497	-0,0149525	-1,753E-05
7,4	8,51	0,00132924	1,13257866	0,01492513	-0,0149426	-1,752E-05
7,5	8,51	0,00132837	1,13183241	0,01491529	-0,0149328	-1,751E-05
7,6	8,51	0,00132749	1,13108664	0,01490546	-0,014923	-1,749E-05
7,7	8,51	0,00132662	1,13034137	0,01489564	-0,0149131	-1,748E-05
7,8	8,51	0,00132574	1,12959659	0,01488583	-0,0149033	-1,747E-05
7,9	8,51	0,00132487	1,1288523	0,01487602	-0,0148935	-1,746E-05
8	8,51	0,001324	1,12810849	0,01486622	-0,0148837	-1,745E-05
8,1	8,51	0,00132312	1,12736518	0,01485642	-0,0148739	-1,744E-05
8,2	8,51	0,00132225	1,12662236	0,01484663	-0,0148641	-1,742E-05
8,3	8,51	0,00132138	1,12588003	0,01483685	-0,0148543	-1,741E-05
8,4	8,51	0,00132051	1,12513819	0,01482708	-0,0148445	-1,74E-05
8,5	8,51	0,00131964	1,12439683	0,01481731	-0,0148347	-1,739E-05
8,6	8,51	0,00131877	1,12365597	0,01480754	-0,0148249	-1,738E-05
8,7	8,51	0,0013179	1,12291559	0,01479779	-0,0148152	-1,737E-05
8,8	8,51	0,00131703	1,1221757	0,01478804	-0,0148054	-1,736E-05
8,9	8,51	0,00131617	1,1214363	0,01477829	-0,0147956	-1,734E-05
9	8,51	0,0013153	1,12069739	0,01476855	-0,0147859	-1,733E-05

Titik 4

dt	sat_DO	ox_def	BOD	kd	kr	Q (l/s)
0,05	8,36	0,03	1,21	0,01	2,16	3090,01
all rates as rates of consumption						
time	DO	O2-deficit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
0	8,32	0,03	1,21081081	0,0167316	-0,0661497	-0,0494181
0,1	8,33	0,02820477	1,20997423	0,01672004	-0,0608214	-0,0441014
0,2	8,33	0,0259997	1,20913823	0,01670849	-0,0560664	-0,0393579
0,3	8,33	0,02403181	1,2083028	0,01669694	-0,0518227	-0,0351258
0,4	8,33	0,02227552	1,20746796	0,01668541	-0,0480354	-0,03135
0,5	8,33	0,02070801	1,20663369	0,01667388	-0,0446552	-0,0279814
0,6	8,34	0,01930895	1,20579999	0,01666236	-0,0416383	-0,0249759
0,7	8,34	0,01806015	1,20496687	0,01665085	-0,0389453	-0,0222945
0,8	8,34	0,01694543	1,20413433	0,01663934	-0,0365415	-0,0199022
0,9	8,34	0,01595032	1,20330237	0,01662785	-0,0343956	-0,0177678
1	8,34	0,01506193	1,20247097	0,01661636	-0,0324799	-0,0158635
1,1	8,34	0,01426875	1,20164016	0,01660488	-0,0307695	-0,0141646
