



**ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
SUNGAI BEDADUNG SEGMENT DESA GUMELAR  
MENGUNAKAN METODE *STREETER-PHELPS***

**SKRIPSI**

Oleh

**Rizky Fathonah Imami  
NIM 141710201107**

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



**ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
SUNGAI BEDADUNG SEGMENT DESA GUMELAR  
MENGUNAKAN METODE *STREETER-PHELPS***

**SKRIPSI**

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

Oleh

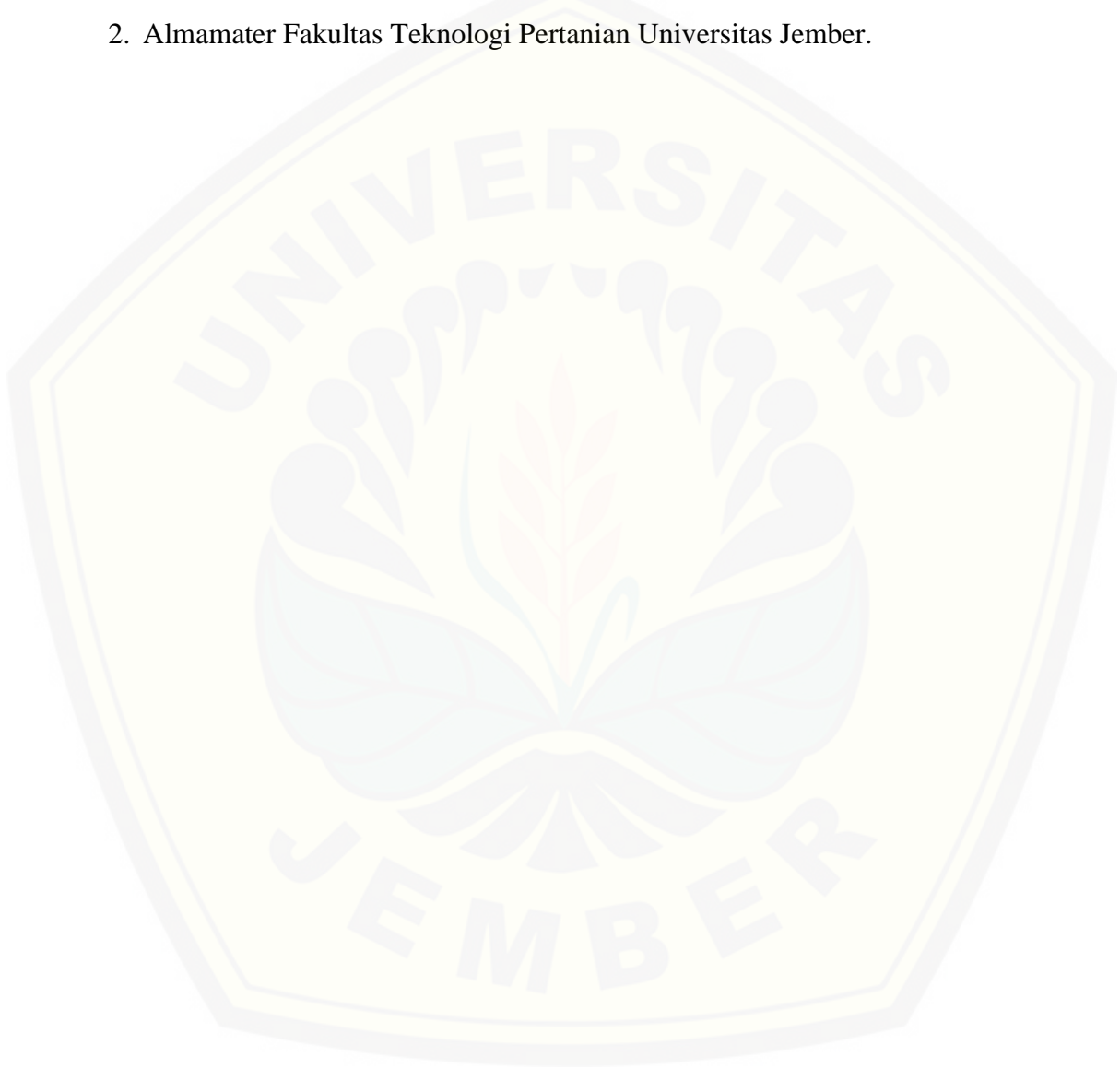
**Rizky Fathonah Imami  
NIM 141710201107**

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

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini Saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua Saya, Ayahanda Imam Syamsiadi (Alm.) dan Ibunda Ismiati, serta kakak-kakak Saya yaitu Achmad Bachtiar dan Resty Khurrotul Imami;
2. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTO**

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”  
(terjemahan Surat Asy-Syarah ayat 6-8)<sup>\*</sup>



---

<sup>\*</sup>Kementerian Agama Republik Indonesia. 2010. Al-Qur'an dan Terjemahan. Bandung: PT Sygma Examedia Arkanleema.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Fathonah Imami

NIM : 141710201107

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar Menggunakan Metode *Streeter-Phelps*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Adapun data yang terdapat di dalam penulisan ini dan hak publikasi adalah milik Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

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

Jember, 6 November 2018  
Yang menyatakan,

Rizky Fathonah Imami  
NIM. 141710201107

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN  
SUNGAI BEDADUNG SEGMENT DESA GUMELAR  
MENGUNAKAN METODE *STREETER-PHELPS***

Oleh

**Rizky Fathonah Imami**  
**NIM 141710201107**

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 Beban Pencemaran Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar Menggunakan Metode *Streeter-Phelps*” karya Rizky Fathonah Imami telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 6 November 2018

tempat : 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,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.  
NIP. 196312121990031002

Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si.  
NIP. 196605171993022001

Mengesahkan  
Dekan,

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

## RINGKASAN

**Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar Menggunakan Metode *Streeter-Phelps***; Rizky Fathonah Imami, 141710201107; 2018; 47 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Sungai Bedadung sebagai wilayah kajian penelitian terletak di Desa Gumelar yang berada di Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember. Masyarakat sekitar memanfaatkan sungai tersebut untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan irigasi pertanian. Selain itu, Sungai Bedadung juga menjadi penampung limpasan daerah pemukiman atau domestik serta limpasan daerah pertanian sehingga memungkinkan zat pencemar masuk ke dalamnya. Bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai secara terus-menerus dapat menurunkan kualitas air dan daya tampung sungai terhadap beban pencemaran. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Air, penetapan daya tampung sungai dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Streeter-Phelps*. Tujuan dalam penelitian ini yaitu menganalisis debit, kualitas air, beban pencemaran, dan daya tampung Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar. Penelitian dilakukan pada Bulan April 2018 di Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar dengan panjang sungai 2.181 m dan dibagi menjadi 5 titik lokasi dengan 4 segmen. Data penelitian diperoleh dengan pengukuran debit, suhu, TSS, TDS, kekeruhan, pH, DO, BOD, dan COD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata parameter kualitas air Sungai Bedadung memenuhi kriteria mutu air kelas III berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sungai Bedadung dengan mutu air kelas III dapat dimanfaatkan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Debit Sungai Bedadung memiliki nilai rata-rata 5,098 m<sup>3</sup>/detik. Beban pencemaran tertinggi Sungai Bedadung berada pada GML01 (735,59 kg/hari) dan terendah berada pada GML03 (552,62 kg/hari). Nilai rata-rata laju deoksigenasi dan laju reaerasi masing-masing yaitu 0,036 mg/l.hari dan 0,0456 mg/l.hari. Berdasarkan kurva defisit oksigen yang diperoleh, rata-rata pemurnian alami Sungai Bedadung yaitu dengan jarak kritis 12,386 km. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemurnian alami Sungai Bedadung dibagi menjadi tiga zona, yaitu Zona Degradasi, Zona Pemulihan, dan Zona Air Bersih. Nilai DO model rata-rata atau hasil perhitungan yaitu 7,559 mg/l yang nilainya lebih besar dari DO kritis rata-rata yaitu 7,447 mg/l sehingga daya tampung Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar masih memenuhi.



## SUMMARY

**The Pollution Load Carrying Capacity Analysis of Bedadung River, Gumelar Village Segment by Using *Streeter-Phelps* Method;** Rizky Fatonah Imami, 141710201107; 2018; 47 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

The study area is Bedadung River that is located in Gumelar Village of Rambipuji District, Jember Regency. The people use the river to fulfill their daily needs and agricultural irrigation. In addition, Bedadung River also uses as a place for domestic waste and agricultural waste, so it is very possible to make some pollutants enter the river. Pollutants that enter the river continuously can reduce water quality and carrying capacity of the river. Based on The Regulation of Environmental Minister Number 01 year 2010 about Water Pollution Control, the determination of river capacity can be determined by using *Streeter-Phelps* method. The purpose of this study was to analyze the water flow, water quality, pollution load, and carrying capacity of Bedadung River in Gumelar Village segment. The study was conducted on April 2018 in Bedadung River in Gumelar Village segment with the length 2.181 m and divided into 5 locations with 4 segments. The research data was obtained by measuring water flow, temperature, TSS, TDS, turbidity, pH, DO, BOD, and COD. The results showed that based on Government Regulation of The Republic of Indonesia Number 82 year 2001 about Water Quality Management and Water Pollution Control, the average value of water quality in Bedadung River were included to class III water quality criteria. It meant that the water quality of Bedadung River can be used for freshwater fish cultivation, farm, irrigation, and some community needs that require the same water quality. The average value of the water flow of Bedadung River was 5,098 m<sup>3</sup>/second. The highest pollution load in Bedadung River was GML01 (735,59 kg/day) and the lowest was GML03 (552,62 kg/day). The average of deoxygenation rate was 0,036 mg/day and the average value of reaeration rate was 0,0456 mg/day. Based on the oxygen deficit curve obtained in this study, the natural purification of Bedadung River with critical distance was 12,386 km. The result also showed that the natural purification of Bedadung River was divided into three zones, namely Degradation Zone, Recovery Zone, and Clean Water Zone. The calculation result of DO value was 7,559 mg/l. It was higher than average of the critical DO which was 7,447 mg/l. Thus, it means that the carrying capacity of Bedadung River in Gumelar Village segment still fulfilled.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar Menggunakan Metode *Streeter-Phelps*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dr. Elida Novita S.TP., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. selaku Ketua Dosen Penguji dan Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si. selaku Anggota Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu dan melakukan evaluasi dalam ujian skripsi;
3. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si. selaku Ketua Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan evaluasi dalam penulisan skripsi ini;
4. Sutarsih S.TP., M.Sc., dan Dian Purbasari S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Seluruh dosen pengampu mata kuliah yang telah membimbing penulis selama melaksanakan studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu dalam proses administrasi dan lain sebagainya;
7. Rekan-rakan Tim Pemodelan Kualitas Air 2014 (Agus Dharmawan, Agung Dwi Ardiansyah, Puri Rahayu, Dwi Noviana, Imamah, Susi Adiyanti, dan Rahayu Ningtias) serta rekan-rekan pendukung (Pak Di, Rofi Yanuar Asmi, Moch Faqih Zainur Rachman, Muhamad Derajat Karim, dan Bram Aditya Wicaksono) yang telah membantu dalam proses penelitian;

8. Rekan-rekan TEP C 2014 dan Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Angkatan 2014 yang mendukung dan memotivasi penulis;
9. HMJ IMATEKTA dan UKM-KI KOSINUS TETA yang telah memberikan motivasi dan pengalaman organisasi yang sangat berharga dalam setiap prosesnya;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan serta membantu penulisan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 6 November 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 MOTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING .....</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>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Kualitas Air .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	4
2.1.2 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	4
2.1.3 Kekeruhan .....	5
2.1.4 <i>Power of Hydrogen (pH)</i> .....	5
2.1.5 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i> .....	5
2.1.6 <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i> .....	6
2.1.7 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	7
2.1.8 Baku Mutu Air.....	7
<b>2.2 Beban Pencemaran .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Daya Tampung .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 <i>Pemodelan BOD</i> .....	10
2.3.2 <i>Proses Pengurangan Oksigen (Deoksigenasi)</i> .....	11
2.3.3 <i>Proses Peningkatan Oksigen Terlarut (Reaerasi)</i> .....	11
2.3.4 <i>Kurva Defisit Oksigen</i> .....	12

<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....</b>	<b>16</b>
3.3.1 Studi Literatur .....	17
3.3.2 Pembagian Titik Lokasi.....	17
3.3.3 Pengambilan Data.....	18
3.3.4 Analisis Data .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Karakteristik Wilayah Kajian.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Kualitas Air Sungai Bedadung .....</b>	<b>27</b>
4.2.1 TSS Sungai Bedadung.....	28
4.2.2 TDS Sungai Bedadung .....	29
4.2.3 Kekeruhan Sungai Bedadung .....	30
4.2.4 pH Sungai Bedadung.....	30
4.2.5 DO Sungai Bedadung.....	31
4.2.6 BOD Sungai Bedadung .....	32
4.2.7 COD Sungai Bedadung .....	32
4.2.8 Kelas Mutu Air Sungai Bedadung.....	33
<b>4.3 Debit Air Sungai Bedadung .....</b>	<b>33</b>
<b>4.4 Beban Pencemaran Sungai Bedadung .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung.....</b>	<b>35</b>
4.5.1 Laju Deoksigenasi dan Laju Reaerasi Sungai Bedadung..	36
4.5.2 Pemurnian Alami ( <i>Self Purification</i> ) Sungai Bedadung ...	38
4.5.3 Daya Tampung Sungai Bedadung.....	41
<b>4.6 Verifikasi Nilai DO Lapang .....</b>	<b>44</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>46</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>46</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>50</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kelarutan oksigen dalam air .....	6
2.2 Baku mutu air berdasarkan pembagian kelas .....	7
2.3 Kelas mutu air dan peruntukannya .....	8
2.4 Penentuan kedalaman pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran ...	10
3.1 Titik lokasi penelitian di Sungai Bedadung.....	14
4.1 Tata guna lahan Desa Gumelar.....	24
4.2 Data kualitas air Sungai Bedadung.....	28
4.3 Data debit air Sungai Bedadung .....	34
4.4 Data beban pencemaran Sungai Bedadung.....	35
4.5 Data perhitungan daya tampung Sungai Bedadung.....	39
4.6 Data DO model dan DO kritis di Sungai Bedadung.....	42
4.7 Data DO verifikasi Sungai Bedadung .....	44

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pembagian lebar pias penampang sungai .....	9
2.2 Kurva deoksigenasi, reaerasi, dan defisit oksigen .....	13
3.1 Peta lokasi penelitian di Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar .....	15
3.2 Diagram alir tahapan penelitian .....	16
3.3 Pembagian titik pada sungai .....	18
3.4 Pembagian pias pada penampang sungai.....	19
4.1 Kondisi di sekitar GML01 .....	25
4.2 Area penambangan pasir di GML02.....	26
4.3 Limpasan peternakan ayam di GML03 .....	26
4.4 Kondisi di sekitar GML04 .....	27
4.5 Limpasan di GML05.....	27
4.6 TSS Sungai Bedadung .....	29
4.7 TDS Sungai Bedadung .....	29
4.8 Kekeruhan Sungai Bedadung .....	30
4.9 pH Sungai Bedadung .....	31
4.10 DO Sungai Bedadung .....	31
4.11 BOD Sungai Bedadung.....	32
4.12 Debit Sungai Bedadung .....	34
4.13 Laju deoksigenasi ( $rD$ ) Sungai Bedadung .....	36
4.14 Kondisi GML04.....	37
4.15 Laju reaerasi ( $rR$ ) Sungai Bedadung .....	38
4.16 Kurva defisit oksigen Sungai Bedadung .....	41
4.17 Daya tampung Sungai Bedadung.....	43
4.18 Kurva DO verifikasi dan DO model.....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Penampang Melintang ( <i>Cross Section</i> ) Sungai .....	50
B Lampiran Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.....	52
C Data TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	54
D Data TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) .....	59
E Data Kekeruhan .....	60
F Data pH ( <i>Power of Hydrogen</i> ).....	61
G Data COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	62
H Data Suhu.....	62
I Data DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) Lapang .....	64
J Data BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) .....	67
K Data Pengukuran Debit Sungai.....	72
L Data Beban Pencemaran Sungai .....	79
M Data Perhitungan <i>Streeter-Phelps</i> .....	81
N Data Penurunan Oksigen Sungai .....	84
O Data Daya Tampung Sungai .....	92
P Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	93



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai adalah alur atau wadah alami maupun buatan berupa jaringan pengaliran air mulai dari hulu pegunungan sampai bermuara ke danau atau laut dengan dibatasi oleh garis sempadan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai). Sungai berperan penting dalam kehidupan masyarakat sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari maupun kebutuhan irigasi untuk pertanian. Sungai juga berperan sebagai penampung limpasan daerah pemukiman atau domestik, limpasan daerah pertanian serta limpasan banjir sehingga memungkinkan bahan pencemar masuk ke dalamnya.

Sungai Bedadung merupakan sungai terbesar yang berada pada DAS Bedadung Hilir dan melintasi Kabupaten Jember dengan panjang 46.875 m (Santoso dkk., 2014). Salah satu wilayah yang dialiri Sungai Bedadung yaitu Desa Gumelar di Kecamatan Rambipuji dengan tata guna lahan sebagai daerah pemukiman, persawahan, perkebunan dan peternakan. Bahan pencemar yang terbawa dari hulu Sungai Bedadung dan limbah dari aktivitas masyarakat yang dibuang maupun dialirkan ke dalam sungai secara terus-menerus dapat menurunkan kualitas air sehingga sungai tidak dapat digunakan sebagaimana peruntukannya. Peningkatan bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai juga dapat mempengaruhi daya tampung sungai terhadap beban pencemaran (Djoharam dkk., 2018).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Air, penetapan daya tampung beban pencemaran pada sungai sebagai sumber air perlu dilakukan sebagai upaya untuk mengendalikan pencemaran air. Metode penetapan daya tampung menurut peraturan tersebut yaitu dengan melakukan identifikasi terhadap sumber pencemar, kualitas air, beban pencemaran, dan pemanfaatan sungai. Kualitas air sungai dapat diketahui dengan analisis parameter fisik maupun kimia yang didasarkan pada mutu air kelas II dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun

2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Mutu air kelas II tersebut digunakan sebagai baku mutu air sungai yang aman untuk dimanfaatkan oleh masyarakat. Sedangkan, beban pencemaran sungai dapat diketahui dengan terlebih dahulu mengidentifikasi debit aliran dan konsentrasi bahan pencemar organik yang diukur berdasarkan nilai BOD.

Perubahan konsentrasi oksigen terlarut (DO) atau defisit oksigen pada sungai dapat mengindikasikan mutu kualitas air Sungai Bedadung. Selain itu, menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air, metode pemodelan *Streeter-Phelps* dapat digunakan untuk mengukur daya tampung sungai dengan mempertimbangkan kebutuhan oksigen pada kehidupan air (BOD) dan ditentukan atas dasar defisit oksigen. Apabila konsentrasi oksigen terlarut berada di bawah konsentrasi oksigen kritis maka sungai tersebut tidak memenuhi mutu kualitas air sebagaimana peruntukannya. Perubahan konsentrasi oksigen terlarut juga dapat digunakan untuk menggambarkan kemampuan pemurnian alami sungai terhadap bahan pencemar (*self purification*). Menurut Arbie dkk. (2015), metode *Streeter-Phelps* dipengaruhi proses deoksigenasi (pengurangan oksigen terlarut) akibat dekomposisi bahan organik oleh aktivitas bakteri pengurai serta proses reaerasi (penambahan oksigen terlarut) yang disebabkan turbulensi aliran sungai. Dengan demikian, analisis daya tampung beban pencemaran Sungai Bedadung di Desa Gumelar, diharapkan dapat menjadi salah satu upaya untuk menjaga kualitas air Sungai Bedadung.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kualitas air Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar?
2. Berapa besar beban pencemaran Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar?
3. Bagaimana daya tampung pada Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar menggunakan metode *Streeter-Phelps*?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu pada pengukuran debit dan parameter kualitas air di 5 titik lokasi Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar. Pengukuran parameter kualitas air meliputi TSS, TDS, kekeruhan, pH, DO, BOD, dan COD. Parameter DO dan BOD digunakan dalam pemodelan *Streeter-Phelps* untuk mengetahui daya tampung terhadap beban pencemaran.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Menentukan kualitas air Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar.
2. Menentukan beban pencemaran Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar
3. Menentukan daya tampung Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar terhadap beban pencemaran yang ditimbulkan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk akademisi yaitu dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian yang sejenis. Sedangkan, untuk instansi terkait yaitu dapat dijadikan sebagai sumber inventarisasi data kualitas air, beban pencemaran, dan daya tampung Sungai Bedadung.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kualitas Air

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bertujuan untuk menjamin agar air tetap dalam kondisi alamiah dan dapat dipergunakan sebagaimana peruntukannya. Kualitas air dapat ditentukan berdasarkan parameter fisik (TSS, TDS, kekeruhan) dan parameter kimia (pH, DO, BOD, COD) sebagai berikut.