1,2	8,34	0,01356052	1,20080991	0,0165934	-0,0292422	-0,0126488
1,3	8,34	0,01292808	1,19998024	0,01658194	-0,0278784	-0,0112965
1,4	8,34	0,01236326	1,19915114	0,01657048	-0,0266604	-0,0100899
1,5	8,34	0,01185876	1,19832262	0,01655903	-0,0255725	-0,0090135
1,6	8,34	0,01140809	1,19749467	0,01654759	-0,0246007	-0,0080531
1,7	8,34	0,01100543	1,19666729	0,01653616	-0,0237324	-0,0071962
1,8	8,34	0,01064562	1,19584048	0,01652473	-0,0229565	-0,0064317
1,9	8,34	0,01032404	1,19501424	0,01651332	-0,022263	-0,0057497
2	8,34	0,01003655	1,19418858	0,01650191	-0,0216431	-0,0051411
2,1	8,35	0,0097795	1,19336348	0,0164905	-0,0210887	-0,0045982
2,2	8,35	0,00954958	1,19253896	0,01647911	-0,0205929	-0,0041138
2,3	8,35	0,00934389	1,191715	0,01646773	-0,0201494	-0,0036817
2,4	8,35	0,00915981	1,19089162	0,01645635	-0,0197524	-0,0032961
2,5	8,35	0,00899501	1,1900688	0,01644498	-0,019397	-0,0029521
2,6	8,35	0,0088474	1,18924655	0,01643361	-0,0190787	-0,0026451
2,7	8,35	0,00871515	1,18842487	0,01642226	-0,0187935	-0,0023713
2,8	8,35	0,00859658	1,18760376	0,01641091	-0,0185379	-0,002127
2,9	8,35	0,00849023	1,18678321	0,01639958	-0,0183085	-0,001909
3	8,35	0,00839479	1,18596323	0,01638824	-0,0181027	-0,0017145
3,1	8,35	0,00830906	1,18514382	0,01637692	-0,0179179	-0,0015409
3,2	8,35	0,00823202	1,18432497	0,01636561	-0,0177517	-0,0013861
3,3	8,35	0,00816271	1,18350669	0,0163543	-0,0176023	-0,001248
3,4	8,35	0,00810031	1,18268898	0,016343	-0,0174677	-0,0011247
3,5	8,35	0,00804408	1,18187183	0,01633171	-0,0173464	-0,0010147
3,6	8,35	0,00799334	1,18105524	0,01632042	-0,017237	-0,0009166
3,7	8,35	0,00794751	1,18023922	0,01630915	-0,0171382	-0,000829
3,8	8,35	0,00790606	1,17942376	0,01629788	-0,0170488	-0,0007509
3,9	8,35	0,00786851	1,17860887	0,01628662	-0,0169678	-0,0006812
4	8,35	0,00783445	1,17779454	0,01627537	-0,0168944	-0,000619
4,1	8,35	0,0078035	1,17698077	0,01626412	-0,0168276	-0,0005635
4,2	8,35	0,00777532	1,17616757	0,01625288	-0,0167669	-0,000514
4,3	8,35	0,00774962	1,17535492	0,01624165	-0,0167115	-0,0004698

time	DO	O2-fedicit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
4,4	8,35	0,00772613	1,17454284	0,01623043	-0,0166608	-0,0004304
4,5	8,35	0,00770461	1,17373132	0,01621922	-0,0166144	-0,0003952
4,6	8,35	0,00768485	1,17292036	0,01620801	-0,0165718	-0,0003638
4,7	8,35	0,00766666	1,17210996	0,01619681	-0,0165326	-0,0003358
4,8	8,35	0,00764988	1,17130012	0,01618562	-0,0164964	-0,0003107
4,9	8,35	0,00763434	1,17049083	0,01617444	-0,0164629	-0,0002884
5	8,35	0,00761992	1,16968211	0,01616326	-0,0164318	-0,0002685
5,1	8,35	0,00760649	1,16887395	0,0161521	-0,0164028	-0,0002507
5,2	8,35	0,00759396	1,16806634	0,01614094	-0,0163758	-0,0002348
5,3	8,35	0,00758221	1,1672593	0,01612978	-0,0163505	-0,0002207
5,4	8,35	0,00757118	1,16645281	0,01611864	-0,0163267	-0,000208
5,5	8,35	0,00756078	1,16564688	0,0161075	-0,0163042	-0,0001967
5,6	8,35	0,00755094	1,1648415	0,01609637	-0,016283	-0,0001867
5,7	8,35	0,00754161	1,16403668	0,01608525	-0,0162629	-0,0001776
5,8	8,35	0,00753273	1,16323242	0,01607414	-0,0162437	-0,0001696
5,9	8,35	0,00752425	1,16242871	0,01606303	-0,0162255	-0,0001624
6	8,35	0,00751613	1,16162556	0,01605193	-0,0162079	-0,000156
6,1	8,35	0,00750832	1,16082296	0,01604084	-0,0161911	-0,0001503
6,2	8,35	0,00750081	1,16002092	0,01602976	-0,0161749	-0,0001452
6,3	8,35	0,00749355	1,15921943	0,01601868	-0,0161593	-0,0001406
6,4	8,35	0,00748652	1,1584185	0,01600762	-0,0161441	-0,0001365
6,5	8,35	0,0074797	1,15761812	0,01599656	-0,0161294	-0,0001328
6,6	8,35	0,00747306	1,15681829	0,0159855	-0,0161151	-0,0001296
6,7	8,35	0,00746658	1,15601902	0,01597446	-0,0161011	-0,0001266
6,8	8,35	0,00746025	1,15522029	0,01596342	-0,0160874	-0,000124
6,9	8,35	0,00745404	1,15442212	0,01595239	-0,0160741	-0,0001217
7	8,35	0,00744796	1,1536245	0,01594137	-0,016061	-0,0001196
7,1	8,35	0,00744198	1,15282743	0,01593036	-0,0160481	-0,0001177
7,2	8,35	0,0074361	1,15203092	0,01591935	-0,0160354	-0,000116
7,3	8,35	0,0074303	1,15123495	0,01590835	-0,0160229	-0,0001145
7,4	8,35	0,00742457	1,15043953	0,01589736	-0,0160105	-0,0001132
7,5	8,35	0,00741891	1,14964466	0,01588638	-0,0159983	-0,0001119
7,6	8,35	0,00741332	1,14885034	0,0158754	-0,0159862	-0,0001108
7,7	8,35	0,00740777	1,14805657	0,01586443	-0,0159743	-0,0001099
7,8	8,35	0,00740228	1,14726335	0,01585347	-0,0159624	-0,000109
7,9	8,35	0,00739683	1,14647068	0,01584252	-0,0159507	-0,0001082
8	8,35	0,00739142	1,14567855	0,01583157	-0,015939	-0,0001075
8,1	8,35	0,00738605	1,14488697	0,01582063	-0,0159274	-0,0001068
8,2	8,35	0,00738071	1,14409594	0,0158097	-0,0159159	-0,0001062
8,3	8,35	0,0073754	1,14330546	0,01579878	-0,0159045	-0,0001057
8,4	8,35	0,00737011	1,14251552	0,01578786	-0,0158931	-0,0001052
8,5	8,35	0,00736485	1,14172613	0,01577695	-0,0158817	-0,0001048
8,6	8,35	0,00735961	1,14093728	0,01576605	-0,0158704	-0,0001044
8,7	8,35	0,00735439	1,14014898	0,01575516	-0,0158592	-0,000104
8,8	8,35	0,00734919	1,13936122	0,01574427	-0,015848	-0,0001037
8,9	8,35	0,00734401	1,138574	0,0157334	-0,0158368	-0,0001034
9	8,35	0,00733884	1,13778733	0,01572253	-0,0158256	-0,0001031