#### 2.1.1 *Total Suspended Solid (TSS)*

*Total suspended solid (TSS)* atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan dalam air, tidak terlarut, dan tidak dapat langsung mengendap. Padatan tersebut berdiameter  $> 1 \mu\text{m}$  dan dapat tertahan pada saringan berdiameter pori  $0,45 \mu\text{m}$ . TSS terdiri atas lumpur, pasir, serta jasad renik yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003:64). Persamaan untuk perhitungan TSS yaitu sebagai berikut (Alaerts dan Santika, 1984:131).

$$\text{TSS} = \frac{(a-b) \times 1000}{c} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan TSS: konsentrasi zat tersuspensi (mg/l), a: berat filter dan residu sesudah pemanasan  $105^{\circ}\text{C}$  (mg), b: berat filter kering (sudah dipanaskan  $105^{\circ}\text{C}$ ) (mg), dan c: volume sampel (ml).

#### 2.1.2 *Total Dissolved Solid (TDS)*

*Total dissolved solid (TDS)* atau total padatan terlarut adalah padatan yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan padatan tersuspensi dan tidak tertahan pada saringan milipore berdiameter pori  $0,45 \mu\text{m}$ . TDS perairan dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik maupun industri) (Effendi, 2003:63-64). Padatan ini terdiri atas senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air, mineral, dan garam-garamnya (Alaerts dan Santika, 1984:132).

### 2.1.3 Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan adanya padatan tersuspensi, seperti lumpur, bahan organik, dan sebagainya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis padatan tersuspensi, karena tergantung juga pada ukuran dan bentuk butir (Alaerts dan Santika, 1984:96-97).

### 2.1.4 *Power of Hydrogen* (pH)

*Power of hydrogen* (pH) menunjukkan kadar asam atau basah suatu larutan melalui konsentrasi (aktivitas) ion hidrogen ( $H^+$ ). Ion tersebut berada dalam keseimbangan dinamis dengan air ( $H_2O$ ) pada semua reaksi kimia yang berkaitan dengan masalah pencemaran air, dimana sumber ion hidrogen tidak pernah habis. Salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan biologi dan mikrobiologi dalam air yaitu pH. Nilai pH dalam perairan alami berkisar antara 4 – 9 (Alaerts dan Santika, 1984:48).

### 2.1.5 *Dissolved Oxygen* (DO)

*Dissolved oxygen* (DO) merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam air atau limbah (Standar Nasional Indonesia, 2004). Kemampuan air untuk membersihkan pencemaran secara alamiah dipengaruhi cukup tidaknya kadar oksigen terlarut. Oksigen terlarut dalam perairan berasal dari udara dan dari proses fotosintesis tumbuhan-tumbuhan air. Oksigen yang terlarut di dalam air tergantung pada temperatur, tekanan barometrik udara dan kadar mineral dalam air. DO saturasi adalah kelarutan oksigen dalam air pada suhu tertentu. Penentuan konsentrasi DO saturasi dapat dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur suhu perairan, kemudian mencari kesesuaian antara suhu perairan tersebut dengan konsentrasi DO hasil penelitian para ahli sebagaimana disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kelarutan oksigen dalam air

Suhu (C°)	Oksigen Terlarut (mg/l)	Suhu (C°)	Oksigen Terlarut (mg/l)
0	14,621	16	9,870
2	13,829	18	9,467
4	13,107	20	9,092
6	12,447	22	8,743
8	11,843	24	8,418
10	11,288	26	8,113
12	10,777	28	7,827
14	10,306	30	7,559

Sumber: Rice dkk., 2005

Persamaan untuk perhitungan DO yaitu sebagai berikut (Alaerts dan Santika, 1984:171-175).

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

Dengan DO: oksigen terlarut (mg O<sub>2</sub>/l), a: volume titran Natrium Tiosulfat (ml), N: normalitas larutan Natrium Tiosulfat (ek/l), dan v: volume botol Winkler (ml).

#### 2.1.6 *Biological Oxygen Demand* (BOD)

*Biological oxygen demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk mengoksidasi (menguraikan) hampir semua bahan organik yang terlarut dan sebagian bahan organik yang tersuspensi dalam air. Pengukuran BOD didasarkan pada reaksi oksidasi bahan organik dengan oksigen di dalam air, dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri aerobik. Proses oksidasi membutuhkan waktu 2 hari dimana 50% reaksi telah tercapai, 5 hari untuk 75% reaksi dan 20 hari untuk 100% reaksi tercapai dengan suhu inkubasi 20°C. Jumlah bahan organik yang ada di dalam air diukur dengan jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Persamaan untuk perhitungan BOD yaitu sebagai berikut (Alaerts dan Santika, 1984:159-160).

$$BOD^{20_5} = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1 - P)}{P} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan X<sub>0</sub>: oksigen terlarut (DO) sampel pada saat t=0 (mg/l), X<sub>5</sub>: DO sampel pada saat t=5 hari (mg/l), B<sub>0</sub>: DO blanko pada saat t=0 hari (mg/l), B<sub>5</sub>: DO blanko pada saat t=5 hari (mg/l), dan P: derajat pengenceran.

### 2.1.7 Chemical Oxygen Demand (COD)

*Chemical oxygen demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik dalam satu liter sampel uji air dengan oksidator  $K_2Cr_2O_7$  sebagai sumber oksigen. Nilai COD merupakan ukuran pencemaran air oleh bahan-bahan organik yang secara alamiah tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis. Proses ini menurunkan konsentrasi DO dalam air (Alaerts dan Santika, 1984:149).

### 2.1.8 Baku Mutu Air

Mutu Air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter serta metode tertentu berdasarkan perundang-undangan yang berlaku. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kelas mutu air sungai dibagi menjadi empat sebagaimana pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Baku mutu air berdasarkan pembagian kelas

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
TSS	mg/l	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi $\leq 500$ mg/l
TDS	mg/l	1000	1000	1000	2000	
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
DO	mg/l	6	4	3	0	Angka batas minimum
BOD	mg/l	2	3	6	12	
COD	mg/l	10	25	50	100	

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Mutu air dibagi menjadi kelas I, II, III, dan IV sesuai peruntukannya sebagaimana Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kelas mutu air dan peruntukannya

Kelas	Peruntukan
I	Air dapat digunakan untuk baku mutu air minum, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
II	Air dapat digunakan untuk prasarana atau sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
III	Air dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
IV	Air dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

## 2.2 Beban Pencemaran

Pencemaran air pada sungai diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut, dan partikel. Pencemar memasuki badan air dengan berbagai cara, seperti melalui atmosfer, tanah, limpasan (*run off*) pertanian, limbah domestik dan perkotaan, pembuangan limbah industri, dan sebagainya. Pencemaran air dapat mengakibatkan kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu sehingga tidak lagi berfungsi sesuai peruntukannya. Sumber pencemar (polutan) dapat berupa suatu lokasi tertentu (*point source*) dan tak tentu atau tersebar (*non point/diffuse source*) (Effendi, 2003:195).

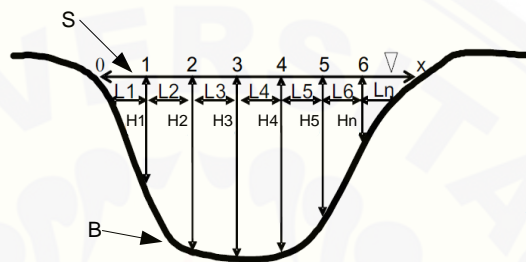
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, beban pencemaran merupakan jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Identifikasi beban pencemaran dilakukan untuk mengetahui kontribusi bahan pencemar dalam mempengaruhi daya tampung sungai untuk dapat melakukan pemurnian alami. Persamaan untuk perhitungan beban pencemaran yaitu sebagai berikut.

$$BP = C \times Q \dots\dots\dots (2.4)$$



Dengan BP: beban pencemaran (kg/hari), C: konsentrasi limbah (mg/l), dan Q: debit air (m<sup>3</sup>/detik).

Beban pencemaran dipengaruhi oleh nilai debit. Debit merupakan jumlah air yang mengalir pada suatu saluran atau sungai per unit waktu. Pengukuran debit dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung luas penampang sungai (*cross section*). Penampang sungai tersebut dibagi menjadi beberapa pias dengan lebar memiliki interval jarak yang sama sebagaimana pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pembagian lebar pias penampang sungai (Sumber: Rahayu dkk., 2009: 27)

Berdasarkan Gambar 2.1 maka debit yang ditentukan merupakan jumlah total debit aliran pada setiap penampang atau dapat dituliskan dengan persamaan berikut (Rahayu dkk., 2009:25-30).

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Q = L_1H_1V_1 + L_2H_2V_2 \dots\dots L_nH_nV_n \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan Q: debit air (m<sup>3</sup>/detik), A : luas penampang (m<sup>2</sup>), danV: kecepatan aliran (m/detik), L: lebar interval (m), H: kedalaman (m), S: permukaan sungai, dan B: dasar sungai.

Perhitungan kecepatan aliran disesuaikan dengan *current meter* dengan persamaan berikut (Triatmodjo, 2013:123).

$$V = aN + b \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan a dan b: konstanta *current meter* menurut tipe alat, serta N jumlah putaran baling-baling (putaran/detik).

Kedalaman pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran dapat ditentukan sebagaimana pada Tabel 2.4 (Rahayu dkk., 2009:30).

Tabel 2.4 Penentuan kedalaman pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran

Kedalaman air (m)	Kedalaman Pengukuran	Perhitungan V rata-rata (m/detik)
0-0,6	0,6 H	$V = V_{0,6}$
0,6 – 3,0	0,2 H dan 0,8 H	$V = 0,5(V_{0,2} + V_{0,8})$
3,0 – 0,6	0,2 H ; 0,6 H dan 0,8 H	$V = 0,25(V_{0,2} + V_{0,6} + V_{0,8})$
> 6	S, 0,2 H ; 0,6 H ; 0,8 H dan B	$V = 0,1 (V_S + 3 V_{0,2} + 2 V_{0,6} + 3 V_{0,8} + V_B)$

Sumber: Rahayu dkk., 2009:30

### 2.3 Daya Tampung

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air, daya tampung beban pencemaran adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut tercemar. Daya tampung dapat ditentukan dengan pemodelan sungai yang diperkenalkan oleh Streeter dan Phelps pada tahun 1925. Sedangkan, berikut pedoman teknis penerapan daya tampung pada sumber air sebagaimana diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Air.

#### 2.3.1 Pemodelan BOD

Pemodelan bertujuan untuk mendapatkan informasi kontribusi beban pencemaran khususnya parameter BOD (bahan pencemar organik). Menurut Streeter dan Phelps (1952), laju oksidasi biokimia senyawa organik ditentukan oleh konsentrasi senyawa organik sisa (residu) sebagaimana persamaan berikut.

$$\frac{dL}{dt} = -Kd \times L \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan L: konsentrasi senyawa organik (mg/l), t: waktu (hari), dan Kd: konstanta deoksigenasi ( $\text{hari}^{-1}$ ).

Apabila konsentrasi awal senyawa organik sebagai BOD adalah  $L_0$  yang dinyatakan sebagai BOD *ultimate* (total) dan  $L_t$  adalah BOD residual pada saat waktu tertentu (t) maka hasil integrasi pertama Persamaan 2.8 selama masa oksidasi sebagai berikut.

$$Lt = L_0 e^{(-Kd.t)} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan Lt: BOD residu (mg/l), Lo: BOD *ultimate* (mg/l), e: 2,178, Kd: konstanta deoksigenasi (hari<sup>-1</sup>), t: 5 (waktu inkubasi untuk BOD<sup>20</sup><sub>5</sub>).

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air, nilai L<sub>0</sub> didapatkan dari persamaan berikut.

$$L_0 = \frac{BOD_5}{(1 - e^{Kd.t})} \dots\dots\dots (2.10)$$

### 2.3.2 Proses Pengurangan Oksigen (Deoksigenasi)

Proses pengurangan oksigen atau deoksigenasi dalam air diakibatkan proses biokimia yang ditentukan dari laju deoksigenasi. Laju deoksigenasi (rD) akibat senyawa organik didapatkan dengan persamaan berikut.

$$rD = Kd_T \times Lt = Kd (1,047)^{T-20} \times Lt \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan Kd<sub>T</sub>: konstanta deoksigenasi pada suhu tertentu (hari<sup>-1</sup>).

Menurut Ramadhani dkk. (2013), nilai Kd (konstanta dekomposisi atau deoksigenasi bahan organik) dapat ditentukan menggunakan metode Hydrosience sebagaimana persamaan berikut.

$$Kd = 0,3 \times \left(\frac{H}{8}\right)^{-0,434} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan Kd: konstanta deoksigenasi (hari<sup>-1</sup>) dan H: kedalaman air (m).

### 2.3.3 Proses Peningkatan Oksigen Terlarut (Reaerasi)

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air, proses reaerasi merupakan proses perpindahan oksigen dari udara ke air. Kecepatan peralihan (transfer) oksigen tersebut dinyatakan dengan laju reaerasi (rR) sebagaimana persamaan berikut.

$$rR = Kr_T \times D = (Kr (1,016)^{T-20}) \times (DO_s - DO_a) \dots\dots\dots (2.13)$$

Nilai Kr didapatkan dari persamaan O'Connor dan Dobbins berikut.

$$Kr = \frac{294 (D_{LT} \times V)^{1/2}}{H^{3/2}} = \frac{294 ((1,760 \times 10^{-4} \times (1,037)^{T-20}) \times V)^{1/2}}{H^{2/3}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan  $K_r$ : konstanta reaerasi ( $\text{hari}^{-1}$ ),  $D$ : defisit oksigen terlarut ( $\text{mg/l}$ ),  $\text{DO}_s$ : oksigen terlarut jenuh ( $\text{mg/l}$ ),  $\text{DO}_a$ : oksigen terlarut sungai ( $\text{mg/l}$ ),  $T$ : suhu air sungai ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $V$ : kecepatan aliran ( $\text{m}^2/\text{s}$ ),  $H$ : kedalaman aliran ( $\text{m}$ ),  $D_{LT}$ : koefisien difusi molekular oksigen pada suhu tertentu ( $\text{m}^2/\text{hari}$ ), dan  $1,76 \times 10^{-4}$ : koefisien difusi molekular oksigen pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.3.4 Kurva Defisit Oksigen

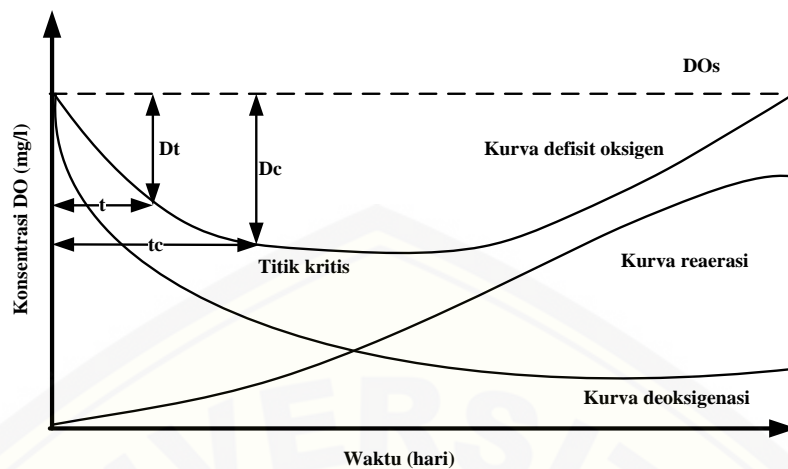
Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air, sungai sebagai badan air memiliki kemampuan memurnikan diri (*self purification*) untuk menghilangkan bahan organik atau pencemar dengan adanya aktivitas biologis dari mikroba di dalamnya. Mikroba membutuhkan oksigen untuk mendekomposisi bahan organik sehingga oksigen terlarut dalam perairan menurun. Suplai oksigen terkait keseimbangan oksigen terlarut dalam menerima beban pencemaran dapat diformulasikan dari kombinasi proses deoksigenasi dan proses reaerasi, hal tersebut dimodelkan oleh Streeter Phelps dalam persamaan reaksi oksigen terlarut (DO). Menurut Marganingrum dkk. (2018), model ini mendifferensiasi proses deoksigenasi dan reaerasi sebagai fungsi dari waktu dan jarak (berkaitan dengan kecepatan arus air sungai) yang diasumsikan bahwa keseimbangan oksigen terjadi dalam sistem aliran sungai yaitu terdistribusi secara merata sebagaimana persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \frac{dD_t}{dt} &= f \text{ (deoksigenasi dan reaerasi)} \\ \frac{dD_t}{dt} &= K_d \cdot L_t - K_r \cdot D_t \dots\dots\dots (2.15) \end{aligned}$$

Nilai  $D_t$  merupakan hasil differensial dari orde 1 dari Persamaan 2.15 sebagaimana berikut.

$$D_t = \frac{K_d \tau \cdot L_0}{K_r \tau - K_d \tau} = (e^{-K_d \tau} - e^{-K_r \tau}) + D_0 e^{-K_r \tau} \dots\dots\dots (2.16)$$

Konsentrasi DO perairan terhadap fungsi waktu dan jarak ditentukan dari selisih DO saturasi ( $\text{DO}_s$ ) dan DO defisit ( $D$ ). Kurva defisit oksigen sebagaimana pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kurva deoksigenasi, reaerasi, dan defisit oksigen (Sumber: Arbie dkk., 2015)

Nilai  $D_c$  didapatkan dari persamaan berikut.

$$D_c = \frac{Kd_T}{Kr_T} L_0 e^{-Kd_T t_c} \dots\dots\dots (2.17)$$

Sedangkan, waktu kritis ( $t_c$ ) dan jarak kritis ( $x_c$ ) didapatkan dengan persamaan berikut.

$$t_c = \frac{1}{Kr_T - Kd_T} \ln \frac{Kr_T}{Kd_T} \left[ 1 - \left( \frac{D_0 (Kr_T - Kd_T)}{Kd_T L_0} \right) \right] \dots\dots\dots (2.18)$$

$$X_c = t_c \cdot V \dots\dots\dots (2.19)$$

Dengan  $t_c$ : waktu kritis (hari),  $X_c$ : jarak kritis (km),  $D_0$ : defisit oksigen pada keadaan awal (mg/l), dan  $D_c$ : defisit oksigen kritis (mg/l).

Gambar 2.2 menggambarkan kurva deoksigenasi, reaerasi, dan defisit oksigen. Kurva deoksigenasi menunjukkan  $rD$  yang mengindikasikan kecepatan reduksi oksigen per hari dari proses deoksigenasi. Kurva reaerasi menunjukkan  $rR$  dimana kandungan oksigen terlarut di dalam air akan bertambah dengan adanya turbulensi sehingga berlangsung proses perpindahan oksigen dari udara ke air. Sedangkan, kurva defisit oksigen menunjukkan laju kandungan oksigen perairan yang mengalami penurunan dikarenakan proses deoksigenasi. Kemudian, oksigen tersebut mengalami peningkatan sampai mencapai DO saturasi dikarenakan adanya proses reaerasi dan hal ini dapat mengindikasikan bahwa perairan telah mampu melakukan pemurnian alami.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2018 di dua tempat yaitu titik lokasi penelitian dan laboratorium. Pengukuran debit, suhu, pH, DO lapang dan pengambilan sampel dilakukan di Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar, Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember. Pengukuran TSS, TDS, kekeruhan, DO, BOD, dan COD dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Titik lokasi penelitian di Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar sebagaimana pada Tabel 3.1 dan peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3.1.