Titik 5

dt	sat_DO	ox_def	BOD	kd	kr	Q (l/s)
0,05	8,19	0,10	1,23	0,01	11,53	3273,67
				all rates as rates of consumption		
time	DO	O2-deficit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
0	8,09	0,10	1,23243243	0,01791289	-1,1938369	-1,175924
0,1	8,15	0,04471731	1,23153679	0,01789987	-0,5157315	-0,4978316
0,2	8,17	0,01982573	1,23064179	0,01788686	-0,2286531	-0,2107663
0,3	8,18	0,00928742	1,22974745	0,01787387	-0,1071132	-0,0892393
0,4	8,19	0,00482545	1,22885376	0,01786088	-0,0556527	-0,0377918
0,5	8,19	0,00293586	1,22796071	0,0178479	-0,0338597	-0,0160118
0,6	8,19	0,00213527	1,22706832	0,01783493	-0,0246264	-0,0067915
0,7	8,19	0,0017957	1,22617657	0,01782196	-0,02071	-0,0028881
0,8	8,19	0,00165129	1,22528547	0,01780901	-0,0190446	-0,0012356
0,9	8,19	0,00158951	1,22439502	0,01779607	-0,0183321	-0,000536
1	8,19	0,00156271	1,22350522	0,01778314	-0,018023	-0,0002399
1,1	8,19	0,00155072	1,22261606	0,01777021	-0,0178847	-0,0001145
1,2	8,19	0,001545	1,22172755	0,0177573	-0,0178187	-6,137E-05
1,3	8,19	0,00154193	1,22083969	0,01774439	-0,0177833	-3,889E-05
1,4	8,19	0,00153998	1,21995247	0,0177315	-0,0177609	-2,936E-05
1,5	8,19	0,00153852	1,21906589	0,01771861	-0,0177439	-2,531E-05
1,6	8,19	0,00153725	1,21817996	0,01770574	-0,0177293	-2,359E-05
1,7	8,19	0,00153607	1,21729468	0,01769287	-0,0177157	-2,286E-05
1,8	8,19	0,00153493	1,21641003	0,01768001	-0,0177025	-2,253E-05
1,9	8,19	0,0015338	1,21552603	0,01766716	-0,0176896	-2,239E-05
2	8,19	0,00153268	1,21464267	0,01765432	-0,0176766	-2,232E-05
2,1	8,19	0,00153157	1,21375996	0,01764149	-0,0176638	-2,228E-05
2,2	8,19	0,00153045	1,21287788	0,01762867	-0,0176509	-2,225E-05
2,3	8,19	0,00152934	1,21199645	0,01761586	-0,0176381	-2,223E-05
2,4	8,19	0,00152823	1,21111566	0,01760306	-0,0176253	-2,221E-05
2,5	8,19	0,00152712	1,2102355	0,01759027	-0,0176125	-2,22E-05
2,6	8,19	0,00152601	1,20935599	0,01757748	-0,0175997	-2,218E-05
2,7	8,19	0,0015249	1,20847712	0,01756471	-0,0175869	-2,216E-05
2,8	8,19	0,00152379	1,20759888	0,01755195	-0,0175741	-2,215E-05
2,9	8,19	0,00152268	1,20672128	0,01753919	-0,0175613	-2,213E-05
3	8,19	0,00152158	1,20584432	0,01752644	-0,0175486	-2,212E-05
3,1	8,19	0,00152047	1,204968	0,01751371	-0,0175358	-2,21E-05
3,2	8,19	0,00151936	1,20409232	0,01750098	-0,0175231	-2,208E-05
3,3	8,19	0,00151826	1,20321727	0,01748826	-0,0175103	-2,207E-05
3,4	8,19	0,00151716	1,20234285	0,01747555	-0,0174976	-2,205E-05
3,5	8,19	0,00151605	1,20146908	0,01746285	-0,0174849	-2,204E-05
3,6	8,19	0,00151495	1,20059593	0,01745016	-0,0174722	-2,202E-05
3,7	8,19	0,00151385	1,19972343	0,01743748	-0,0174595	-2,2E-05
3,8	8,19	0,00151275	1,19885155	0,01742481	-0,0174468	-2,199E-05
3,9	8,19	0,00151165	1,19798031	0,01741214	-0,0174341	-2,197E-05
4	8,19	0,00151055	1,1971097	0,01739949	-0,0174214	-2,196E-05
4,1	8,19	0,00150946	1,19623973	0,01738684	-0,0174088	-2,194E-05
4,2	8,19	0,00150836	1,19537039	0,01737421	-0,0173961	-2,192E-05
4,3	8,19	0,00150726	1,19450168	0,01736158	-0,0173835	-2,191E-05