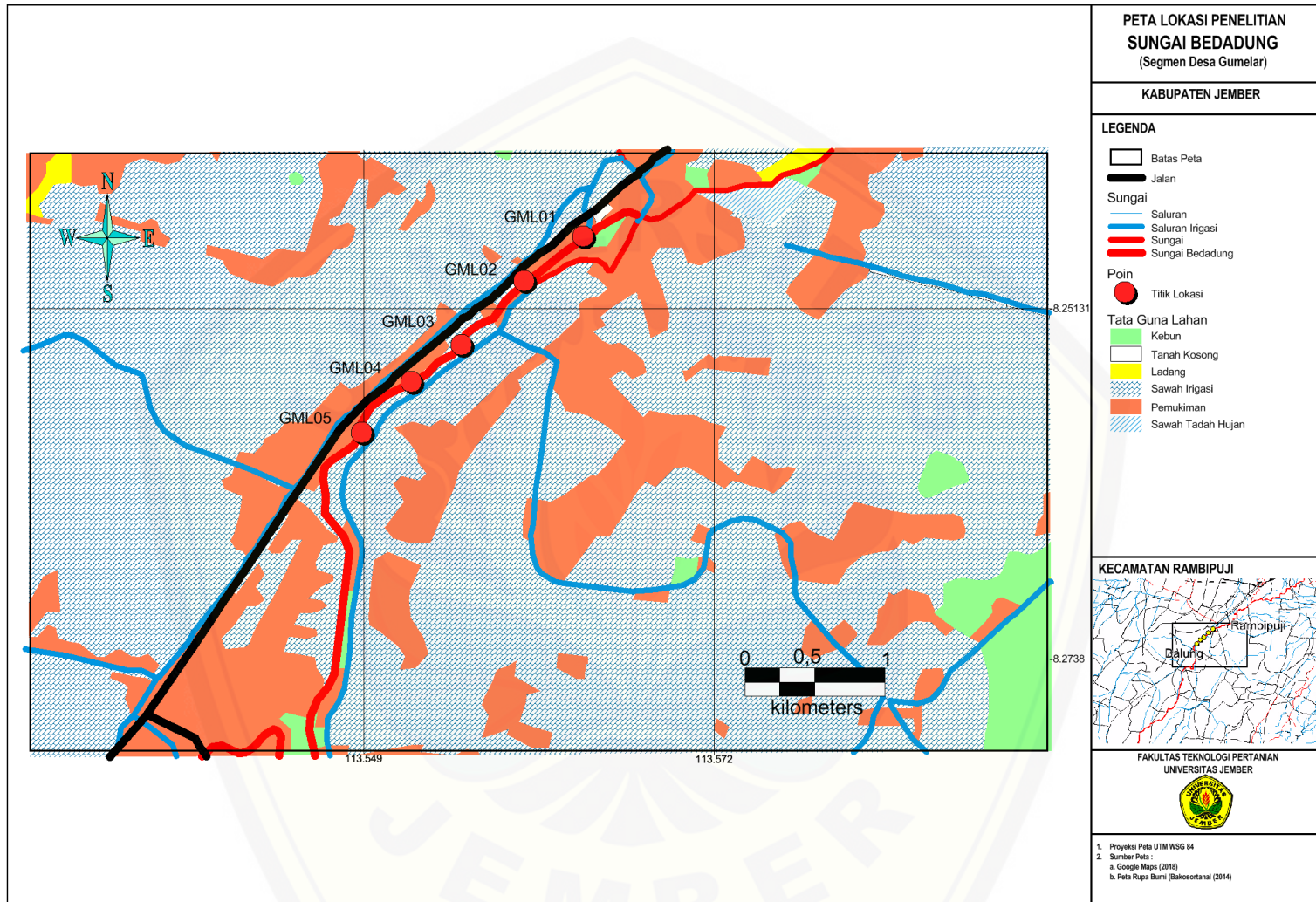
Tabel 3.1 Titik lokasi penelitian di Sungai Bedadung

Desa	Segmen	Titik Lokasi	Koordinat Titik Lokasi	
			°BT	°LS
Gumelar		GML01	113,5631333	-8,24679930
	Segmen 1	GML02	113,5592945	-8,24964083
	Segmen 2	GML03	113,5552423	-8,25373087
	Segmen 3	GML04	113,5520123	-8,25611764
	Segmen 4	GML05	113,5487740	-8,25938480

\*GML adalah singkatan dari Gumelar (desa lokasi penelitian)

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu GPS (*Global Positioning System*), kamera digital, pasak, tali tambang, *roll meter*, SEBA F394 *current meter*, *stopwatch*, kalkulator, termometer, *Senz pH meter*, botol sampel, *cool box*, botol semprot, botol Winkler, gelas beker, erlenmeyer, pipet suntik, pipet volumetrik, bola hisap, buret, lemari es, cawan, neraca analitik OHAUS, penjepit, nampan, oven, desikator, gelas ukur, corong penyaring, KL-139 *TDS meter*, Eutech TN-100 *turbidity meter*, reaktor COD Hanna Instrument HI 839800, dan spektrofotometer Hanna Instrument HI 83099.

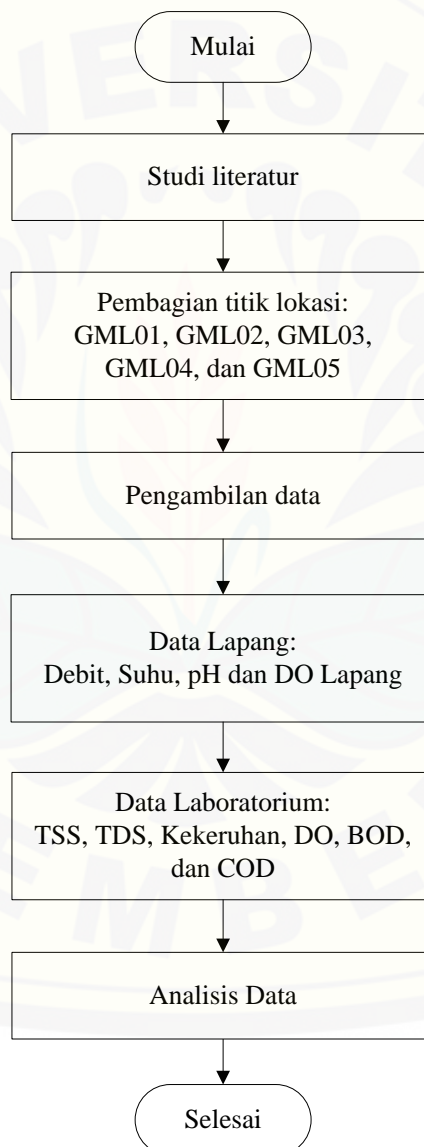


Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian di Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sampel air sungai, Aquades, larutan Mangan Sulfat ( $\text{MnSO}_4$ ), Alkali-iodida Azida, Asam Sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), Natrium Tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), indikator Amilum, tisu, kertas filter *Whataman* diameter pori 0,45  $\mu\text{m}$ , dan Reagen COD HI 93574C.

### 3.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian sebagaimana pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir tahapan penelitian



Berikut merupakan tahapan dalam pelaksanaan penelitian.

### 3.3.1 Studi Literatur

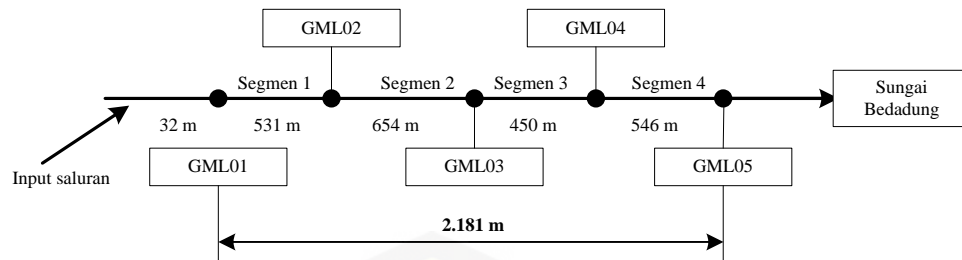
Studi literatur bertujuan untuk mencari referensi yang mendukung dilakukannya penelitian. Literatur tersebut berasal dari buku, artikel penelitian, dan peraturan daerah. Literatur yang dimaksud seperti prosedur penelitian, peraturan pemerintah terkait, dan lain-lain.

### 3.3.2 Pembagian Titik Lokasi

Survey terlebih dahulu dilakukan untuk memilih titik lokasi penelitian berdasarkan pertimbangan kemudahan akses pengambilan sampel penelitian. Sungai yang dipilih sebagai lokasi penelitian yaitu Sungai Bedadung setelah adanya saluran irigasi dari Desa Curah Lele dan sepanjang Sungai Bedadung yang melintasi Desa Gumelar.

Titik lokasi pengukuran ditentukan berdasarkan metode standar penentuan titik pengukuran debit aliran sungai dan pengambilan sampel uji. Titik pengukuran debit ditentukan dengan mencari lokasi yang alirannya terdistribusi merata dan tidak ada aliran memutar sebagaimana pada SNI 8066:2015. Sedangkan, titik pengukuran debit yang juga digunakan sebagai titik pengambilan sampel uji harus berada pada lokasi setelah masuknya bahan pencemar sebagaimana pada SNI 6989.57:2008.

Sungai Bedadung yang melintas di Desa Gumelar yaitu sepanjang 2.181 m, kemudian dibagi sama rata menjadi 5 titik dengan 4 segmen. Hal ini disebabkan karena mayoritas bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai merupakan limpasan dari daerah pemukiman penduduk atau domestik serta daerah pertanian yang menyebar (*non-point source*). Selain itu, penentuan titik didasarkan metode *Purposive Sampling*. *Purposive Sampling* merupakan metode pengambilan sampel berdasarkan titik yang diasumsikan dapat mewakili populasi penelitian, serta adanya kemudahan akses (Mahyudin dkk., 2015:107). Pembagian titik penelitian sebagaimana pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pembagian titik pada sungai

### 3.3.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran debit dan sampel uji parameter kualitas air di lapang serta di laboratorium. Pengambilan dilaksanakan sebanyak 3 kali yang masing-masing pada tanggal 10, 12, dan 14 April 2018. Pengambilan sampel uji dilakukan dengan metode *grab sample* (sesaat) yaitu pengambilan sampel secara langsung di badan air yang sedang dipantau.

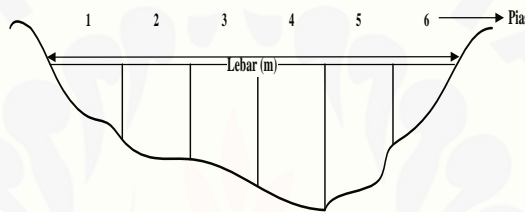
Pengukuran sampel uji parameter kualitas air dibedakan menjadi parameter lapang dan laboratorium. Pengambilan sampel uji parameter pH dan DO lapang masing-masing dengan menempatkan sampel uji (air sungai) pada gelas beker dan botol Winkler. Sedangkan, pengambilan sampel uji untuk pengukuran di laboratorium menggunakan botol sampel. Pengisian sampel uji ke dalam botol Winkler maupun botol sampel harus melalui dinding dan memenuhi botol serta terhindar dari turbulensi dan gelembung udara. Kemudian, sampel uji dalam botol tersebut diawetkan dengan menempatkannya pada *cool box* bersuhu  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  (Alaerts dan Santika, 1984:165). Pengukuran yang dilakukan sebagai berikut.

#### a. Pengukuran debit

Pengambilan data debit ( $Q$ ) didahului dengan membagi lebar ( $L$ ) sungai menjadi 6 pias dan lebar pias tersebut memiliki interval jarak yang sama. Kemudian, dilakukan pengukuran kedalaman ( $H$ ) sungai sehingga didapatkan luas penampang ( $A$ ) atau *cross section* yaitu dari hasil perkalian lebar dan kedalaman. Menurut Rahayu dkk. (2009:26), untuk mengetahui luas penampang basah sungai maka lebar sungai tersebut dibagi menjadi 10 – 20 pias dan kemudian dilakukan pengukuran kedalaman ( $H$ ) sungai pada setiap

interval. Namun, lebar sungai dalam penelitian ini dibagi menjadi 6 pias dikarenakan sungai di titik lokasi penelitian memiliki arus yang deras.

Setelah itu, pengukuran kecepatan ( $V$ ) aliran air sungai dilakukan menggunakan *current meter* sebagaimana prosedur pada SNI 8066:2015. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan interval waktu 10 detik. Nilai debit sungai diperoleh menggunakan Persamaan 2.6 dan 2.7 dengan memperhatikan hasil pengukuran luas penampang serta kecepatan aliran. Pembagian pias pada titik lokasi Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar sebagaimana pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pembagian pias pada penampang sungai

b. Pengukuran suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan mencelupkan termometer langsung pada sampel (air sungai) sampai nilai yang ditunjukkan stabil. Kemudian, mencatat skala termometer tanpa mengangkat lebih dahulu termometer dari air sebagaimana dalam SNI 06-6989.23-2005.

c. Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan *pH meter*, dimana probe *pH meter* dicelupkan ke dalam sampel hingga mencapai nilai yang stabil, kemudian dilakukan pencatatan sebagaimana prosedur dalam SNI 06-6989.11-2004.

d. Pengukuran *total suspended solid* (TSS)

Pengukuran TSS dilakukan secara gravimetri sebagaimana prosedur dalam SNI 06-6989.3-2004 berikut.

- 1) Memanaskan kertas filter (saring) yang telah ditempatkan di atas cawan ke dalam oven bersuhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam, kemudian mendinginkan kertas filter dalam desikator selama 15 menit

- 2) Menimbang berat awal kertas filter
  - 3) Menempatkan kertas filter tersebut ke dalam corong untuk menyaring sampel, lalu menempatkan 50 ml sampel yang telah dihomogenkan ke dalamnya
  - 4) Setelah residu tersaring, kertas filter dipanaskan kembali dalam oven bersuhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam, mendinginkannya selama 15 menit di desikator, kemudian menimbang kembali berat akhir dari kertas filter
  - 5) Perhitungan TSS menggunakan Persamaan 2.1.
- e. Pengukuran *total dissolved solid* (TDS)
- Pengukuran TDS menggunakan *TDS meter*, dimana probe *TDS meter* dicelupkan ke dalam sampel hingga mencapai nilai yang stabil.
- f. Pengukuran kekeruhan
- Pengukuran kekeruhan dilakukan menggunakan *turbidity meter* sebagaimana prosedur dalam SNI 06-6989.25-2005. Prosedur untuk pengukuran kekeruhan yaitu menempatkan sampel dalam botol kecil khusus (kuvet) untuk pemeriksaan kekeruhan pada *turbidity meter*, kemudian dilakukan pembacaan nilai kekeruhan oleh alat tersebut hingga didapat nilai yang stabil.
- g. Pengukuran *dissolved oxygen* (DO)
- Pengukuran DO dilakukan dengan metode titrasi cara Winkler (Iodometri) sebagaimana prosedur dalam SNI 06-6989.14-2004 berikut.
- 1) Menempatkan sampel pada botol Winkler
  - 2) Menambahkan 2 ml  $\text{MnSO}_4$  dan 2 ml Alkali-iodida Azida dengan ujung pipet berada di atas permukaan sampel
  - 3) Menutup dan menghomogenkan sampel tersebut hingga membentuk endapan gumpalan yang sempurna
  - 4) Menambahkan 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, menutup dan menghomogenkan sampel hingga endapan terlarut
  - 5) Memasukkan 100 ml sampel tersebut ke dalam elemeyer 1.000 ml
  - 6) Menitrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  hingga warna sampel memudar, kemudian menambahkan indikator Amilum hingga warna biru tepat hilang.
  - 7) Perhitungan DO menggunakan Persamaan 2.2.
- h. Pengukuran *biological oxygen demand* (BOD)

Pemeriksaan BOD didasarkan atas reaksi biologis yang terjadi di dalam sampel pada temperatur inkubasi 20°C dan dilakukan selama 5 hari ( $BOD^5_{20}$ ). Nilai  $BOD^5_{20}$  diperoleh setelah pengukuran DO hari ke-0 dan hari ke-5 dilakukan. Selanjutnya, nilai BOD dihitung berdasarkan Persamaan 2.3.

i. Pengukuran *chemical oxygen demand* (COD)

Pengukuran COD dilakukan pada GML05 dengan asumsi bahwa titik lokasi tersebut menjadi akumulasi dari nilai total bahan organik di badan air akibat pencemaran yang masuk dan bercampur di sepanjang wilayah kajian. Pengukuran COD menggunakan metode Refluks Tertutup secara spektrofotometri sebagaimana dalam SNI 06-6989.2-2004 berikut.

- 1) Memanaskan Reagen COD HI 93574C yang telah dicampur dengan sampel selama 2 jam menggunakan COD *Reactor* pada suhu 150°C
- 2) Menempatkan Reagen COD HI 93574C yang telah dipanaskan ke dalam Spektrofotometer HI 83099 yang telah dikalibrasi untuk menghitung besar COD, nilai COD yang stabil kemudian dicatat.

#### 3.3.4 Analisis Data

Data yang didapatkan dari pengukuran baik di lapang maupun di laboratorium lalu diolah menggunakan perangkat lunak (software) *Ms Excel 2007* dan *MapInfo* versi 11. Pengolahan data tersebut disajikan dalam bentuk tabel, grafik, maupun gambar. Kemudian, analisis data yang dilakukan meliputi sebagai berikut.

a. Identifikasi debit aliran

Nilai debit Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar diperoleh berdasarkan pengukuran dan perhitungan lebar, kedalaman, luas penampang, dan kecepatan aliran sungai.

b. Penentuan kelas mutu air

Kelas mutu air Sungai Bedadung dapat ditentukan dengan menganalisis parameter kualitas air. Parameter kualitas air tersebut meliputi TSS, TDS, kekeruhan, pH, DO, BOD dan COD yang kemudian dibandingkan dengan baku mutu air. Kelas mutu air Sungai Bedadung belum ditetapkan sehingga

berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Air, mutu air kelas II dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air digunakan sebagai acuan dalam menentukan kualitas air Sungai Bedadung sebagaimana pada Tabel 2.2 dan 2.3.

c. Perhitungan beban pencemaran

Perhitungan beban pencemaran dilakukan untuk mengetahui besarnya bahan pencemar yang masuk ke dalam Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar menggunakan Persamaan 2.4.

d. Penentuan daya tampung sungai dengan persamaan *Streeter-Phelps*

Penentuan daya tampung sungai dilakukan untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menerima beban pencemaran dengan menggunakan Persamaan 2.8 hingga 2.19.

e. Pembuatan kurva defisit oksigen

Data yang diperoleh dari penentuan daya tampung kemudian disajikan menjadi kurva defisit oksigen sebagaimana Gambar 2.2.

f. Verifikasi

Verifikasi pengukuran DO dilaksanakan di setiap segmen lokasi penelitian untuk mengetahui apakah DO aktual atau DO lapang memiliki kesesuaian dengan DO Teoritis berdasarkan jarak tertentu hasil pemodelan dalam metode *Streeter-Phelps*. Verifikasi tersebut dilaksanakan pada tanggal 11 Juli 2018 dengan pengukuran DO lapang di setiap segmen dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

Analisis dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif untuk memberikan gambaran terhadap aktivitas di wilayah kajian yang menimbulkan pengaruh pada kemampuan air Sungai Bedadung dalam melakukan pemurnian alami (*self purification*).

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kualitas air Sungai Bedadung memenuhi kriteria mutu air kelas III berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
2. Beban pencemaran Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar dengan nilai tertinggi berada di GML01 yaitu 735,59 kg/hari.
3. Daya tampung Sungai Bedadung segmen Desa Gumelar masih mampu menampung beban pencemaran yang masuk karena konsentrasi DO model rata-rata sebesar 7,599 mg/l masih berada di atas DO kritis rata-rata yaitu 7,447 mg/l.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, saran yang diberikan sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian terkait daya tampung Sungai Bedadung pada musim kemarau karena perbedaan musim dapat mempengaruhi perubahan kondisi sungai, konsentrasi bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai, debit aliran, dan kualitas air sungai.
2. Pengambilan data di lapang untuk setiap titik perlu memperhatikan pemilihan waktu yang tidak berselisih jauh terutama untuk keperluan verifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan S. S. Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Arbie, R. R., W. D. Nugraha, dan Sudarsono. 2015. Studi Kemampuan *Self Purification* pada Sungai Progo Ditinjau dari Parameter Organik DO dan BOD (*Point Source*: Limbah Sentra Tahu Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(3): 1-15.
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Djoharam, H. 2017. *Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Metode Numerik dan Spasial (Studi Kasus Sungai Pesanggrahan di Wilayah Propinsi DKI Jakarta)*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Djoharam, V., E. Riani, dan M. Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(1): 127-128.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fisesa, E. D., I. Setyobudiandi, dan M. Krisanti. 2014. Kondisi perairan dan struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Depik*. 3(1): 1-9.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003. *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air*. 27 Juni 2003. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta: Deputi 1 MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup.
- Langbein, W. B. dan W. H. Durum. 1967. *The Aeration Capacity of Streams*. Washington DC: United States Geological Survey.
- Mahyudin, Soemarno, dan T. B. Prayogo. 2015. J-PAL. *Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang*. 6(2):107.