time	DO	O2-fedicit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
4,4	8,19	0,00150617	1,1936336	0,01734897	-0,0173709	-2,189E-05
4,5	8,19	0,00150507	1,19276615	0,01733636	-0,0173582	-2,188E-05
4,6	8,19	0,00150398	1,19189933	0,01732376	-0,0173456	-2,186E-05
4,7	8,19	0,00150289	1,19103314	0,01731117	-0,017333	-2,184E-05
4,8	8,19	0,00150179	1,19016759	0,01729859	-0,0173204	-2,183E-05
4,9	8,19	0,0015007	1,18930266	0,01728602	-0,0173078	-2,181E-05
5	8,19	0,00149961	1,18843835	0,01727346	-0,0172953	-2,18E-05
5,1	8,19	0,00149852	1,18757468	0,0172609	-0,0172827	-2,178E-05
5,2	8,19	0,00149743	1,18671164	0,01724836	-0,0172701	-2,176E-05
5,3	8,19	0,00149634	1,18584922	0,01723582	-0,0172576	-2,175E-05
5,4	8,19	0,00149526	1,18498743	0,0172233	-0,017245	-2,173E-05
5,5	8,19	0,00149417	1,18412626	0,01721078	-0,0172325	-2,172E-05
5,6	8,19	0,00149309	1,18326572	0,01719827	-0,01722	-2,17E-05
5,7	8,19	0,001492	1,18240581	0,01718577	-0,0172075	-2,169E-05
5,8	8,19	0,00149092	1,18154652	0,01717329	-0,017195	-2,167E-05
5,9	8,19	0,00148983	1,18068786	0,0171608	-0,0171825	-2,165E-05
6	8,19	0,00148875	1,17982982	0,01714833	-0,01717	-2,164E-05
6,1	8,19	0,00148767	1,1789724	0,01713587	-0,0171575	-2,162E-05
6,2	8,19	0,00148659	1,17811561	0,01712342	-0,017145	-2,161E-05
6,3	8,19	0,00148551	1,17725944	0,01711097	-0,0171326	-2,159E-05
6,4	8,19	0,00148443	1,17640389	0,01709854	-0,0171201	-2,158E-05
6,5	8,19	0,00148335	1,17554896	0,01708611	-0,0171077	-2,156E-05
6,6	8,19	0,00148227	1,17469465	0,0170737	-0,0170952	-2,154E-05
6,7	8,19	0,00148119	1,17384097	0,01706129	-0,0170828	-2,153E-05
6,8	8,19	0,00148012	1,17298791	0,01704889	-0,0170704	-2,151E-05
6,9	8,19	0,00147904	1,17213546	0,0170365	-0,017058	-2,15E-05
7	8,19	0,00147797	1,17128364	0,01702412	-0,0170456	-2,148E-05
7,1	8,19	0,00147689	1,17043243	0,01701175	-0,0170332	-2,147E-05
7,2	8,19	0,00147582	1,16958184	0,01699938	-0,0170208	-2,145E-05
7,3	8,19	0,00147475	1,16873187	0,01698703	-0,0170085	-2,143E-05
7,4	8,19	0,00147367	1,16788252	0,01697468	-0,0169961	-2,142E-05
7,5	8,19	0,0014726	1,16703379	0,01696235	-0,0169838	-2,14E-05
7,6	8,19	0,00147153	1,16618567	0,01695002	-0,0169714	-2,139E-05
7,7	8,19	0,00147046	1,16533817	0,0169377	-0,0169591	-2,137E-05
7,8	8,19	0,00146939	1,16449128	0,01692539	-0,0169468	-2,136E-05
7,9	8,19	0,00146833	1,16364501	0,01691309	-0,0169344	-2,134E-05
8	8,19	0,00146726	1,16279936	0,0169008	-0,0169221	-2,133E-05
8,1	8,19	0,00146619	1,16195432	0,01688852	-0,0169098	-2,131E-05
8,2	8,19	0,00146513	1,16110989	0,01687625	-0,0168975	-2,13E-05
8,3	8,19	0,00146406	1,16026608	0,01686398	-0,0168853	-2,128E-05
8,4	8,19	0,001463	1,15942288	0,01685173	-0,016873	-2,126E-05
8,5	8,19	0,00146194	1,1585803	0,01683948	-0,0168607	-2,125E-05
8,6	8,19	0,00146087	1,15773832	0,01682724	-0,0168485	-2,123E-05
8,7	8,19	0,00145981	1,15689696	0,01681501	-0,0168362	-2,122E-05
8,8	8,19	0,00145875	1,15605621	0,01680279	-0,016824	-2,12E-05
8,9	8,19	0,00145769	1,15521607	0,01679058	-0,0168118	-2,119E-05
9	8,19	0,00145663	1,15437654	0,01677838	-0,0167996	-2,117E-05