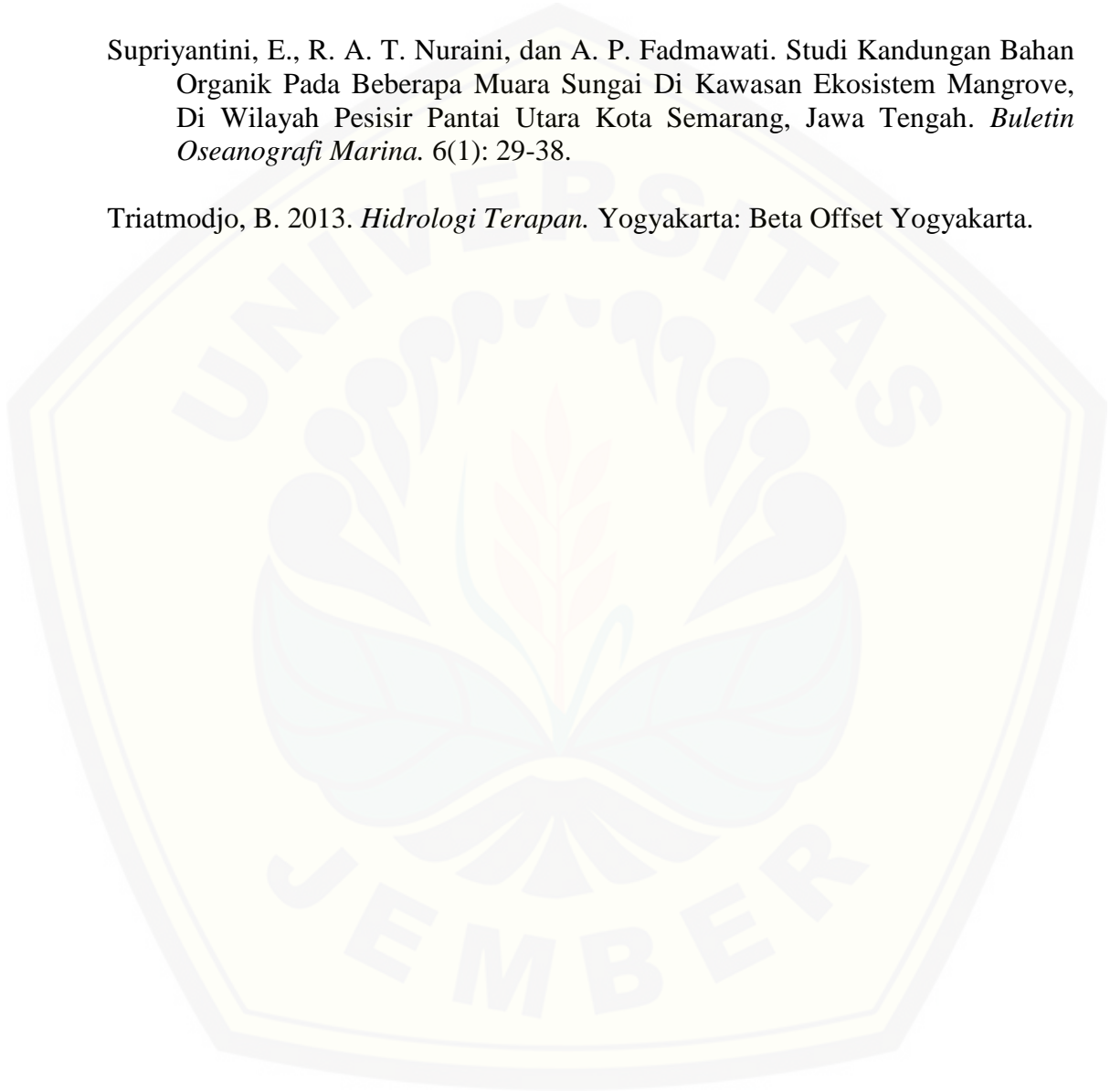
- Marganingrum, D., M. R. Djuwansah, dan A. Mulyono. 2018. Penilaian Daya Tampung Sungai Jangkok dan Sungai Ancar terhadap Polutan Organik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(1): 71-80.
- Mulyanto, H. R. 2007. *Sungai, Fungsi, dan Sifat-Sifatnya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nurhayati, N. D. 2009. Analisis BOD dan COD di Sungai Sroyo sebagai Dampak Industri di Kecamatan Jaten. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. UNS: 379–388.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. *Tata Laksana Pengendalian dan Pencemaran Air*. 14 Januari 2010. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011. *Sungai*. Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5230. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara RI.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air*. 14 Desember 2001. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara RI.
- 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.
- Ramadhani, N. S., R. Purnaiki, dan K. P. Utomo. 2013. Analisis Sebaran Oksigen Terlarut Saluran Sungai Jawi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 1(1): 3.
- Razif, M. 1994. *Penentuan Konstanta Kecepatan Deoksigenasi, Reaerasi, dan Sedimentasi Disepanjang Sungai dengan Simulasi Komputer*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rice, E. W., R. B. Baird, L. S. Clesceri, dan A. D. Eaton. 2005. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22nd ed.* Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Santoso, B., K. Hedrijanto, A. Rahmawati, R. Jannah, dan M. R. Tyas. 2013. *Model Intervensi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) (Community Based Action Research Pada Masyarakat Di Daerah Aliran Sungai Bedadung Kabupaten Jember)*. Jember: Lemlit UNEJ.

Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut secara Yodometri (Modifikasi Azida). SNI 06-6989.14-2004. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Streeter, H. W. dan E. B. Phelps. 1925. *A Study of The Pollution and Natural Purification of Ohio River*. Washington DC: US Public Health Service.

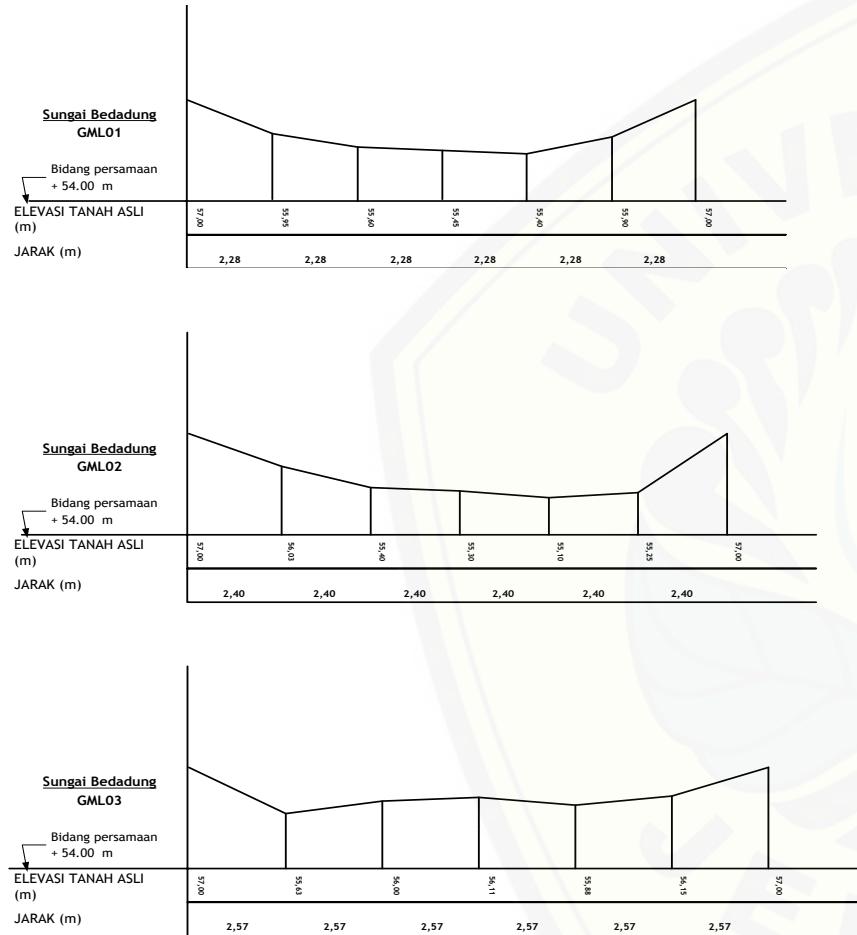
Supriyantini, E., R. A. T. Nuraini, dan A. P. Fadmawati. Studi Kandungan Bahan Organik Pada Beberapa Muara Sungai Di Kawasan Ekosistem Mangrove, Di Wilayah Pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(1): 29-38.

Triatmodjo, B. 2013. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.



**LAMPIRAN A**

**Penampang Melintang (Cross Section) Sungai**



Sungai Bedadung GML01




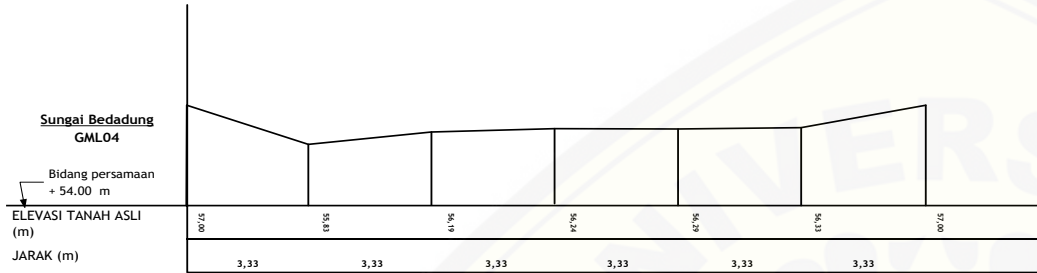
Sungai Bedadung GML02



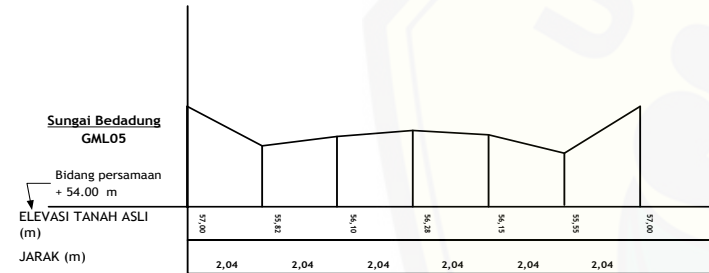
Sungai Bedadung GML03



 LAB. TEKNIK PENGENDALIAN DAN KONSERVASI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER	Propinsi : JAWA TIMUR
	Proyek Pemodelan Kualitas Air Sungai
PENAMPANG MELINTANG (CROSS SECTION) SUNGAI BEDADUNG SEGMENT DESA GUMELAR (GML01 - GML03)	Kabupaten : Jember
	No. Register :
Dibuat : Rizky Fathonah Imami Diperiksa : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.	Tanggal : 03 AGUSTUS 2018
	No. Kontrak :
DISETUJUI Ka. Staf Teknik Pimpinan Proyek	




Sungai Bedadung GML04



Sungai Bedadung GML05



 LAB. TEKNIK PENGENDALIAN DAN KONSERVASI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER	Propinsi : JAWA TIMUR		
	Proyek Pemodelan Kualitas Air Sungai		
PENAMPANG MELINTANG (CROSS SECTION) SUNGAI BEDADUNG SEGMENT DESA GUMELAR (GML04 - GML05)	Kabupaten : Jember		
	No. Register :		
	No. Lembar :		
Dibuat	Rizky Fathonah Imami	Tanggal	No. Kontrak
Diperiksa	Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.	03 AGUSTUS 2018	
DISETUJUI	Ka. Staf Teknik		
	Pimpinan Proyek		

## LAMPIRAN B

**Lampiran**  
**Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001**  
 Tanggal 14 Desember 2001  
 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
<b>FISIKA</b>						
Temperatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/l	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/l	50	50	400	400	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/l
<b>KIMIA ORGANIK</b>						
pH	mg/l	6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/l	2	3	6	12	
COD	mg/l	10	25	50	100	
DO	mg/l	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sebagai P	mg/l	0,2	0,2	1	5	
NO <sub>3</sub> sebagai N	mg/l	10	10	20	20	
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/l sebagai NH <sub>3</sub>
Arsen	mg/l	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/l	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/l	1	1	1	1	
Selenium	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/l
Besi	mg/l	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/l
Timbal	mg/l	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/l
Mangan	mg/l	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/l	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/l

Khlorida	mg/l	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/l	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/l	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/l	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, NO <sub>2</sub> _N ≤ 1 mg/l
Sulfat	mg/l	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/l	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/l	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, S sebagai H <sub>2</sub> S < 0,1 mg/l
<b>MIKROBIOLOGI</b>						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengelolaan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100 ml
Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
<b>RADIOAKTIVITAS</b>						
Gross - A	Bq/l	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross - B	Bq/l	1	1	1	1	
<b>KIMIA ORGANIK</b>						
Minyak dan Lemak	ug/l	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/l	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol sebagai Fenol	ug/l	1	1	1	(-)	
BHC	ug/l	210	210	210	(-)	
Aldrin/ Dieldrin	ug/l	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/l	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/l	2	2	2	2	
Heptachlor dan heptachlor opoxide	ug/l	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	ug/l	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	ug/l	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/l	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/l	5	(-)	(-)	(-)	

**Keterangan:**

mg= miligram, ug= mikrogram, ml= militer, l= liter, Bq= Bequerel, MBAS = Methylene Blue Active Substance, ABAM= Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

Tanda ≤ adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda < adalah lebih kecil

## LAMPIRAN C

Data TSS (*Total Suspended Solid*)

## Pengambilan Ke-1

Titik	Berat Kertas Saring Awal				Berat Kertas Saring Akhir				Nilai TSS		
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-Rata	TSS	Rata-rata	Standar Deviasi
	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(mg/l)	(mg/l)	
GML01	0,5465	0,5489	0,5499	0,5484	0,5565	0,5579	0,5588	0,5577	186,00	207,11	19,83
	0,5503	0,5516	0,5526	0,5515	0,5611	0,5620	0,5629	0,5620	210,00		
	0,5468	0,5478	0,5487	0,5478	0,5583	0,5590	0,5598	0,5590	225,33		
GML02	0,5379	0,5391	0,5399	0,5390	0,5468	0,5476	0,5483	0,5476	172,00	172,44	34,00
	0,5627	0,5639	0,5649	0,5638	0,5732	0,5743	0,5750	0,5742	206,67		
	0,5464	0,5469	0,5486	0,5473	0,5535	0,5544	0,5548	0,5542	138,67		
GML03	0,5545	0,5552	0,5556	0,5551	0,5629	0,5636	0,5643	0,5636	170,00	166,22	3,29
	0,5559	0,5570	0,5575	0,5568	0,5642	0,5651	0,5657	0,5650	164,00		
	0,5620	0,5630	0,5634	0,5628	0,5701	0,5712	0,5718	0,5710	164,67		
GML04	0,5865	0,5870	0,5874	0,5870	0,5959	0,5964	0,5969	0,5964	188,67	174,89	15,57
	0,5615	0,5621	0,5625	0,5620	0,5692	0,5700	0,5706	0,5699	158,00		
	0,5502	0,5505	0,5509	0,5505	0,5590	0,5595	0,5598	0,5594	178,00		
GML05	0,5386	0,5389	0,5391	0,5389	0,5472	0,5476	0,5482	0,5477	176,00	166,00	134,61
	0,5477	0,5479	0,5481	0,5479	0,5620	0,5628	0,5632	0,5627	295,33		
	0,5530	0,5536	0,5543	0,5536	0,5546	0,5549	0,5554	0,5550	26,67		
	Rata-rata									177,33	41,46

## Pengambilan Ke-2

Titik	Berat Kertas Saring Awal				Berat Kertas Saring Akhir				Nilai TSS		
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-Rata	TSS	Rata-rata	Standar Deviasi
	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(mg/l)	(mg/l)	
GML01	0,5727	0,5750	0,5750	0,5742	0,5820	0,5840	0,5858	0,5839	194,00	189,11	15,91
	0,5367	0,5377	0,5387	0,5377	0,5450	0,5464	0,5474	0,5463	171,33		
	0,5421	0,5436	0,5445	0,5434	0,5527	0,5536	0,5542	0,5535	202,00		
GML02	0,5530	0,5540	0,5549	0,5540	0,5674	0,5683	0,5693	0,5683	287,33	163,78	132,81
	0,5795	0,5806	0,5816	0,5806	0,5885	0,5896	0,5907	0,5896	180,67		
	0,5631	0,5640	0,5646	0,5639	0,5641	0,5652	0,5659	0,5651	23,33		
GML03	0,5619	0,5626	0,5632	0,5626	0,5623	0,5630	0,5638	0,5630	9,33	198,22	198,25
	0,5741	0,5745	0,5749	0,5745	0,5822	0,5833	0,5851	0,5835	180,67		
	0,5536	0,5545	0,5552	0,5544	0,5740	0,5745	0,5755	0,5747	404,67		
GML04	0,5694	0,5699	0,5701	0,5698	0,5710	0,5715	0,5721	0,5715	34,67	236,44	208,64
	0,5483	0,5482	0,5485	0,5483	0,5589	0,5595	0,5601	0,5595	223,33		
	0,5596	0,5604	0,5607	0,5602	0,5821	0,5829	0,5834	0,5828	451,33		
GML05	0,5567	0,5568	0,5572	0,5569	0,5681	0,5689	0,5699	0,5690	241,33	238,22	20,18
	0,5781	0,5778	0,5782	0,5780	0,5879	0,5888	0,5899	0,5889	216,67		
	0,5591	0,5595	0,5592	0,5593	0,5714	0,5722	0,5727	0,5721	256,67		
	Rata-rata									205,16	115,16



## Pengambilan Ke-3

Titik	Berat Kertas Saring Awal				Berat Kertas Saring Akhir				Nilai TSS		
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-Rata	TSS	Rata-rata	Standar Deviasi
	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(mg/l)	(mg/l)	
GML01	0,5600	0,5614	0,5622	0,5612	0,6020	0,5621	0,5626	0,5756	287,33		
	0,5449	0,5458	0,5468	0,5458	0,5457	0,5466	0,5479	0,5467	18,00	111,33	152,51
	0,5421	0,5428	0,5434	0,5428	0,5435	0,5443	0,5448	0,5442	28,67		
GML02	0,5509	0,5516	0,5523	0,5516	0,5529	0,5534	0,5538	0,5534	35,33		
	0,5514	0,5521	0,5529	0,5521	0,5537	0,5543	0,5549	0,5543	43,33	42,00	6,11
	0,5395	0,5403	0,5409	0,5402	0,5422	0,5426	0,5430	0,5426	47,33		
GML03	0,5608	0,5614	0,5618	0,5613	0,5632	0,5633	0,5638	0,5634	42,00		
	0,5542	0,5548	0,5554	0,5548	0,5574	0,5576	0,5582	0,5577	58,67	76,89	46,74
	0,5556	0,5562	0,5566	0,5561	0,5622	0,5626	0,5631	0,5626	130,00		
GML04	0,5692	0,5697	0,5702	0,5697	0,5726	0,5730	0,5733	0,5730	65,33		
	0,5350	0,5357	0,5362	0,5356	0,5392	0,5396	0,5398	0,5395	78,00	70,22	6,81
	0,5511	0,5517	0,5522	0,5517	0,5546	0,5551	0,5554	0,5550	67,33		
GML05	0,5664	0,5669	0,5672	0,5668	0,5704	0,5705	0,5705	0,5705	72,67		
	0,5509	0,5514	0,5517	0,5513	0,5541	0,5543	0,5545	0,5543	59,33	107,78	72,67
	0,5593	0,5590	0,5594	0,5592	0,5686	0,5688	0,5690	0,5688	191,33		
	Rata-rata									81,64	56,97

Titik	Pengambilan TSS			Rata-rata
	P1	P2	P3	
GML01	207,11	189,11	111,33	169,19
GML02	172,44	163,78	42,00	126,07
GML03	166,22	198,22	76,89	147,11
GML04	174,89	236,44	70,22	160,52
GML05	166,00	238,22	107,78	170,67
	Rata-rata			154,71

C.1 Perhitungan *Total Suspended Solid* (TSS) (Contoh perhitungan pada GML01).

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

Keterangan:

- a : berat filter dan residu sesudah pemanasan 105°C (mg)
- b : berat filter kering (sudah dipanaskan 105°C) (mg)
- c : sampel (ml)

a) Pengambilan Ke-1

$$\text{Pengulangan 1.1 : TSS} = \frac{(0,5577 - 0,5484) \times 1000}{50} \times 1000 = 186,00 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : TSS} = \frac{(0,5620 - 0,5515) \times 1000}{50} \times 1000 = 210,00 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : TSS} = \frac{(0,5590 - 0,5478) \times 1000}{50} \times 1000 = 225,33 \text{ mg/l}$$

TSS Rata-rata Pengambilan Ke-1

$$= \frac{(186,00 + 210,00 + 225,33)}{3} = 207,11 \text{ mg/l}$$

b) Pengambilan Ke-2

$$\text{Pengulangan 1.1 : TSS} = \frac{(0,5839 - 0,5742) \times 1000}{50} \times 1000 = 194,00 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : TSS} = \frac{(0,5463 - 0,5377) \times 1000}{50} \times 1000 = 171,33 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : TSS} = \frac{(0,5535 - 0,5434) \times 1000}{50} \times 1000 = 202,00 \text{ mg/l}$$

TSS Rata-rata Pengambilan Ke-2

$$= \frac{(194,00 + 171,33 + 202,00)}{3} = 189,11 \text{ mg/l}$$

c) Pengambilan Ke-3

$$\text{Pengulangan 1.1 : TSS} = \frac{(0,5756 - 0,5612) \times 1000}{50} \times 1000 = 287,33 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : TSS} = \frac{(0,5467 - 0,5458) \times 1000}{50} \times 1000 = 18,00 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : TSS} = \frac{(0,5442 - 0,5428) \times 1000}{50} \times 1000 = 28,67 \text{ mg/l}$$

TSS Rata-rata Pengambilan Ke-3

$$= \frac{(287,33 + 18,00 + 28,67)}{3} = 111,33 \text{ mg/l}$$

TSS Rata-rata Pengambilan Ke-1, Ke-2, dan Ke-3 pada GML01

$$= \frac{(201,11 + 189,11 + 111,33)}{3} = 169,19 \text{ mg/l}$$

## LAMPIRAN D

**Data TDS (Total Dissolved Solid)****Pengambilan Ke-1**

Titik	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-rata (mg/l)	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	95	97	97	96,33	1,15
GML02	95	96	96	95,67	0,58
GML03	96	97	99	97,33	1,53
GML04	103	102	103	102,67	0,58
GML05	104	102	101	102,33	1,53
Rata-rata				98,87	1,07

**Pengambilan Ke-2**

Titik	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-rata (mg/l)	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	97	96	98	97,00	1,00
GML02	98	101	102	100,33	2,08
GML03	100	100	102	100,67	1,15
GML04	97	97	97	97,00	0
GML05	102	103	103	102,67	0,58
Rata-rata				99,53	0,96

**Pengambilan Ke-3**

Titik	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-rata (mg/l)	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	100	100	103	101,00	1,73
GML02	103	100	104	102,33	2,08
GML03	102	105	105	104,00	1,73
GML04	104	105	105	104,67	0,58
GML05	104	106	105	105,00	1,00
Rata-rata				103,40	1,42

Titik	Pengambilan TDS (mg/l)			Rata-rata
	P1	P2	P3	
GML01	96,33	97,00	101,00	98,11
GML02	95,67	100,33	102,33	99,44
GML03	97,33	100,67	104,00	100,67
GML04	102,67	97,00	104,67	101,44
GML05	102,33	102,67	105,00	103,33
Rata-rata				100,60

## LAMPIRAN E

## Data Kekерuhan

## Pengambilan Ke-1

Titik	Pengulangan Kekерuhan (NTU)			Rata-rata (NTU)	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	60,2	62,1	63,1	61,80	1,47
GML02	53,9	54,4	52,6	53,63	0,93
GML03	51,5	52,4	51,1	51,67	0,67
GML04	44,2	44,3	42,6	43,70	0,95
GML05	46,2	46,7	47,6	46,83	0,71
Rata-rata				51,53	0,95

## Pengambilan Ke-2

Titik	Pengulangan Kekерuhan (NTU)			Rata-rata (NTU)	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	68,5	67,6	68,6	68,23	0,55
GML02	51,6	51,2	51,3	51,37	0,21
GML03	53,1	53,7	56,1	54,30	1,59
GML04	64,3	62,9	63,4	63,53	0,71
GML05	54,5	54,4	52,2	53,70	1,30
Rata-rata				58,23	0,87

## Pengambilan Ke-3

Titik	Pengulangan Kekерuhan (NTU)			Rata-rata (NTU)	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	32,3	33,1	33,3	32,90	0,53
GML02	29,2	30,1	29,3	29,53	0,49
GML03	27,6	26,8	26,9	27,10	0,44
GML04	27,7	28	28,7	28,13	0,51
GML05	29,8	28,9	30	29,57	0,59
Rata-rata				29,45	0,51

Titik	Pengambilan Kekерuhan (NTU)			Rata-rata
	P1	P2	P3	
GML01	61,80	68,23	32,90	54,31
GML02	53,63	51,37	29,53	44,84
GML03	51,67	54,30	27,10	44,36
GML04	43,70	63,53	28,13	45,12
GML05	46,83	53,70	29,57	43,37
Rata-rata				46,40

## LAMPIRAN F

**Data pH (Power of Hydrogen)**

## Pengambilan Ke-1

Titik	Pengulangan pH			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	7,6	7,5	7,6	7,57	0,06
GML02	7,9	7,8	7,7	7,80	0,10
GML03	7,8	7,6	7,6	7,67	0,12
GML04	7,4	7,3	7,3	7,33	0,06
GML05	7,8	7,7	7,5	7,67	0,15
Rata-rata				7,61	0,10

## Pengambilan Ke-2

Titik	Pengulangan pH			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	7,9	7,8	7,8	7,83	0,06
GML02	7,8	7,7	7,6	7,70	0,10
GML03	7,8	7,8	7,8	7,80	0
GML04	7,9	7,9	7,9	7,90	0
GML05	7,8	7,8	7,8	7,80	0
Rata-rata				7,81	0,03

## Pengambilan Ke-3

Titik	Pengulangan pH			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
GML01	8	7,9	7,9	7,93	0,06
GML02	7,9	7,9	7,9	7,90	0
GML03	7,9	7,9	7,9	7,90	0
GML04	8	8	8	8,00	0
GML05	7,9	7,8	7,7	7,80	0,10
Rata-rata				7,91	0,03

Titik	Pengambilan pH			Rata-rata
	P1	P2	P3	
GML01	7,57	7,83	7,93	7,78
GML02	7,80	7,70	7,90	7,80
GML03	7,67	7,80	7,90	7,79
GML04	7,33	7,90	8,00	7,74
GML05	7,67	7,80	7,80	7,76
Rata-rata				7,77

## LAMPIRAN G

**Data COD (Chemical Oxygen Demand)**

Pengambilan	Pengulangan COD (mg/l)			Rata-Rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
1	6	7	7	6,67	0,58
2	8	8	9	8,33	0,58
3	5	9		7,00	2,83
	Rata-rata			7,33	1,33

## LAMPIRAN H

**Data Suhu**

## Pengambilan Ke-1

Titik	Suhu ( $^{\circ}$ C) saat Pengulangan				Standar Deviasi	Waktu
	I	II	III	Rata-rata		
GML01	27,5	27,5	27,5	27,5	0	08.43
GML02	28,0	28,0	28,0	28,0	0	10.39
GML03	30,0	30,0	30,0	30,0	0	11.44
GML04	29,5	29,5	30,0	29,7	0,29	13.52
GML05	30,0	30,0	30,0	30,0	0	15.07
	Rata-rata				29,0	0,06

## Pengambilan Ke-2

Titik	Suhu ( $^{\circ}$ C) saat Pengulangan				Standar Deviasi	Waktu
	I	II	III	Rata-rata		
GML01	28,0	27,5	27,0	27,5	0,50	09.55
GML02	28,0	28,0	28,0	28,0	0	10.40
GML03	28,5	28,5	28,0	28,3	0,29	11.35
GML04	28,5	29,0	29,0	28,8	0,29	12.08
GML05	29,0	29,0	29,0	29,0	0	13.29
	Rata-rata				28,3	0,22

## Pengambilan Ke-3

Titik	Suhu ( $^{\circ}$ C) saat Pengulangan				Standar Deviasi	Waktu
	I	II	III	Rata-rata		
GML01	28,0	28,0	28,0	28,0	0	08.23
GML02	28,0	28,0	27,5	27,8	0,29	09.20
GML03	28,5	28,0	28,0	28,2	0,29	10.09
GML04	28,5	28,5	28,5	28,5	0	11.02
GML05	29,0	29,0	28,5	28,8	0,29	11.21
	Rata-rata				28,3	0,17

Titik	Suhu ( $^{\circ}$ C) saat Pengambilan			
	P1	P2	P3	Rata-rata
GML01	27,5	27,5	28,0	27,7
GML02	28,0	28,0	27,8	27,9
GML03	30,0	28,3	28,2	28,8
GML04	29,7	28,8	28,5	29,0
GML05	30,0	29,0	28,8	29,3
	Rata-rata			28,5





## LAMPIRAN I

Data DO (*Dissolved Oxygen*) Lapang

Pengambilan Ke-1						Pengambilan Ke-2					
Titik	Pengulangan	Vol Titran (ml)	DO (mg/l)		Standar Deviasi	Titik	Pengulangan	Vol Titran (ml)	DO (mg/l)		Standar Deviasi
			Rata-rata						Rata-rata		
GML01	I	5,3	7,6			GML01	I	5,55	8,0		
	II	5,5	7,9	7,59	0,29		II	5,15	7,4	7,69	0,29
	III	5,1	7,3				III	5,4	7,7		
GML02	I	5,5	7,9			GML02	I	5,45	7,8		
	II	5,3	7,6	7,69	0,17		II	4,9	7,0	7,45	0,40
	III	5,3	7,6				III	5,25	7,5		
GML03	I	5,4	7,7			GML03	I	5,2	7,5		
	II	5,4	7,7	7,74	0,0		II	5,2	7,5	7,50	0,08
	III	5,4	7,7				III	5,3	7,6		
GML04	I	5,2	7,5			GML04	I	5,2	7,5		
	II	5,1	7,3	7,43	0,11		II	5,2	7,5	7,40	0,08
	III	5,25	7,5				III	5,1	7,3		
GML05	I	5,35	7,7			GML05	I	4,9	7,0		
	II	5,5	7,9	7,71	0,15		II	5,25	7,5	7,28	0,25
	III	5,3	7,6				III	5,1	7,3		
Rata-rata			7,63	0,14		Rata-rata			7,47	0,22	

## Pengambilan Ke-3

Titik	Pengulangan	Vol Titran (ml)	DO (mg/l)		Standar Deviasi	Titik	Pengambilan DO (mg/l)			
			Rata-rata				P1	P2	P3	Rata-rata
GML01	I	5,25	8,1		0,35	GML01	7,59	7,69	7,80	7,69
	II	5,1	7,9	7,80		GML02	7,69	7,45	7,80	7,65
	III	4,8	7,4			GML03	7,74	7,50	7,88	7,70
GML02	I	4,85	7,5		0,28	GML04	7,43	7,40	7,72	7,52
	II	5,2	8,0	7,80		GML05	7,71	7,28	7,67	7,56
	III	5,1	7,9							Rata-rata
GML03	I	5,1	7,9		0,31					
	II	4,9	7,6	7,88						
	III	5,3	8,2							
GML04	I	5,2	8,0		0,31					
	II	5	7,7	7,72						
	III	4,8	7,4							
GML05	I	4,8	7,4		0,24					
	II	5	7,7	7,67						
	III	5,1	7,9							
	Rata-rata			7,78	0,30					

I.1 Perhitungan *Dissolved Oxygen* (DO) Lapang (Contoh perhitungan pada GML01).

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

Keterangan:

DO : oksigen terlarut (mg/l)

a : volume titran Natrium Tiosulfat (ml)

N : normaliti larutan Natrium Tiosulfat (ek/l)

V : volume botol Winkler (ml)

a) Pengambilan Ke-1

$$\text{Pengulangan 1.1 : DO} = \frac{5,3 \times 0,024 \times 8000}{138 - 4} = 7,6 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : DO} = \frac{5,5 \times 0,024 \times 8000}{138 - 4} = 7,9 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : DO} = \frac{5,1 \times 0,024 \times 8000}{138 - 4} = 7,3 \text{ mg/l}$$

$$\text{DO Rata-rata Pengambilan Ke-1} = \frac{(7,6 + 7,9 + 7,3)}{3} = 7,59 \text{ mg/l}$$

b) Pengambilan Ke-2

$$\text{Pengulangan 1.1 : DO} = \frac{5,55 \times 0,024 \times 8000}{138 - 4} = 8,0 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : DO} = \frac{5,15 \times 0,024 \times 8000}{138 - 4} = 7,4 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : DO} = \frac{5,4 \times 0,024 \times 8000}{138 - 4} = 7,7 \text{ mg/l}$$

$$\text{DO Rata-rata Pengambilan Ke-2} = \frac{(8,0 + 7,4 + 7,7)}{3} = 7,69 \text{ mg/l}$$

c) Pengambilan Ke-3

$$\text{Pengulangan 1.1 : DO} = \frac{5,25 \times 0,026 \times 8000}{138 - 4} = 8,1 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : DO} = \frac{5,1 \times 0,026 \times 8000}{138 - 4} = 7,9 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : DO} = \frac{4,8 \times 0,026 \times 8000}{138 - 4} = 7,4 \text{ mg/l}$$

$$\text{DO Rata-rata Pengambilan Ke-3} = \frac{(8,1 + 7,9 + 7,4)}{3} = 7,80 \text{ mg/l}$$

DO Lapang Rata-rata Pengambilan Ke-1, Ke-2, dan Ke-3 pada GML01

$$= \frac{(7,59 + 7,69 + 7,80)}{3} = 7,69 \text{ mg/l}$$

## LAMPIRAN J

Data BOD (*Biological Oxygen Demand*)

## Pengambilan Ke-1

Titik	Pengulangan	DO <sub>0</sub>					DO <sub>5</sub>					BOD	
		Titrasi (ml)					Titrasi (ml)					Rata-Rata (mg/l)	Standar Deviasi
		Awal	Akhir	Selisih	Nilai DO	Rata-rata	Awal	Akhir	Selisih	Nilai DO	Rata-rata		
GML01	I	5,3	17,9	12,6	7,4		0,8	11,5	10,7	6,8		0,62	0,50
	II	17,9	30,8	12,9	7,6	7,46	11,5	21,7	10,2	6,5	6,84		
	III	30,8	43,3	12,5	7,4		21,7	33,1	11,4	7,2			
GML02	I	0	12,1	12,1	7,1		1,1	11,9	10,8	6,9		0,11	0,27
	II	12,1	23,1	11	7,0	7,14	12	22,6	10,6	6,7	7,03		
	III	23,1	34,6	11,5	7,3		22,7	35,4	12,7	7,5			
GML03	I	3,6	15,9	12,3	7,2		4,2	15,9	11,7	6,9		0,30	0,08
	II	16	28,1	12,1	7,1	7,19	16,2	27,1	10,9	6,9	6,89		
	III	28,1	40,3	12,2	7,2		27,1	37,9	10,8	6,9			
GML04	I	1,2	14	12,8	7,5		33,1	43	9,9	6,3		0,71	0,48
	II	14	26	12	7,1	7,19	11,7	22	10,3	6,5	6,48		
	III	18,3	30,1	11,8	6,9		12,8	23,2	10,4	6,6			
GML05	I	2,5	14,6	12,1	7,1		10,3	21,5	11,2	7,1		0,46	0,39
	II	34,6	46,8	12,2	7,2	7,13	21,9	32,2	10,3	6,5	6,67		
	III	26,2	38,2	12	7,1		2,1	12,1	10	6,3			
Rata-rata											0,44	0,34	

## Pengambilan Ke-2

Titik	Pengulangan	DO <sub>0</sub>						DO <sub>5</sub>					BOD		
		Titrasi (ml)						Titrasi (ml)					Rata-Rata (mg/l)	Standar Deviasi	
		Awal	Akhir	Selisih	Nilai DO	Rata-rata		Awal	Akhir	Selisih	Nilai DO	Rata-rata			
GML01	I	0,7	12,5	11,8	7,5			12,1	21,5	9,4	5,8				
	II	24,4	35,5	11,1	7,0	7,32		21,5	30,1	8,6	5,3	5,54	1,78	0,06	
	III	12,6	24,3	11,7	7,4			30,1	39,2	9,1	5,6				
GML02	I	0,6	12,2	11,6	7,4			3,8	12,9	9,1	5,6				
	II	14,3	26	11,7	7,4	7,45		12,9	22,8	9,9	6,1	5,75	1,70	0,32	
	III	26,1	38	11,9	7,6			22,9	32	9,1	5,6				
GML03	I	0,6	12,6	12	7,6			0,8	10,3	9,5	5,8				
	II	12,6	25,6	13	8,3	7,79		10,3	20,6	10,3	6,3	6,09	1,69	0,30	
	III	25,6	37,4	11,8	7,5			20,6	30,6	10	6,1				
GML04	I	35,5	46,8	11,3	7,2			9,3	18,8	9,5	5,8				
	II	20,2	32,1	11,9	7,6	7,34		18,9	28,4	9,5	5,8	5,97	1,37	0,34	
	III	8,6	20,1	11,5	7,3			28,5	38,7	10,2	6,3				
GML05	I	0,3	12,3	12	7,6			24,4	33,7	9,3	5,7				
	II	12,3	24,3	12	7,6	7,56		33,9	43,4	9,5	5,8	5,83	1,73	0,22	
	III	3,3	15	11,7	7,4			2,4	12,1	9,7	6,0				
Rata-rata												1,66	0,25		

## Pengambilan Ke-3

Titik	Pengulangan	DO <sub>0</sub>					DO <sub>5</sub>					BOD		
		Titrasi (ml)					Titrasi (ml)					Rata-Rata (mg/l)	Standar Deviasi	
		Awal	Akhir	Selisih	Nilai DO	Rata-rata	Awal	Akhir	Selisih	Nilai DO	Rata-rata			
GML01	I	0,7	14,4	13,7	8,7		2,2	13,2	11	6,7				
	II	14,4	27,7	13,3	8,4	8,51	0,5	10,1	9,6	5,9	6,30	2,21	0,31	
	III	27,9	41,1	13,2	8,4		11,1	21,3	10,2	6,3				
GML02	I	18,7	32,1	13,4	8,5		0	10,8	10,8	6,6				
	II	32,2	44,6	12,4	7,9	8,30	10,1	20,1	10	6,1	6,34	1,96	0,26	
	III	11,7	25,1	13,4	8,5		13,3	23,5	10,2	6,3				
GML03	I	18,4	30,6	12,2	7,7		23,6	32,5	8,9	5,5				
	II	28,4	41,3	12,9	8,2	7,73	32,5	41,8	9,3	5,7	5,71	2,02	0,64	
	III	30,7	42,1	11,4	7,2		0,2	9,9	9,7	6,0				
GML04	I	1,3	13,1	11,8	7,5		21,5	30,2	8,7	5,3				
	II	14	28,4	14,4	9,1	7,89	29,2	38,7	9,5	5,8	5,75	2,15	1,17	
	III	13,2	24,3	11,1	7,0		30,2	40,1	9,9	6,1				
GML05	I	26	37,8	11,8	7,5		20,7	29,1	8,4	5,2				
	II	13	26	13	8,3	7,66	9,9	18,5	8,6	5,3	5,30	2,37	0,60	
	III	1,5	12,9	11,4	7,2		40,2	49,1	8,9	5,5				
Rata-rata											2,14	0,60		

Titik	DO <sub>0</sub> (mg/l)			DO <sub>5</sub> (mg/l)			BOD (mg/l)			Rata-rata
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
GML01	7,46	7,32	8,51	6,84	5,54	6,30	0,62	1,78	2,21	1,54
GML02	7,14	7,45	8,30	7,03	5,75	6,34	0,11	1,70	1,96	1,26
GML03	7,19	7,79	7,73	6,89	6,09	5,71	0,30	1,69	2,02	1,34
GML04	7,19	7,34	7,89	6,48	5,97	5,75	0,71	1,37	2,15	1,41
GML05	7,13	7,56	7,66	6,67	5,83	5,30	0,46	1,73	2,37	1,52
Rata-rata										1,41

#### J.1 Perhitungan *Biological Oxygen Demand* (BOD) (Contoh perhitungan pada GML01).

$$\text{BOD} = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1 - P)}{P}$$

Keterangan:

X<sub>0</sub> : DO (oksigen terlarut) sampel pada saat t=0 (mg/l)

X<sub>5</sub> : DO sampel pada saat t=5 hari (mg/l)

B<sub>0</sub> : DO blanko pada saat t=0 hari (mg/l)

B<sub>5</sub> : DO blanko pada saat t=5 hari (mg/l)