Titik 6

Dt	sat_DO	ox_def	BOD	kd	kr	Q (l/s)
0,05	8,08	0,08	1,25	0,02	11,09	3639,98
				all rates as rates of consumption		
time	DO	O2-deficit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
0	8,00	0,08	1,25405405	0,01885152	-0,8871505	-0,868299
0,1	8,04	0,03658505	1,25311148	0,01883735	-0,4057056	-0,3868682
0,2	8,06	0,01724164	1,25216961	0,01882319	-0,1911991	-0,1723759
0,3	8,07	0,00862284	1,25122845	0,01880904	-0,095622	-0,0768129
0,4	8,08	0,0047822	1,250288	0,01879491	-0,0530316	-0,0342367
0,5	8,08	0,00307036	1,24934825	0,01878078	-0,0340484	-0,0152676
0,6	8,08	0,00230698	1,24840921	0,01876666	-0,025583	-0,0068163
0,7	8,08	0,00196616	1,24747088	0,01875256	-0,0218035	-0,003051
0,8	8,08	0,00181361	1,24653325	0,01873846	-0,0201119	-0,0013734
0,9	8,08	0,00174494	1,24559633	0,01872438	-0,0193504	-0,000626
1	8,08	0,00171365	1,24466011	0,01871031	-0,0190033	-0,000293
1,1	8,08	0,001699	1,2437246	0,01869624	-0,0188408	-0,0001446
1,2	8,08	0,00169177	1,24278978	0,01868219	-0,0187607	-7,847E-05
1,3	8,08	0,00168784	1,24185567	0,01866815	-0,0187172	-4,9E-05
1,4	8,08	0,00168539	1,24092227	0,01865412	-0,01869	-3,586E-05
1,5	8,08	0,0016836	1,23998956	0,0186401	-0,0186701	-3E-05
1,6	8,08	0,0016821	1,23905756	0,01862609	-0,0186535	-2,738E-05
1,7	8,08	0,00168073	1,23812625	0,01861209	-0,0186383	-2,62E-05
1,8	8,08	0,00167942	1,23719565	0,0185981	-0,0186238	-2,566E-05
1,9	8,08	0,00167814	1,23626574	0,01858412	-0,0186095	-2,541E-05
2	8,08	0,00167687	1,23533654	0,01857015	-0,0185954	-2,529E-05
2,1	8,08	0,0016756	1,23440803	0,01855619	-0,0185814	-2,523E-05
2,2	8,08	0,00167434	1,23348022	0,01854224	-0,0185674	-2,519E-05
2,3	8,08	0,00167308	1,23255311	0,01852831	-0,0185535	-2,516E-05
2,4	8,08	0,00167183	1,23162669	0,01851438	-0,0185395	-2,513E-05
2,5	8,08	0,00167057	1,23070097	0,01850047	-0,0185256	-2,511E-05
2,6	8,08	0,00166931	1,22977595	0,01848656	-0,0185117	-2,509E-05
2,7	8,08	0,00166806	1,22885162	0,01847267	-0,0184977	-2,508E-05
2,8	8,08	0,00166681	1,22792799	0,01845878	-0,0184838	-2,506E-05
2,9	8,08	0,00166555	1,22700505	0,01844491	-0,0184699	-2,504E-05
3	8,08	0,0016643	1,2260828	0,01843104	-0,0184561	-2,502E-05
3,1	8,08	0,00166305	1,22516125	0,01841719	-0,0184422	-2,5E-05
3,2	8,08	0,0016618	1,22424039	0,01840335	-0,0184283	-2,498E-05
3,3	8,08	0,00166055	1,22332022	0,01838952	-0,0184145	-2,496E-05
3,4	8,08	0,0016593	1,22240075	0,01837569	-0,0184006	-2,494E-05
3,5	8,08	0,00165806	1,22148196	0,01836188	-0,0183868	-2,492E-05
3,6	8,08	0,00165681	1,22056387	0,01834808	-0,018373	-2,491E-05
3,7	8,08	0,00165556	1,21964647	0,01833429	-0,0183592	-2,489E-05
3,8	8,08	0,00165432	1,21872975	0,01832051	-0,0183454	-2,487E-05
3,9	8,08	0,00165308	1,21781373	0,01830674	-0,0183316	-2,485E-05
4	8,08	0,00165183	1,21689839	0,01829298	-0,0183178	-2,483E-05
4,1	8,08	0,00165059	1,21598374	0,01827923	-0,018304	-2,481E-05
4,2	8,08	0,00164935	1,21506978	0,01826549	-0,0182903	-2,479E-05
4,3	8,08	0,00164811	1,2141565	0,01825176	-0,0182765	-2,478E-05