P : derajat pengenceran

##### a) Pengambilan Ke-1

$$\text{Pengulangan 1.1 : BOD} = \frac{(7,4 - 6,8) - (0 - 0)(1 - 1)}{1} = 0,6 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : BOD} = \frac{(7,6 - 6,5) - (0 - 0)(1 - 1)}{1} = 1,1 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : BOD} = \frac{(7,4-7,2) - (0-0)(1-1)}{1} = 0,1 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD Rata-rata Pengambilan Ke-1} = \frac{(0,6+1,1+0,1)}{3} = 0,62 \text{ mg/l}$$

b) Pengambilan Ke-2

$$\text{Pengulangan 1.1 : BOD} = \frac{(7,5-5,8) - (0-0)(1-1)}{1} = 1,7 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : BOD} = \frac{(7,0-5,3) - (0-0)(1-1)}{1} = 1,8 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : BOD} = \frac{(7,4-5,6) - (0-0)(1-1)}{1} = 1,8 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD Rata-rata Pengambilan Ke-2} = \frac{(1,7+1,8+1,8)}{3} = 1,78 \text{ mg/l}$$

c) Pengambilan Ke-3

$$\text{Pengulangan 1.1 : BOD} = \frac{(8,7-6,7) - (0-0)(1-1)}{1} = 2,0 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.2 : BOD} = \frac{(8,4-5,9) - (0-0)(1-1)}{1} = 2,6 \text{ mg/l}$$

$$\text{Pengulangan 1.3 : BOD} = \frac{(8,4-6,3) - (0-0)(1-1)}{1} = 2,1 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD Rata-rata Pengambilan Ke-3} = \frac{(2,0+2,6+2,1)}{3} = 2,21 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD Rata-rata Pengambilan Ke-1, Ke-2, dan Ke-3 pada GML01} = \frac{(0,62 + 1,78 + 2,21)}{3} = 1,54 \text{ mg/l}$$



Lokasi : Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar  
 Tanggal : 10-Apr-18  
 Lebar Sungai : 13,70 m  
 Waktu : Mulai 8:43  
 Selesai 9:46

Titik : GML01  
 Lokasi : -  
 Koordinat X : 113,5631333  
 Y : -8,2467993

Nomor Pengukuran : 1  
 Nama Pengukur : Rizky Fathonah Imami  
 Kecepatan Rata-rata : 0,372 m/detik  
 Debit : 5,53 m<sup>3</sup>/detik  
 Luas Penampang : 14,77 m<sup>2</sup>  
 D Rata-rata : 1,08 m

## Pengambilan 1

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N) (N/detik)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)				
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H					0,8 H				(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)
	H	H	H rata-rata			Pengulangan				Pengulangan					Pengulangan						
						1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata		1	2	3	Rata-rata			
1	0,00	1,05	0,53	2,28	1,20	25	25	25	25,00	1	2	3	Rata-rata	26	25	23	24,67	2,48	0,33	0,40	401,13
2	1,05	1,40	1,23	2,28	2,80	27	33	33	31,00	30	30	35	31,67	3,13	0,42	1,17	1168,14				
3	1,40	1,55	1,48	2,28	3,37	30	31	29	30,00	30	25	25	26,67	2,83	0,38	1,28	1277,51				
4	1,55	1,60	1,58	2,28	3,60	27	32	32	30,33	27	34	30	30,33	3,03	0,40	1,46	1455,97				
5	1,60	1,10	1,35	2,28	3,08	25	34	32	30,33	34	26	28	29,33	2,98	0,40	1,23	1228,29				
6	1,10	0,00	0,55	2,28	1,26	26	31	26	27,67	26	28	26	26,67	2,72	0,36	0,46	457,65				
<b>Total</b>				<b>13,70</b>	<b>15,30</b>													<b>2,86</b>	<b>0,38</b>	<b>5,99</b>	<b>5988,67</b>
<b>Rata-Rata</b>				<b>1,12</b>																	

Tanggal : 12-Apr-18  
 Lebar Sungai : 13,70 m  
 Waktu : Mulai 9:55  
 Selesai 10:28

## Pengambilan 2

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N) (N/detik)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)				
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H					0,8 H				(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)
	H	H	H rata-rata			Pengulangan				Pengulangan					Pengulangan						
						1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata		1	2	3	Rata-rata			
1	1,05	1,55	1,30	4,57	5,94	26	24	25	25,00	1	2	3	Rata-rata	26	31	26	27,67	2,63	0,35	2,10	2100,25
2	1,55	1,10	1,33	4,57	6,05	30	29	31	30,00	26	25	25	25,33	2,77	0,37	2,24	2243,67				
3	1,10	0,00	0,55	4,57	2,51	30	27	27	28,00	25	25	27	25,67	2,68	0,36	0,90	904,61				
<b>Total</b>				<b>13,70</b>	<b>14,50</b>													<b>2,69</b>	<b>0,36</b>	<b>5,25</b>	<b>5248,53</b>
<b>Rata-Rata</b>				<b>1,06</b>																	

Tanggal : 14-Apr-18  
 Lebar Sungai : 13,70 m  
 Waktu : Mulai 8:23  
 Selesai 8:53

## Pengambilan 3

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N) (N/detik)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)				
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H					0,8 H				(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)
	H	H	H rata-rata			Pengulangan				Pengulangan					Pengulangan						
						1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata		1	2	3	Rata-rata			
1	1,05	1,55	1,30	4,57	5,94	25	24	25	24,67					24	20	29	24,33	2,45	0,33	1,96	1961,27
2	1,55	1,10	1,33	4,57	6,05	30	30	34	31,33					30	29	30	29,67	3,05	0,41	2,46	2462,60
3	1,10	0,00	0,55	4,57	2,51	30	26	26	27,33					28	30	28	28,67	2,80	0,38	0,94	942,03
<b>Total</b>				<b>13,70</b>	<b>14,50</b>																
<b>Rata-Rata</b>				<b>1,06</b>														<b>2,77</b>	<b>0,37</b>	<b>5,37</b>	<b>5365,89</b>

Lokasi : Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar  
 Tanggal : 10-Apr-18  
 Lebar Sungai : 14,40 m  
 Waktu : Mulai 10:39  
           : Selesai 11:19

Titik : GML02  
 Lokasi : -  
 Koordinat  
 X : 113,5592945  
 Y : -8,2496408

Nomor Pengukuran : 2  
 Nama Pengukur : Rizky Fathonah Imami  
 Kecepatan Rata-rata : 0,306 m/detik  
 Debit : 5,89 m<sup>3</sup>/detik  
 Luas Penampang : 18,93 m<sup>2</sup>  
 D Rata-rata : 1,31 m

**Pengambilan 1**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)					
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H					0,8 H				(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)	
	H	H	H rata-rata			Pengulangan				Pengulangan					Pengulangan							
						1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata		1	2	3	Rata-rata				
1	0,00	0,97	0,49	2,40	1,16	22	22	20	21,33					24	20	22	22,00	2,17	0,29	0,34	342,43	
2	0,97	1,60	1,29	2,40	3,08	22	26	20	22,67					22	25	23	23,33	2,30	0,31	0,96	959,77	
3	1,60	1,70	1,65	2,40	3,96	23	21	20	21,33					22	23	22	22,33	2,18	0,30	1,17	1173,39	
4	1,70	1,90	1,80	2,40	4,32	24	22	24	23,33					22	26	26	24,67	2,40	0,32	1,40	1399,59	
5	1,90	1,75	1,83	2,40	4,38	27	29	30	28,67					24	27	25	25,33	2,70	0,36	1,59	1586,83	
6	1,75	0,00	0,88	2,40	2,10	26	20	24	23,33					20	22	23	21,67	2,25	0,30	0,64	640,13	
<b>Total</b>				<b>14,40</b>	<b>19,01</b>																	
<b>Rata-Rata</b>			<b>1,32</b>															<b>2,33</b>	<b>0,32</b>			

Tanggal : 12-Apr-18  
 Lebar Sungai : 14,40 m  
 Waktu : Mulai 10:40  
           : Selesai 11:06

**Pengambilan 2**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)					
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H					0,8 H				(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)	
	H	H	H rata-rata			Pengulangan				Pengulangan					Pengulangan							
						1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata		1	2	3	Rata-rata				
1	0,97	1,70	1,34	4,80	6,41	22	23	22	22,33					25	22	24	23,67	2,30	0,31	1,99	1994,23	
2	1,70	1,75	1,73	4,80	8,28	26	22	26	24,67					22	22	20	21,33	2,30	0,31	2,58	2576,82	
3	1,75	0,00	0,88	4,80	4,20	22	22	18	20,67					20	17	18	18,33	1,95	0,27	1,12	1119,36	
<b>Total</b>				<b>14,40</b>	<b>18,89</b>																	
<b>Rata-Rata</b>			<b>1,31</b>															<b>2,18</b>	<b>0,30</b>			

Tanggal : 14-Apr-18  
 Lebar Sungai : 14,40 m  
 Waktu : Mulai 9:20  
           : Selesai 9:40

**Pengambilan 3**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)					
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H					0,8 H				(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)	
	H	H	H rata-rata			Pengulangan				Pengulangan					Pengulangan							
						1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata		1	2	3	Rata-rata				
1	0,97	1,70	1,34	4,80	6,41	25	22	25	24,00					22	25	26	24,33	2,42	0,33	2,09	2089,70	
2	1,70	1,75	1,73	4,80	8,28	25	26	22	24,33					24	22	24	23,33	2,38	0,32	2,66	2664,93	
3	1,75	0,00	0,88	4,80	4,20	20	19	17	18,67					20	21	20	20,33	1,95	0,27	1,12	1119,36	
<b>Total</b>				<b>14,40</b>	<b>18,89</b>																	
<b>Rata-Rata</b>			<b>1,31</b>															<b>2,25</b>	<b>0,30</b>			

Lokasi : Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar  
 Tanggal : 10-Apr-18  
 Lebar Sungai : 15,40 m  
 Waktu : Mulai 11:44  
           : Selesai 12:15

Titik : GML03  
 Lokasi : -  
 Koordinat  
 X : 113,5552423  
 Y : -8,2537309

Nomor Pengukuran : 3  
 Nama Pengukur : Rizky Fathonah Imami  
 Kecepatan Rata-rata : 0,374 m/detik  
 Debit : 4,78 m<sup>3</sup>/detik  
 Luas Penampang : 12,77 m<sup>2</sup>  
 D Rata-rata : 0,83 m

**Pengambilan 1**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)	
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)									(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)	
	H	H	H rata-rata			0,2 H			0,6 H			0,8 H						
						Pengulangan			Pengulangan			Pengulangan						
1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata							
1	0,00	1,37	0,69	2,57	1,76	24	28	29	27,00	26	26	28	26,67	2,68	0,36	0,63	633,22	
2	1,37	1,00	1,19	2,57	3,04	30	28	29	29,00	29	27	27	27,67	2,83	0,38	1,15	1153,69	
3	1,00	0,89	0,95	2,57	2,43	28	25	27	26,67	28	26	27	27,00	2,68	0,36	0,87	873,57	
4	0,89	1,12	1,01	2,57	2,58	29	32	31	30,67	27	29	29	28,33	2,95	0,39	1,02	1016,88	
5	1,12	0,85	0,99	2,57	2,53	22	24	25	23,67	25	27	28	26,67	2,52	0,34	0,86	856,74	
6	0,85	0,00	0,43	2,57	1,09	22	27	29	26,00	23	26	28	25,67	2,58	0,35	0,38	378,95	
<b>Total</b>				<b>15,40</b>	<b>13,42</b>													
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,87</b>													<b>2,71</b>	<b>0,36</b>		<b>4,91</b>	

Tanggal : 12-Apr-18  
 Lebar Sungai : 15,40 m  
 Waktu : Mulai 11:35  
           : Selesai 11:54

**Pengambilan 2**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)	
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)									(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)	
	H	H	H rata-rata			0,2 H			0,6 H			0,8 H						
						Pengulangan			Pengulangan			Pengulangan						
1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata							
1	1,37	0,89	1,13	5,13	5,80	28	24	26	26,00	29	30	30	29,67	2,78	0,37	2,16	2163,25	
2	0,89	0,85	0,87	5,13	4,47	30	27	31	29,33	28	26	27	27,00	2,82	0,38	1,68	1684,52	
3	0,85	0,00	0,43	5,13	2,18	27	26	26	26,33	28	27	30	28,33	2,73	0,37	0,80	799,68	
<b>Total</b>				<b>15,40</b>	<b>12,45</b>													
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,81</b>													<b>2,78</b>	<b>0,37</b>		<b>4,65</b>	

Tanggal : 14-Apr-18  
 Lebar Sungai : 15,40 m  
 Waktu : Mulai 10:09  
           : Selesai 10:20

**Pengambilan 3**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)	
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)									(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)	
	H	H	H rata-rata			0,2 H			0,6 H			0,8 H						
						Pengulangan			Pengulangan			Pengulangan						
1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata							
1	1,37	0,89	1,13	5,13	5,80	28	29	31	29,33	28	25	31	28,00	2,87	0,38	2,22	2224,98	
2	0,89	0,85	0,87	5,13	4,47	29	26	30	28,33	29	29	31	29,67	2,90	0,39	1,73	1732,05	
3	0,85	0,00	0,43	5,13	2,18	28	28	28	28,00	30	29	29	29,33	2,87	0,38	0,84	836,83	
<b>Total</b>				<b>15,40</b>	<b>12,45</b>													
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,81</b>													<b>2,88</b>	<b>0,38</b>		<b>4,79</b>	



Lokasi : Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar  
 Tanggal : 10-Apr-18  
 Lebar Sungai : 12,25 m  
 Waktu : Mulai 15:07  
           : Selesai 15:52

Titik : GML05  
 Lokasi : -  
 Koordinat  
 X : 113,5487740  
 Y : -8,2593848

Nomor Pengukuran : 5  
 Nama Pengukur : Rizky Fathonah Imami  
 Kecepatan Rata-rata : 0,373 m/detik  
 Debit : 4,11 m<sup>3</sup>/detik  
 Luas Penampang : 10,98 m<sup>2</sup>  
 D Rata-rata : 0,90 m

**Pengambilan 1**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)					
	Tinggi Muka Air (m)					(N/detik)									(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)					
	H	H	H rata-rata	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H								0,8 H				
						Pengulangan				Pengulangan								Pengulangan				
1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata							
1	0,00	1,18	0,59	2,04	1,21	32	26	26	28,00					29	26	30	28,33	2,82	0,38	0,46	455,64	
2	1,18	0,90	1,04	2,04	2,13	26	32	30	29,33					30	32	32	31,33	3,03	0,40	0,86	861,02	
3	0,90	0,72	0,81	2,04	1,65	26	27	27	26,67					33	28	33	31,33	2,90	0,39	0,64	641,37	
4	0,72	0,85	0,79	2,04	1,60	26	26	22	24,67					22	26	22	23,33	2,40	0,32	0,52	519,25	
5	0,85	1,45	1,15	2,04	2,34					28	30	26	28,00					2,80	0,38	0,88	879,33	
6	1,45	0,00	0,72	2,04	1,48	32	28	28	29,33					28	28	28	28,00	2,87	0,38	0,57	566,46	
<b>Total</b>				<b>12,25</b>	<b>10,41</b>																	
<b>Rata-Rata</b>			<b>0,85</b>															<b>2,80</b>	<b>0,38</b>		<b>3,92</b>	<b>3923,08</b>

Tanggal : 12-Apr-18  
 Lebar Sungai : 12,25 m  
 Waktu : Mulai 13:29  
           : Selesai 13:58

**Pengambilan 2**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)					
	Tinggi Muka Air (m)					(N/detik)									(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)					
	H	H	H rata-rata	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H								0,8 H				
						Pengulangan				Pengulangan								Pengulangan				
1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata							
1	1,18	0,72	0,95	4,08	3,89	30	27	30	29,00					27	30	28	28,33	2,87	0,38	1,49	1490,56	
2	0,72	1,45	1,08	4,08	4,42	30	26	28	28,00					24	24	28	25,33	2,67	0,36	1,58	1583,80	
3	1,45	0,00	0,72	4,08	2,95	29	25	28	27,33					30	28	24	27,33	2,73	0,37	1,08	1082,64	
<b>Total</b>				<b>12,25</b>	<b>11,26</b>																	
<b>Rata-Rata</b>			<b>0,92</b>															<b>2,76</b>	<b>0,37</b>		<b>4,16</b>	<b>4156,99</b>

Tanggal : 14-Apr-18  
 Lebar Sungai : 12,25 m  
 Waktu : Mulai 11:21  
           : Selesai 11:55

**Pengambilan 3**

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)								Jumlah Putaran (N/detik)	Kecepatan (V)		Debit (Q)					
	Tinggi Muka Air (m)					(N/detik)									(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	(liter/detik)					
	H	H	H rata-rata	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	0,2 H				0,6 H								0,8 H				
						Pengulangan				Pengulangan								Pengulangan				
1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata							
1	1,18	0,72	0,95	4,08	3,89	30	33	24	29,00					25	30	28	27,67	2,83	0,38	1,47	1474,01	
2	0,72	1,45	1,08	4,08	4,42	30	32	32	31,33					28	28	31	29,00	3,02	0,40	1,78	1781,51	
3	1,45	0,00	0,72	4,08	2,95	24	25	28	25,67					24	26	24	24,67	2,52	0,34	1,00	1000,91	
<b>Total</b>				<b>12,25</b>	<b>11,26</b>																	
<b>Rata-Rata</b>			<b>0,92</b>															<b>2,79</b>	<b>0,37</b>		<b>4,26</b>	<b>4256,44</b>

K.1 Data Profil dan Kecepatan Aliran Sungai

Titik	Pengulangan	Lebar	Rata-rata Kedalaman	Luas Penampang	Rata-rata Kecepatan	Penampang Melintang (Cross Section)
		(L)	(H)	(A)	(V)	
		m	m	m <sup>2</sup>	m/detik	
GML01	I	13,70	1,12	15,30	0,383	
	II	13,70	1,06	14,50	0,362	
	III	13,70	1,06	14,50	0,371	
Rata-rata		13,70	1,08	14,77	0,372	

Titik	Pengulangan	Lebar	Rata-rata Kedalaman	Luas Penampang	Rata-rata Kecepatan	Penampang Melintang (Cross Section)
		(L)	(H)	(A)	(V)	
		m	m	m <sup>2</sup>	m/detik	
GML02	I	14,40	1,32	19,01	0,315	
	II	14,40	1,31	18,89	0,296	
	III	14,40	1,31	18,89	0,305	
Rata-rata		14,40	1,31	18,93	0,306	

Titik	Pengulangan	Lebar	Rata-rata Kedalaman	Luas Penampang	Rata-rata Kecepatan	Penampang Melintang (Cross Section)
		(L)	(H)	(A)	(V)	
		m	m	m <sup>2</sup>	m/detik	
GML03	I	15,40	0,87	13,42	0,363	
	II	15,40	0,81	12,45	0,372	
	III	15,40	0,81	12,45	0,385	
Rata-rata		15,40	0,83	12,77	0,374	

Titik	Pengulangan	Lebar	Rata-rata Kedalaman	Luas Penampang	Rata-rata Kecepatan	Penampang Melintang (Cross Section)
		(L)	(H)	(A)	(V)	
		m	m	m <sup>2</sup>	m/detik	
GML04	I	20,00	0,69	13,71	0,405	
	II	20,00	0,67	13,40	0,362	
	III	20,00	0,67	13,40	0,374	
Rata-rata		20,00	0,68	13,50	0,380	

Titik	Pengulangan	Lebar	Rata-rata Kedalaman	Luas Penampang	Rata-rata Kecepatan	Penampang Melintang (Cross Section)
		(L) m	(H) m	(A) m <sup>2</sup>	(V) m/detik	
GML05	I	12,25	0,85	10,41	0,375	
	II	12,25	0,92	11,26	0,369	
	III	12,25	0,92	11,26	0,374	
Rata-rata		12,25	0,90	10,98	0,373	

## K.2 Data Debit

Titik	Pengambilan Debit (m <sup>3</sup> /detik)			Rata-rata	Standar Deviasi
	P1	P2	P3		
GML01	5,989	5,249	5,366	5,534	0,40
GML02	6,102	5,690	5,874	5,889	0,21
GML03	4,913	4,647	4,794	4,785	0,13
GML04	5,603	4,948	4,966	5,172	0,37
GML05	3,923	4,157	4,256	4,112	0,17
Rata-rata				5,098	0,26

## LAMPIRAN L

Data Beban Pencemaran Sungai

Titik	Q Total		DO <sub>0</sub> (mg/l)				DO <sub>5</sub> (mg/l)				BOD (mg/l)	Beban Pencemaran (kg/hari)
	(l/detik)	(m <sup>3</sup> / detik)	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata		
GML01	5534,36	5,53	7,46	7,32	8,51	7,76	6,84	5,54	6,30	6,23	1,54	735,59
GML02	5888,85	5,89	7,14	7,45	8,30	7,63	7,03	5,75	6,34	6,37	1,26	638,81
GML03	4784,79	4,78	7,19	7,79	7,73	7,57	6,89	6,09	5,71	6,23	1,34	552,62
GML04	5172,27	5,17	7,19	7,34	7,89	7,47	6,48	5,97	5,75	6,06	1,41	630,12
GML05	4112,17	4,11	7,13	7,56	7,66	7,45	6,67	5,83	5,30	5,93	1,52	539,16

$$BP = C \times Q$$

Keterangan:

BP : beban pencemaran (kg/hari)

C : konsentrasi BOD (mg/l)

Q : debit air sungai (m<sup>3</sup>/detik)

## L.1 Perhitungan Beban Pencemaran pada GML01

$$BP = C \times Q$$

$$= (1,54 \text{ mg/l} \times 10^{-6}) \times (5534,36 \text{ l/detik} \times 3600 \times 24)$$

$$= 1,54 \cdot 10^{-6} \text{ kg/l} \times 478,17 \cdot 10^6 \text{ l/hari} = 735,59 \text{ kg/hari}$$



## L.2 Perhitungan Beban Pencemaran pada GML02

$$BP = C \times Q$$

$$= (1,26 \text{ mg/l} \times 10^{-6}) \times (5888,85 \text{ l/detik} \times 3600 \times 24)$$

$$= 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ kg/l} \times 508,80 \cdot 10^6 \text{ l/hari}$$

$$= 638,81 \text{ kg/hari}$$

## L.3 Perhitungan Beban Pencemaran pada GML03

$$BP = C \times Q$$

$$= (1,34 \text{ mg/l} \times 10^{-6}) \times (4748,79 \text{ l/detik} \times 3600 \times 24)$$

$$= 1,34 \cdot 10^{-6} \text{ kg/l} \times 413,41 \cdot 10^6 \text{ l/hari}$$

$$= 552,62 \text{ kg/hari}$$

## L.4 Perhitungan Beban Pencemaran pada GML04

$$BP = C \times Q$$

$$= (1,41 \text{ mg/l} \times 10^{-6}) \times (5172,27 \text{ l/detik} \times 3600 \times 24)$$

$$= 1,41 \cdot 10^{-6} \text{ kg/l} \times 446,88 \cdot 10^6 \text{ l/hari}$$

$$= 630,12 \text{ kg/hari}$$

## L.5 Perhitungan Beban Pencemaran pada GML05

$$BP = C \times Q$$

$$= (1,52 \text{ mg/l} \times 10^{-6}) \times (4112,17 \text{ l/detik} \times 3600 \times 24)$$

$$= 1,52 \cdot 10^{-6} \text{ kg/l} \times 355,29 \cdot 10^6 \text{ l/hari}$$

$$= 539,16 \text{ kg/hari}$$

## LAMPIRAN M

## Data Perhitungan Streeter-Phelps

GML	DO Awal	BOD	Suhu	H Rata-rata	V Rata-rata	Kd	Kd <sub>T</sub>	D <sub>LT</sub>	Kr	Kr <sub>T</sub>	Lo	Lt	DO Sat	D	rD	rR	tc	xc	Dc	
	mg/l	mg/l	( <sup>0</sup> C)	m	m/detik	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
01	7,69	1,54	27,7	1,08	0,372	1,339	0,716	1,018	0,00023	2,443	2,760	1,582	0,044	7,874	0,179	0,045	0,494	0,449	14,426	0,370
02	7,65	1,26	27,9	1,31	0,306	1,100	0,657	0,946	0,00023	1,653	1,875	1,304	0,049	7,835	0,188	0,046	0,352	0,572	15,111	0,383
03	7,70	1,34	28,8	0,83	0,374	1,345	0,802	1,204	0,00024	3,705	4,263	1,361	0,025	7,714	0,009	0,030	0,038	0,408	13,163	0,235
04	7,52	1,41	29,0	0,68	0,380	1,369	0,877	1,326	0,00024	5,104	5,888	1,428	0,018	7,691	0,173	0,024	1,019	0,208	6,847	0,244
05	7,56	1,52	29,3	0,90	0,373	1,342	0,776	1,188	0,00025	3,322	3,849	1,550	0,032	7,654	0,098	0,038	0,377	0,384	12,384	0,303
Rata-rata	7,62	1,41	28,5	0,96	0,361	1,299	0,766	1,136	0,00024	3,245	3,727	1,445	0,033	7,754	0,129	0,036	0,456	0,404	12,386	0,307

\*Keterangan: DO Awal merupakan DO Lapang atau DO<sub>act</sub> (DO Aktual)

Penentuan Daya Tampung Sungai Bedadung Segmen Desa Gumelar (Contoh perhitungan pada GML01).

M.1 Perhitungan Konstanta Deoksigenasi (Kd)

a) Perhitungan Kd

$$Kd = 0,3 \times \left(\frac{H}{8}\right)^{-0,434}$$

$$Kd = 0,3 \times \left(\frac{1,08}{8}\right)^{-0,434} = 0,3 \times (0,135)^{-0,434} = 0,716 \text{ hari}^{-1}$$

b) Perhitungan  $Kd_T$

$$Kd_T = Kd \times 1,047^{T-20}$$

$$Kd_T = 0,716 \times 1,047^{27,7-20} = 1,018 \text{ hari}^{-1}$$

M.2 Perhitungan Konstanta Reaerasi ( $K_r$ )

a) Perhitungan koefisien difusi molekular untuk oksigen

$$\begin{aligned} D_{LT} &= 1,760 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{hari} \times 1,037^{T-20} \\ &= 1,760 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{hari} \times 1,037^{27,7-20} = 0,00023 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

b) Perhitungan  $K_r$

$$K_r = \frac{294 \times (D_{LT} \times v)^{1/2}}{H^{3/2}}$$

$$K_r = \frac{294 \times (0,00023 \times 0,372)^{1/2}}{1,08^{3/2}} = 2,443 \text{ hari}^{-1}$$

c) Perhitungan  $Kr_T$

$$Kr_T = K_r \times 1,016^{T-20}$$

$$Kr_T = 2,443 \times 1,016^{27,7-20} = 2,760 \text{ hari}^{-1}$$

M.3 Perhitungan BOD Ultimate ( $Lo$ )

$$Lo = \frac{BOD_{20}^5}{1 - e^{-5Kd}}$$

$$Lo = \frac{1,54}{1 - 2,178^{-5,0,716}} = 1,582 \text{ mg/l}$$

M.4 Perhitungan  $L_t$

$$L_t = Lo \times e^{(-Kd \times 5)}$$

$$= 1,582 \times e^{(-0,716 \times 5)} = 0,044 \text{ mg/l}$$

M.5 Perhitungan Laju Deoksigenasi ( $rD$ )

$$rD = Kd_T \times L_t$$

$$rD = 1,018 \times 0,044 = 0,045 \text{ mg/l . hari}$$

## M.6 Perhitungan Laju Reaerasi (rR)

$$rR = K r_T \times D$$

$$rR = K r_T \times (\text{DO Sat} - \text{DO})$$

$$rR = 2,760 \times (7,874 - 7,69) = 0,494 \text{ mg/l.hari}$$

## M.7 Perhitungan Waktu mencapai Titik Kritis (tc)

$$t_c = \frac{1}{K r_T - K d_T} \ln \left\{ \frac{K r_T}{K d_T} \left[ 1 - \frac{D (K r_T - K d_T)}{K d_T \cdot L_0} \right] \right\}$$

$$t_c = \frac{1}{2,760 - 1,018} \ln \left\{ \frac{2,760}{1,018} \left[ 1 - \frac{0,179 (2,760 - 1,018)}{1,018 \cdot 1,582} \right] \right\} = 0,449 \text{ hari}$$

## M.8 Perhitungan Defisit Kritis (Dc)

$$D_c = \frac{K d_T}{K r_T} L_0 \cdot e^{-K d_T \cdot t_c}$$

$$D_c = \frac{1,018}{2,760} 1,582 \cdot 2,178^{-1,018 \cdot 0,449} = 0,370 \text{ mg/l}$$

## M.9 Penentuan Letak Titik Kritis (Xc)

$$X_c = t_c \times V$$

$$\begin{aligned} X_c &= 0,449 \text{ hari} \times 1,339 \text{ km/jam} = 0,449 \text{ hari} \times (1,339 \times 24) \text{ km/hari} \\ &= 14,426 \text{ km} \end{aligned}$$

LAMPIRAN N

Data Penurunan Oksigen Sungai

X (km)	DO Sat: 7,874			DO Sat: 7,835			DO Sat: 7,714			DO Sat: 7,691			DO Sat: 7,654		
	DO mix: 7,695			DO mix: 7,647			DO mix: 7,705			DO mix: 7,518			DO mix: 7,556		
	Do def: 0,179			Do def: 0,188			Do def: 0,009			Do def: 0,173			Do def: 0,098		
	Lo: 1,58			Lo: 1,30			Lo: 1,36			Lo: 1,43			Lo: 1,55		
	Kd: 1,018			Kd: 0,946			Kd: 1,204			Kd: 1,326			Kd: 1,188		
	Kr: 2,760			Kr: 1,875			Kr: 4,263			Kr: 5,888			Kr: 3,849		
	GML01			GML02			GML03			GML04			GML05		
	t (d)	Dt	DO	t (d)	Dt	DO	t(d)	Dt	DO	t(d)	Dt	DO	t(d)	Dt	DO
0,00	0,000	0,179	7,695	0,000	0,188	7,647	0,000	0,009	7,705	0,000	0,173	7,518	0,000	0,098	7,556
1,00	0,031	0,212	7,662	0,038	0,219	7,616	0,031	0,055	7,659	0,030	0,196	7,495	0,031	0,140	7,515
2,00	0,062	0,240	7,634	0,076	0,247	7,588	0,062	0,093	7,621	0,061	0,214	7,477	0,062	0,175	7,479
3,00	0,093	0,265	7,609	0,114	0,271	7,564	0,093	0,125	7,589	0,091	0,226	7,465	0,093	0,204	7,450
4,00	0,124	0,286	7,588	0,152	0,292	7,542	0,124	0,151	7,563	0,122	0,235	7,456	0,124	0,229	7,426
5,00	0,156	0,304	7,570	0,189	0,311	7,524	0,155	0,172	7,541	0,152	0,240	7,451	0,155	0,248	7,406
6,00	0,187	0,319	7,555	0,227	0,327	7,508	0,186	0,190	7,524	0,183	0,243	7,448	0,186	0,264	7,390
7,00	0,218	0,332	7,542	0,265	0,340	7,495	0,217	0,204	7,510	0,213	0,244	7,447	0,217	0,277	7,377
8,00	0,249	0,343	7,531	0,303	0,351	7,484	0,248	0,214	7,499	0,244	0,243	7,448	0,248	0,287	7,368
9,00	0,280	0,351	7,523	0,341	0,360	7,475	0,279	0,222	7,491	0,274	0,240	7,451	0,279	0,294	7,361
10,00	0,311	0,358	7,516	0,379	0,368	7,467	0,310	0,228	7,485	0,304	0,237	7,454	0,310	0,299	7,356
11,00	0,342	0,363	7,511	0,417	0,373	7,461	0,341	0,232	7,481	0,335	0,233	7,458	0,341	0,302	7,353
12,00	0,373	0,366	7,508	0,455	0,378	7,457	0,372	0,234	7,479	0,365	0,228	7,463	0,373	0,303	7,352
13,00	0,405	0,369	7,505	0,492	0,381	7,454	0,403	0,235	7,478	0,396	0,222	7,469	0,404	0,303	7,352
14,00	0,436	0,370	7,504	0,530	0,382	7,452	0,434	0,235	7,479	0,426	0,216	7,475	0,435	0,301	7,353
15,00	0,467	0,369	7,505	0,568	0,383	7,452	0,465	0,234	7,480	0,457	0,210	7,481	0,466	0,299	7,355
16,00	0,498	0,368	7,506	0,606	0,383	7,452	0,496	0,231	7,482	0,487	0,204	7,487	0,497	0,296	7,359

17,00	0,529	0,367	7,507	0,644	0,381	7,453	0,527	0,228	7,485	0,518	0,197	7,494	0,528	0,292	7,363
18,00	0,560	0,364	7,510	0,682	0,379	7,456	0,558	0,225	7,489	0,548	0,191	7,500	0,559	0,287	7,367
19,00	0,591	0,361	7,513	0,720	0,377	7,458	0,589	0,221	7,493	0,578	0,185	7,506	0,590	0,282	7,372
20,00	0,622	0,357	7,517	0,758	0,373	7,462	0,620	0,217	7,497	0,609	0,178	7,513	0,621	0,276	7,378
21,00	0,654	0,353	7,521	0,796	0,369	7,466	0,651	0,212	7,502	0,639	0,172	7,519	0,652	0,271	7,384
22,00	0,685	0,348	7,526	0,833	0,365	7,470	0,682	0,207	7,507	0,670	0,166	7,525	0,683	0,264	7,390
23,00	0,716	0,343	7,531	0,871	0,360	7,475	0,713	0,202	7,512	0,700	0,160	7,531	0,714	0,258	7,396
24,00	0,747	0,338	7,536	0,909	0,355	7,480	0,744	0,197	7,517	0,731	0,154	7,537	0,745	0,252	7,403
25,00	0,778	0,332	7,542	0,947	0,349	7,486	0,775	0,191	7,522	0,761	0,149	7,542	0,776	0,245	7,409
26,00	0,809	0,326	7,548	0,985	0,343	7,492	0,806	0,186	7,528	0,792	0,143	7,548	0,807	0,239	7,416
27,00	0,840	0,320	7,554	1,023	0,337	7,498	0,837	0,181	7,533	0,822	0,138	7,553	0,838	0,232	7,422
28,00	0,871	0,314	7,560	1,061	0,331	7,504	0,868	0,175	7,538	0,853	0,132	7,559	0,869	0,225	7,429
29,00	0,903	0,307	7,567	1,099	0,324	7,510	0,899	0,170	7,543	0,883	0,127	7,564	0,900	0,219	7,436
30,00	0,934	0,301	7,573	1,136	0,318	7,517	0,930	0,165	7,549	0,913	0,122	7,569	0,931	0,212	7,442
31,00	0,965	0,294	7,580	1,174	0,311	7,524	0,961	0,160	7,554	0,944	0,118	7,573	0,962	0,206	7,448
32,00	0,996	0,288	7,586	1,212	0,304	7,530	0,992	0,155	7,559	0,974	0,113	7,578	0,993	0,200	7,455
33,00	1,027	0,281	7,593	1,250	0,298	7,537	1,023	0,150	7,564	1,005	0,109	7,582	1,024	0,193	7,461
34,00	1,058	0,275	7,599	1,288	0,291	7,544	1,054	0,145	7,569	1,035	0,105	7,586	1,056	0,187	7,467
35,00	1,089	0,268	7,606	1,326	0,284	7,551	1,085	0,140	7,574	1,066	0,101	7,590	1,087	0,181	7,473
36,00	1,120	0,262	7,612	1,364	0,277	7,558	1,116	0,135	7,578	1,096	0,097	7,594	1,118	0,175	7,479
37,00	1,152	0,255	7,619	1,402	0,270	7,564	1,146	0,131	7,583	1,127	0,093	7,598	1,149	0,170	7,485
38,00	1,183	0,249	7,625	1,439	0,264	7,571	1,177	0,126	7,587	1,157	0,089	7,602	1,180	0,164	7,490
39,00	1,214	0,243	7,631	1,477	0,257	7,578	1,208	0,122	7,592	1,187	0,086	7,605	1,211	0,159	7,496
40,00	1,245	0,236	7,638	1,515	0,250	7,585	1,239	0,118	7,596	1,218	0,082	7,609	1,242	0,153	7,501
41,00	1,276	0,230	7,644	1,553	0,244	7,591	1,270	0,114	7,600	1,248	0,079	7,612	1,273	0,148	7,506

42,00	1,307	0,224	7,650	1,591	0,237	7,598	1,301	0,110	7,604	1,279	0,076	7,615	1,304	0,143	7,511
43,00	1,338	0,218	7,656	1,629	0,231	7,604	1,332	0,106	7,608	1,309	0,073	7,618	1,335	0,138	7,516
44,00	1,369	0,212	7,662	1,667	0,224	7,610	1,363	0,102	7,611	1,340	0,070	7,621	1,366	0,133	7,521
45,00	1,401	0,207	7,667	1,705	0,218	7,617	1,394	0,099	7,615	1,370	0,067	7,624	1,397	0,129	7,525
46,00	1,432	0,201	7,673	1,743	0,212	7,623	1,425	0,095	7,619	1,401	0,065	7,626	1,428	0,124	7,530
47,00	1,463	0,195	7,679	1,780	0,206	7,629	1,456	0,092	7,622	1,431	0,062	7,629	1,459	0,120	7,534
48,00	1,494	0,190	7,684	1,818	0,200	7,635	1,487	0,088	7,625	1,461	0,060	7,631	1,490	0,116	7,538
49,00	1,525	0,185	7,689	1,856	0,194	7,640	1,518	0,085	7,628	1,492	0,057	7,634	1,521	0,112	7,542
50,00	1,556	0,180	7,694	1,894	0,189	7,646	1,549	0,082	7,631	1,522	0,055	7,636	1,552	0,108	7,546
51,00	1,587	0,174	7,700	1,932	0,183	7,652	1,580	0,079	7,634	1,553	0,053	7,638	1,583	0,104	7,550
52,00	1,618	0,169	7,705	1,970	0,178	7,657	1,611	0,076	7,637	1,583	0,051	7,640	1,614	0,100	7,554
53,00	1,650	0,165	7,709	2,008	0,172	7,662	1,642	0,074	7,640	1,614	0,049	7,642	1,645	0,097	7,557
54,00	1,681	0,160	7,714	2,046	0,167	7,668	1,673	0,071	7,643	1,644	0,047	7,644	1,676	0,093	7,561
55,00	1,712	0,155	7,719	2,083	0,162	7,673	1,704	0,069	7,645	1,675	0,045	7,646	1,707	0,090	7,564
56,00	1,743	0,151	7,723	2,121	0,157	7,678	1,735	0,066	7,648	1,705	0,043	7,648	1,739	0,087	7,567
57,00	1,774	0,146	7,728	2,159	0,152	7,682	1,766	0,064	7,650	1,735	0,042	7,649	1,770	0,084	7,570
58,00	1,805	0,142	7,732	2,197	0,148	7,687	1,797	0,061	7,652	1,766	0,040	7,651	1,801	0,081	7,573
59,00	1,836	0,138	7,736	2,235	0,143	7,692	1,828	0,059	7,655	1,796	0,038	7,653	1,832	0,078	7,576
60,00	1,867	0,134	7,740	2,273	0,139	7,696	1,859	0,057	7,657	1,827	0,037	7,654	1,863	0,075	7,579
61,00	1,899	0,130	7,744	2,311	0,134	7,701	1,890	0,055	7,659	1,857	0,035	7,656	1,894	0,073	7,582
62,00	1,930	0,126	7,748	2,349	0,130	7,705	1,921	0,053	7,661	1,888	0,034	7,657	1,925	0,070	7,584
63,00	1,961	0,122	7,752	2,387	0,126	7,709	1,952	0,051	7,663	1,918	0,033	7,658	1,956	0,067	7,587
64,00	1,992	0,119	7,755	2,424	0,122	7,713	1,983	0,049	7,665	1,949	0,031	7,660	1,987	0,065	7,589
65,00	2,023	0,115	7,759	2,462	0,118	7,717	2,014	0,047	7,666	1,979	0,030	7,661	2,018	0,063	7,592
66,00	2,054	0,112	7,762	2,500	0,114	7,721	2,045	0,046	7,668	2,009	0,029	7,662	2,049	0,060	7,594