4,4	8,08	0,00164687	1,21324392	0,01823804	-0,0182628	-2,476E-05
time	DO	O2-deficit	BOD	kd*BOD	kr*ox_def	net rate
4,5	8,08	0,00164563	1,21233201	0,01822434	-0,0182491	-2,474E-05
4,6	8,08	0,0016444	1,2114208	0,01821064	-0,0182354	-2,472E-05
4,7	8,08	0,00164316	1,21051027	0,01819695	-0,0182217	-2,47E-05
4,8	8,08	0,00164193	1,20960042	0,01818327	-0,018208	-2,468E-05
4,9	8,08	0,00164069	1,20869125	0,01816961	-0,0181943	-2,466E-05
5	8,08	0,00163946	1,20778277	0,01815595	-0,0181806	-2,465E-05
5,1	8,08	0,00163823	1,20687498	0,0181423	-0,0181669	-2,463E-05
5,2	8,08	0,001637	1,20596786	0,01812867	-0,0181533	-2,461E-05
5,3	8,08	0,00163577	1,20506143	0,01811504	-0,0181396	-2,459E-05
5,4	8,08	0,00163454	1,20415568	0,01810142	-0,018126	-2,457E-05
5,5	8,08	0,00163331	1,2032506	0,01808782	-0,0181124	-2,455E-05
5,6	8,08	0,00163208	1,20234621	0,01807422	-0,0180988	-2,453E-05
5,7	8,08	0,00163085	1,2014425	0,01806064	-0,0180852	-2,452E-05
5,8	8,08	0,00162963	1,20053947	0,01804706	-0,0180716	-2,45E-05
5,9	8,08	0,0016284	1,19963712	0,0180335	-0,018058	-2,448E-05
6	8,08	0,00162718	1,19873544	0,01801995	-0,0180444	-2,446E-05
6,1	8,08	0,00162596	1,19783445	0,0180064	-0,0180308	-2,444E-05
6,2	8,08	0,00162473	1,19693413	0,01799287	-0,0180173	-2,442E-05
6,3	8,08	0,00162351	1,19603448	0,01797934	-0,0180037	-2,441E-05
6,4	8,08	0,00162229	1,19513551	0,01796583	-0,0179902	-2,439E-05
6,5	8,08	0,00162107	1,19423722	0,01795233	-0,0179767	-2,437E-05
6,6	8,08	0,00161985	1,19333961	0,01793883	-0,0179632	-2,435E-05
6,7	8,08	0,00161864	1,19244267	0,01792535	-0,0179497	-2,433E-05
6,8	8,08	0,00161742	1,1915464	0,01791188	-0,0179362	-2,431E-05
6,9	8,08	0,0016162	1,1906508	0,01789841	-0,0179227	-2,43E-05
7	8,08	0,00161499	1,18975588	0,01788496	-0,0179092	-2,428E-05
7,1	8,08	0,00161378	1,18886164	0,01787152	-0,0178958	-2,426E-05
7,2	8,08	0,00161256	1,18796806	0,01785808	-0,0178823	-2,424E-05
7,3	8,08	0,00161135	1,18707516	0,01784466	-0,0178689	-2,422E-05
7,4	8,08	0,00161014	1,18618292	0,01783125	-0,0178555	-2,42E-05
7,5	8,08	0,00160893	1,18529136	0,01781785	-0,017842	-2,419E-05
7,6	8,08	0,00160772	1,18440047	0,01780446	-0,0178286	-2,417E-05
7,7	8,08	0,00160651	1,18351024	0,01779107	-0,0178152	-2,415E-05
7,8	8,08	0,0016053	1,18262069	0,0177777	-0,0178018	-2,413E-05
7,9	8,08	0,0016041	1,18173181	0,01776434	-0,0177885	-2,411E-05
8	8,08	0,00160289	1,18084359	0,01775099	-0,0177751	-2,41E-05
8,1	8,08	0,00160169	1,17995604	0,01773764	-0,0177617	-2,408E-05
8,2	8,08	0,00160048	1,17906916	0,01772431	-0,0177484	-2,406E-05
8,3	8,08	0,00159928	1,17818294	0,01771099	-0,017735	-2,404E-05
8,4	8,08	0,00159808	1,17729739	0,01769768	-0,0177217	-2,402E-05
8,5	8,08	0,00159688	1,17641251	0,01768438	-0,0177084	-2,4E-05
8,6	8,08	0,00159568	1,17552829	0,01767108	-0,0176951	-2,399E-05
8,7	8,08	0,00159448	1,17464474	0,0176578	-0,0176818	-2,397E-05
8,8	8,08	0,00159328	1,17376185	0,01764453	-0,0176685	-2,395E-05
8,9	8,08	0,00159208	1,17287962	0,01763127	-0,0176552	-2,393E-05
9	8,08	0,00159089	1,17199806	0,01761802	-0,0176419	-2,391E-05