67,00	2,085	0,108	7,766	2,538	0,111	7,724	2,076	0,044	7,670	2,040	0,028	7,663	2,080	0,058	7,596
68,00	2,116	0,105	7,769	2,576	0,107	7,728	2,107	0,042	7,671	2,070	0,027	7,664	2,111	0,056	7,598
69,00	2,148	0,102	7,772	2,614	0,104	7,731	2,138	0,041	7,673	2,101	0,026	7,665	2,142	0,054	7,600
70,00	2,179	0,099	7,775	2,652	0,100	7,735	2,169	0,039	7,674	2,131	0,025	7,666	2,173	0,052	7,602
71,00	2,210	0,096	7,778	2,690	0,097	7,738	2,200	0,038	7,676	2,162	0,024	7,667	2,204	0,050	7,604
72,00	2,241	0,093	7,781	2,727	0,094	7,741	2,231	0,036	7,677	2,192	0,023	7,668	2,235	0,049	7,606
73,00	2,272	0,090	7,784	2,765	0,091	7,744	2,262	0,035	7,679	2,223	0,022	7,669	2,266	0,047	7,608
74,00	2,303	0,087	7,787	2,803	0,088	7,747	2,293	0,034	7,680	2,253	0,021	7,670	2,297	0,045	7,609
75,00	2,334	0,085	7,789	2,841	0,085	7,750	2,324	0,033	7,681	2,283	0,020	7,671	2,328	0,043	7,611
76,00	2,365	0,082	7,792	2,879	0,082	7,753	2,355	0,031	7,682	2,314	0,019	7,672	2,359	0,042	7,612
77,00	2,397	0,080	7,794	2,917	0,079	7,756	2,386	0,030	7,683	2,344	0,019	7,672	2,390	0,040	7,614
78,00	2,428	0,077	7,797	2,955	0,077	7,758	2,417	0,029	7,684	2,375	0,018	7,673	2,422	0,039	7,615
79,00	2,459	0,075	7,799	2,993	0,074	7,761	2,448	0,028	7,686	2,405	0,017	7,674	2,453	0,038	7,617
80,00	2,490	0,073	7,801	3,031	0,072	7,763	2,479	0,027	7,687	2,436	0,016	7,675	2,484	0,036	7,618
81,00	2,521	0,070	7,804	3,068	0,069	7,766	2,510	0,026	7,688	2,466	0,016	7,675	2,515	0,035	7,619
82,00	2,552	0,068	7,806	3,106	0,067	7,768	2,541	0,025	7,689	2,497	0,015	7,676	2,546	0,034	7,621
83,00	2,583	0,066	7,808	3,144	0,065	7,770	2,572	0,024	7,689	2,527	0,015	7,676	2,577	0,032	7,622
84,00	2,614	0,064	7,810	3,182	0,063	7,772	2,603	0,023	7,690	2,558	0,014	7,677	2,608	0,031	7,623
85,00	2,646	0,062	7,812	3,220	0,060	7,774	2,634	0,022	7,691	2,588	0,013	7,678	2,639	0,030	7,624
86,00	2,677	0,060	7,814	3,258	0,058	7,776	2,665	0,022	7,692	2,618	0,013	7,678	2,670	0,029	7,625
87,00	2,708	0,058	7,816	3,296	0,056	7,778	2,696	0,021	7,693	2,649	0,012	7,679	2,701	0,028	7,626
88,00	2,739	0,057	7,817	3,334	0,055	7,780	2,727	0,020	7,694	2,679	0,012	7,679	2,732	0,027	7,627
89,00	2,770	0,055	7,819	3,371	0,053	7,782	2,758	0,019	7,694	2,710	0,011	7,680	2,763	0,026	7,628
90,00	2,801	0,053	7,821	3,409	0,051	7,784	2,789	0,019	7,695	2,740	0,011	7,680	2,794	0,025	7,629
91,00	2,832	0,051	7,823	3,447	0,049	7,786	2,820	0,018	7,696	2,771	0,011	7,680	2,825	0,024	7,630

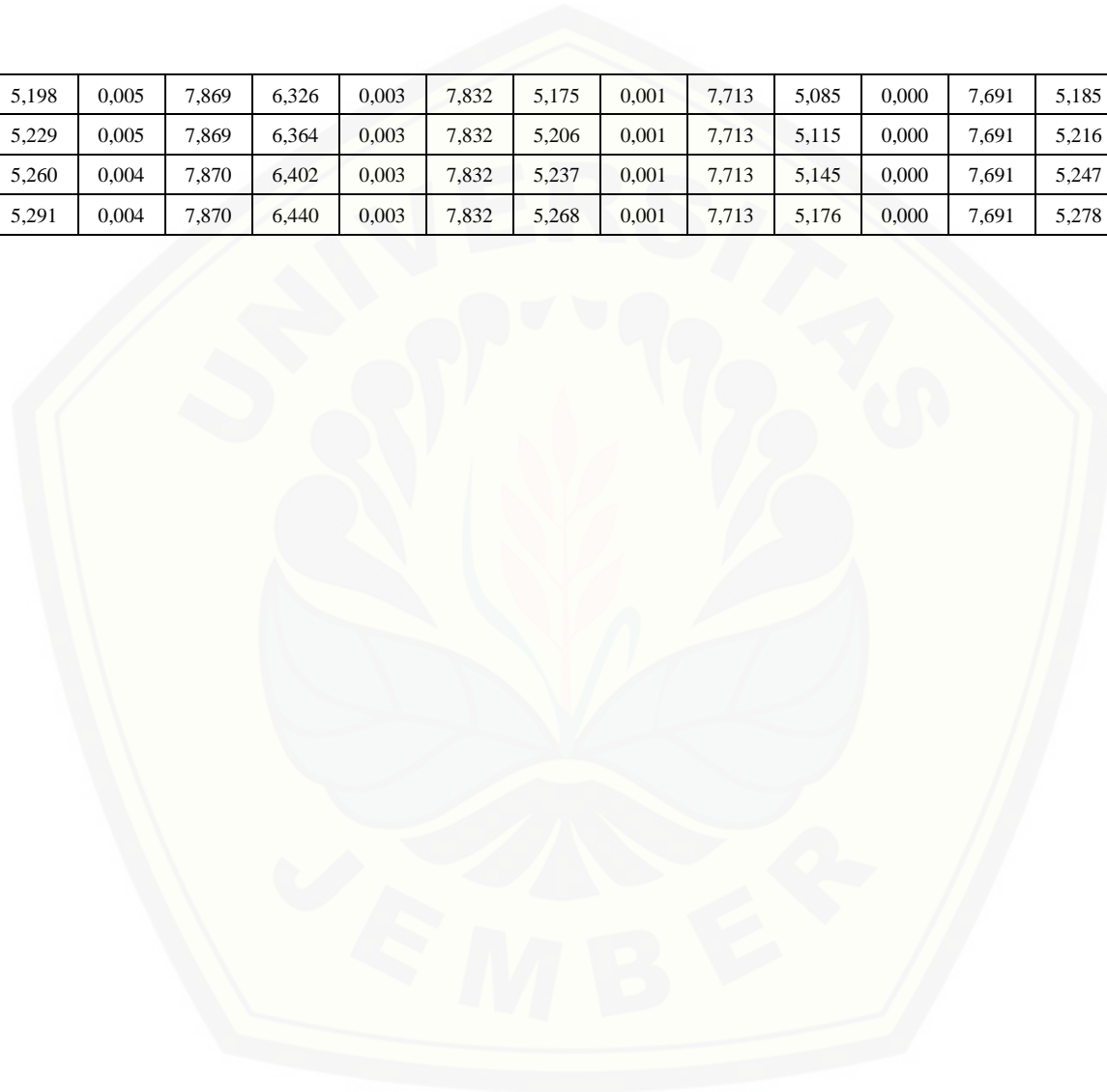


92,00	2,863	0,050	7,824	3,485	0,047	7,787	2,851	0,017	7,696	2,801	0,010	7,681	2,856	0,023	7,631
93,00	2,895	0,048	7,826	3,523	0,046	7,789	2,882	0,017	7,697	2,832	0,010	7,681	2,887	0,022	7,632
94,00	2,926	0,047	7,827	3,561	0,044	7,791	2,913	0,016	7,698	2,862	0,009	7,682	2,918	0,022	7,633
95,00	2,957	0,045	7,829	3,599	0,043	7,792	2,944	0,015	7,698	2,892	0,009	7,682	2,949	0,021	7,634
96,00	2,988	0,044	7,830	3,637	0,041	7,794	2,975	0,015	7,699	2,923	0,009	7,682	2,980	0,020	7,634
97,00	3,019	0,043	7,831	3,674	0,040	7,795	3,006	0,014	7,699	2,953	0,008	7,683	3,011	0,019	7,635
98,00	3,050	0,041	7,833	3,712	0,039	7,796	3,037	0,014	7,700	2,984	0,008	7,683	3,042	0,019	7,636
99,00	3,081	0,040	7,834	3,750	0,037	7,798	3,068	0,013	7,700	3,014	0,008	7,683	3,073	0,018	7,636
100,00	3,112	0,039	7,835	3,788	0,036	7,799	3,099	0,013	7,701	3,045	0,007	7,684	3,105	0,017	7,637
101,00	3,144	0,038	7,836	3,826	0,035	7,800	3,130	0,012	7,701	3,075	0,007	7,684	3,136	0,017	7,638
102,00	3,175	0,036	7,838	3,864	0,034	7,801	3,161	0,012	7,702	3,106	0,007	7,684	3,167	0,016	7,638
103,00	3,206	0,035	7,839	3,902	0,032	7,802	3,192	0,011	7,702	3,136	0,006	7,685	3,198	0,015	7,639
104,00	3,237	0,034	7,840	3,940	0,031	7,804	3,223	0,011	7,703	3,166	0,006	7,685	3,229	0,015	7,639
105,00	3,268	0,033	7,841	3,978	0,030	7,805	3,254	0,011	7,703	3,197	0,006	7,685	3,260	0,014	7,640
106,00	3,299	0,032	7,842	4,015	0,029	7,806	3,285	0,010	7,703	3,227	0,006	7,685	3,291	0,014	7,640
107,00	3,330	0,031	7,843	4,053	0,028	7,807	3,316	0,010	7,704	3,258	0,006	7,685	3,322	0,013	7,641
108,00	3,361	0,030	7,844	4,091	0,027	7,808	3,347	0,010	7,704	3,288	0,005	7,686	3,353	0,013	7,641
109,00	3,393	0,029	7,845	4,129	0,026	7,809	3,378	0,009	7,704	3,319	0,005	7,686	3,384	0,012	7,642
110,00	3,424	0,028	7,846	4,167	0,025	7,810	3,408	0,009	7,705	3,349	0,005	7,686	3,415	0,012	7,642
111,00	3,455	0,027	7,847	4,205	0,024	7,810	3,439	0,009	7,705	3,380	0,005	7,686	3,446	0,012	7,643
112,00	3,486	0,027	7,847	4,243	0,024	7,811	3,470	0,008	7,705	3,410	0,005	7,686	3,477	0,011	7,643
113,00	3,517	0,026	7,848	4,281	0,023	7,812	3,501	0,008	7,706	3,440	0,004	7,687	3,508	0,011	7,644
114,00	3,548	0,025	7,849	4,318	0,022	7,813	3,532	0,008	7,706	3,471	0,004	7,687	3,539	0,010	7,644
115,00	3,579	0,024	7,850	4,356	0,021	7,814	3,563	0,007	7,706	3,501	0,004	7,687	3,570	0,010	7,644
116,00	3,610	0,023	7,851	4,394	0,020	7,814	3,594	0,007	7,707	3,532	0,004	7,687	3,601	0,010	7,645

117,00	3,642	0,023	7,851	4,432	0,020	7,815	3,625	0,007	7,707	3,562	0,004	7,687	3,632	0,009	7,645
118,00	3,673	0,022	7,852	4,470	0,019	7,816	3,656	0,007	7,707	3,593	0,004	7,687	3,663	0,009	7,645
119,00	3,704	0,021	7,853	4,508	0,018	7,816	3,687	0,006	7,707	3,623	0,003	7,688	3,694	0,009	7,646
120,00	3,735	0,021	7,853	4,546	0,018	7,817	3,718	0,006	7,708	3,654	0,003	7,688	3,725	0,008	7,646
121,00	3,766	0,020	7,854	4,584	0,017	7,818	3,749	0,006	7,708	3,684	0,003	7,688	3,756	0,008	7,646
122,00	3,797	0,019	7,855	4,622	0,017	7,818	3,780	0,006	7,708	3,714	0,003	7,688	3,788	0,008	7,647
123,00	3,828	0,019	7,855	4,659	0,016	7,819	3,811	0,005	7,708	3,745	0,003	7,688	3,819	0,007	7,647
124,00	3,859	0,018	7,856	4,697	0,015	7,819	3,842	0,005	7,708	3,775	0,003	7,688	3,850	0,007	7,647
125,00	3,891	0,018	7,856	4,735	0,015	7,820	3,873	0,005	7,709	3,806	0,003	7,688	3,881	0,007	7,647
126,00	3,922	0,017	7,857	4,773	0,014	7,820	3,904	0,005	7,709	3,836	0,003	7,688	3,912	0,007	7,648
127,00	3,953	0,017	7,857	4,811	0,014	7,821	3,935	0,005	7,709	3,867	0,002	7,689	3,943	0,006	7,648
128,00	3,984	0,016	7,858	4,849	0,013	7,821	3,966	0,005	7,709	3,897	0,002	7,689	3,974	0,006	7,648
129,00	4,015	0,016	7,858	4,887	0,013	7,822	3,997	0,004	7,709	3,928	0,002	7,689	4,005	0,006	7,648
130,00	4,046	0,015	7,859	4,925	0,012	7,822	4,028	0,004	7,709	3,958	0,002	7,689	4,036	0,006	7,649
131,00	4,077	0,015	7,859	4,962	0,012	7,823	4,059	0,004	7,710	3,988	0,002	7,689	4,067	0,006	7,649
132,00	4,108	0,014	7,860	5,000	0,012	7,823	4,090	0,004	7,710	4,019	0,002	7,689	4,098	0,005	7,649
133,00	4,140	0,014	7,860	5,038	0,011	7,824	4,121	0,004	7,710	4,049	0,002	7,689	4,129	0,005	7,649
134,00	4,171	0,013	7,861	5,076	0,011	7,824	4,152	0,004	7,710	4,080	0,002	7,689	4,160	0,005	7,649
135,00	4,202	0,013	7,861	5,114	0,010	7,824	4,183	0,003	7,710	4,110	0,002	7,689	4,191	0,005	7,650
136,00	4,233	0,012	7,862	5,152	0,010	7,825	4,214	0,003	7,710	4,141	0,002	7,689	4,222	0,005	7,650
137,00	4,264	0,012	7,862	5,190	0,010	7,825	4,245	0,003	7,710	4,171	0,002	7,689	4,253	0,004	7,650
138,00	4,295	0,012	7,862	5,228	0,009	7,825	4,276	0,003	7,711	4,202	0,002	7,689	4,284	0,004	7,650
139,00	4,326	0,011	7,863	5,266	0,009	7,826	4,307	0,003	7,711	4,232	0,002	7,689	4,315	0,004	7,650
140,00	4,357	0,011	7,863	5,303	0,009	7,826	4,338	0,003	7,711	4,263	0,001	7,690	4,346	0,004	7,650
141,00	4,389	0,011	7,863	5,341	0,008	7,826	4,369	0,003	7,711	4,293	0,001	7,690	4,377	0,004	7,651

142,00	4,420	0,010	7,864	5,379	0,008	7,827	4,400	0,003	7,711	4,323	0,001	7,690	4,408	0,004	7,651
143,00	4,451	0,010	7,864	5,417	0,008	7,827	4,431	0,003	7,711	4,354	0,001	7,690	4,439	0,004	7,651
144,00	4,482	0,010	7,864	5,455	0,008	7,827	4,462	0,002	7,711	4,384	0,001	7,690	4,471	0,003	7,651
145,00	4,513	0,009	7,865	5,493	0,007	7,828	4,493	0,002	7,711	4,415	0,001	7,690	4,502	0,003	7,651
146,00	4,544	0,009	7,865	5,531	0,007	7,828	4,524	0,002	7,711	4,445	0,001	7,690	4,533	0,003	7,651
147,00	4,575	0,009	7,865	5,569	0,007	7,828	4,555	0,002	7,711	4,476	0,001	7,690	4,564	0,003	7,651
148,00	4,606	0,008	7,866	5,606	0,007	7,828	4,586	0,002	7,712	4,506	0,001	7,690	4,595	0,003	7,651
149,00	4,638	0,008	7,866	5,644	0,006	7,828	4,617	0,002	7,712	4,537	0,001	7,690	4,626	0,003	7,651
150,00	4,669	0,008	7,866	5,682	0,006	7,829	4,648	0,002	7,712	4,567	0,001	7,690	4,657	0,003	7,652
151,00	4,700	0,008	7,866	5,720	0,006	7,829	4,679	0,002	7,712	4,597	0,001	7,690	4,688	0,003	7,652
152,00	4,731	0,007	7,867	5,758	0,006	7,829	4,710	0,002	7,712	4,628	0,001	7,690	4,719	0,003	7,652
153,00	4,762	0,007	7,867	5,796	0,005	7,829	4,741	0,002	7,712	4,658	0,001	7,690	4,750	0,002	7,652
154,00	4,793	0,007	7,867	5,834	0,005	7,830	4,772	0,002	7,712	4,689	0,001	7,690	4,781	0,002	7,652
155,00	4,824	0,007	7,867	5,872	0,005	7,830	4,803	0,002	7,712	4,719	0,001	7,690	4,812	0,002	7,652
156,00	4,855	0,007	7,867	5,909	0,005	7,830	4,834	0,002	7,712	4,750	0,001	7,690	4,843	0,002	7,652
157,00	4,886	0,006	7,868	5,947	0,005	7,830	4,865	0,002	7,712	4,780	0,001	7,690	4,874	0,002	7,652
158,00	4,918	0,006	7,868	5,985	0,005	7,830	4,896	0,001	7,712	4,811	0,001	7,690	4,905	0,002	7,652
159,00	4,949	0,006	7,868	6,023	0,004	7,830	4,927	0,001	7,712	4,841	0,001	7,690	4,936	0,002	7,652
160,00	4,980	0,006	7,868	6,061	0,004	7,831	4,958	0,001	7,712	4,871	0,001	7,690	4,967	0,002	7,652
161,00	5,011	0,006	7,868	6,099	0,004	7,831	4,989	0,001	7,712	4,902	0,001	7,690	4,998	0,002	7,653
162,00	5,042	0,005	7,869	6,137	0,004	7,831	5,020	0,001	7,712	4,932	0,001	7,690	5,029	0,002	7,653
163,00	5,073	0,005	7,869	6,175	0,004	7,831	5,051	0,001	7,712	4,963	0,001	7,690	5,060	0,002	7,653
164,00	5,104	0,005	7,869	6,213	0,004	7,831	5,082	0,001	7,712	4,993	0,001	7,690	5,091	0,002	7,653
165,00	5,135	0,005	7,869	6,250	0,004	7,831	5,113	0,001	7,713	5,024	0,001	7,690	5,122	0,002	7,653
166,00	5,167	0,005	7,869	6,288	0,003	7,831	5,144	0,001	7,713	5,054	0,001	7,690	5,154	0,002	7,653

167,00	5,198	0,005	7,869	6,326	0,003	7,832	5,175	0,001	7,713	5,085	0,000	7,691	5,185	0,001	7,653
168,00	5,229	0,005	7,869	6,364	0,003	7,832	5,206	0,001	7,713	5,115	0,000	7,691	5,216	0,001	7,653
169,00	5,260	0,004	7,870	6,402	0,003	7,832	5,237	0,001	7,713	5,145	0,000	7,691	5,247	0,001	7,653
170,00	5,291	0,004	7,870	6,440	0,003	7,832	5,268	0,001	7,713	5,176	0,000	7,691	5,278	0,001	7,653



## LAMPIRAN O

## Data Daya Tampung Sungai

O.1 Data primer kemampuan Sungai Bedadung melakukan permurnian alami (*self purification*)

Titik	DO Lapang mg/l	DOs mg/l	DO Kritis mg/l	Batas Maksimum (40% DO Sat) mg/l
GML01	7,695	7,874	7,504	3,150
GML02	7,647	7,835	7,452	3,134
GML03	7,705	7,714	7,478	3,085
GML04	7,518	7,691	7,447	3,076
GML05	7,556	7,654	7,351	3,062

\*Keterangan: Sungai berada di Zona Dekomposisi apabila nilai DO kritis mencapai kurang dari 40% nilai DO saturasi (Arbie *et al.*, 2015).

## O.2 Data primer Daya tampung Sungai Bedadung

Segmen	Jarak dari Titik Pantau km	DO Aktual mg/l	DO Model berdasarkan Jarak mg/l	DO Kritis mg/l
1	0,53	7,695	7,678	7,504
2	0,65	7,647	7,609	7,452
3	0,45	7,705	7,638	7,478
4	0,55	7,518	7,466	7,447
	Rata-rata		7,598	7,470

\*Keterangan: DO Aktual (DO Lapang)

Selisih DO model rata-rata dan DO kritis rata-rata =  
 $7,598 - 7,470 = 0,129$  mg/l

LAMPIRAN P

Dokumentasi Kegiatan Penelitian

\*Keterangan: Urutan huruf sebagaimana urutan foto dokumentasi dari kiri ke kanan



Gambar 1. Karakteristik wilayah kajian Sungai Bedadung  
(a) GML04 ketika musim penghujan; (b) GML04 ketika musim kemarau; (c) Limbah ternak;  
(d) Sumber air di lokasi pengambilan sampel uji



Gambar 2. Pengambilan data dan pengujian sampel di lapang  
(a) Pengukuran lebar sungai; (b) Pengukuran kecepatan aliran sungai;  
(c) Pengujian DO lapang



Gambar 3. (a) dan (b) Uji parameter TSS; (c) dan (d) Uji parameter TDS



Gambar 4. (a) dan (b) Uji parameter kekeruhan; (c) dan (d) Uji parameter DO (lapang) metode Winkler



Gambar 5. (a) Sampel uji parameter DO metode Winkler; (b) Pengujian DO laboratorium tahap titrasi; (c) Uji parameter COD