Perhitungan Persamaan *Streeter-Phelps*

Titik	DO <sub>0</sub>	DO <sub>5</sub>	BOD	Suhu	h Rata-rata	v Rata-rata	K'	K' <sub>T</sub>	D <sub>LT</sub>	K' <sub>2</sub>	K' <sub>2T</sub>	L <sub>0</sub>	L <sub>t</sub>	DO <sub>s</sub>	D	rD	rR	tc	Xc	Dc	
	mg/l	mg/l	mg/l	( <sup>0</sup> C)	M	m/s	km/jam	Hari <sup>-1</sup>	Hari <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> .hari <sup>-1</sup>	Hari <sup>-1</sup>	Hari <sup>-1</sup>	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l.hari	mg/l.hari	Hari	km	mg/l
1	8,71	7,59	1,12	22,17	0,51	0,46	1,64	0,011	0,012	<b>0,00019</b>	7,55	7,81	21,01	22,20	8,78	0,06	0,240	0,48	0,36	14,21	0,03
2	8,48	7,31	1,17	23,27	0,70	0,38	1,39	0,011	0,013	<b>0,00020</b>	4,38	4,61	21,82	23,05	8,61	0,13	0,262	0,62	0,56	18,58	0,06
3	8,45	7,26	1,19	23,93	0,42	0,48	1,73	0,011	0,013	<b>0,00020</b>	10,56	11,24	22,22	23,48	8,51	0,06	0,274	0,63	0,26	10,89	0,03
4	8,32	7,11	1,21	24,97	0,97	0,20	0,71	0,011	0,014	<b>0,00021</b>	1,99	2,16	22,63	23,90	8,36	0,03	0,292	0,07	1,02	17,39	0,14
5	8,09	6,85	1,23	26,07	0,44	0,48	1,74	0,011	0,015	<b>0,00022</b>	10,47	11,53	23,03	24,33	8,19	0,10	0,311	1,19	0,25	10,62	0,03
6	8,00	6,75	1,25	26,80	0,41	0,36	1,30	0,011	0,015	<b>0,00023</b>	9,95	11,09	23,43	24,76	8,08	0,08	0,327	0,89	0,26	8,09	0,03
Rata-rata	8,34	7,15	1,20	24,53	0,57	0,39	1,42	0,01	0,014	0,00021	7,49	8,07	22,36	23,62	8,42	0,08	0,284	0,65	0,49	14,34	0,05

**DOKUMENTASI KEGIATAN**

**Lampiran I. Lokasi Penelitian**



Titik 1



Titik 2



Titik 3



Titik 4



Titik 5



Titik 6

Lampiran J. Pelaksanaan Penelitian

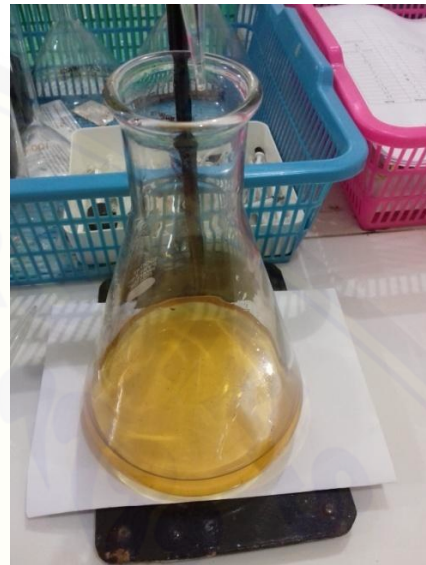


DOKUMENTASI KEGIATAN

K. Pengukuran di Laboratorium



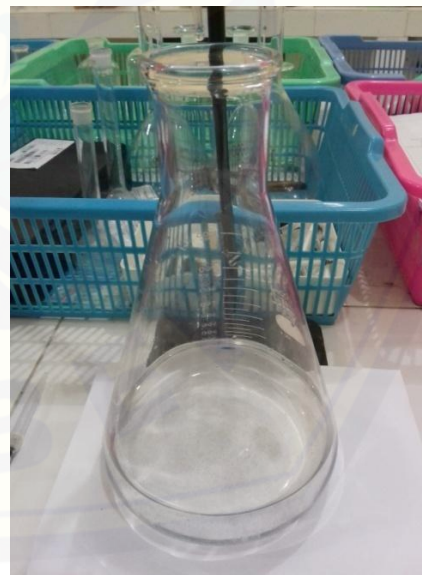
Sampel sebelum ditambahkan larutan



Sampel setelah ditambahkan  $H_2SO_4$



Sampel setelah dititrasi dan ditambahkan amilum



Sampel setelah titrasi akhir

Lampiran L. Peta Kabupaten Jember

