



**DAYA TAMPUNG SUNGAI SEMANGIR TERHADAP BEBAN  
PENCEMARAN MENGGUNAKAN METODE  
*STREETER PHELPS*  
(Studi Kasus di Kelurahan Mangli Kecamatan Kaliwates  
Kabupaten Jember)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Siti Nurjannah  
NIM 151710201047**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**DAYA TAMPUNG SUNGAI SEMANGIR TERHADAP BEBAN  
PENCEMARAN MENGGUNAKAN METODE  
*STREETER PHELPS*  
(Studi Kasus di Kelurahan Mangli Kecamatan Kaliwates  
Kabupaten Jember)**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

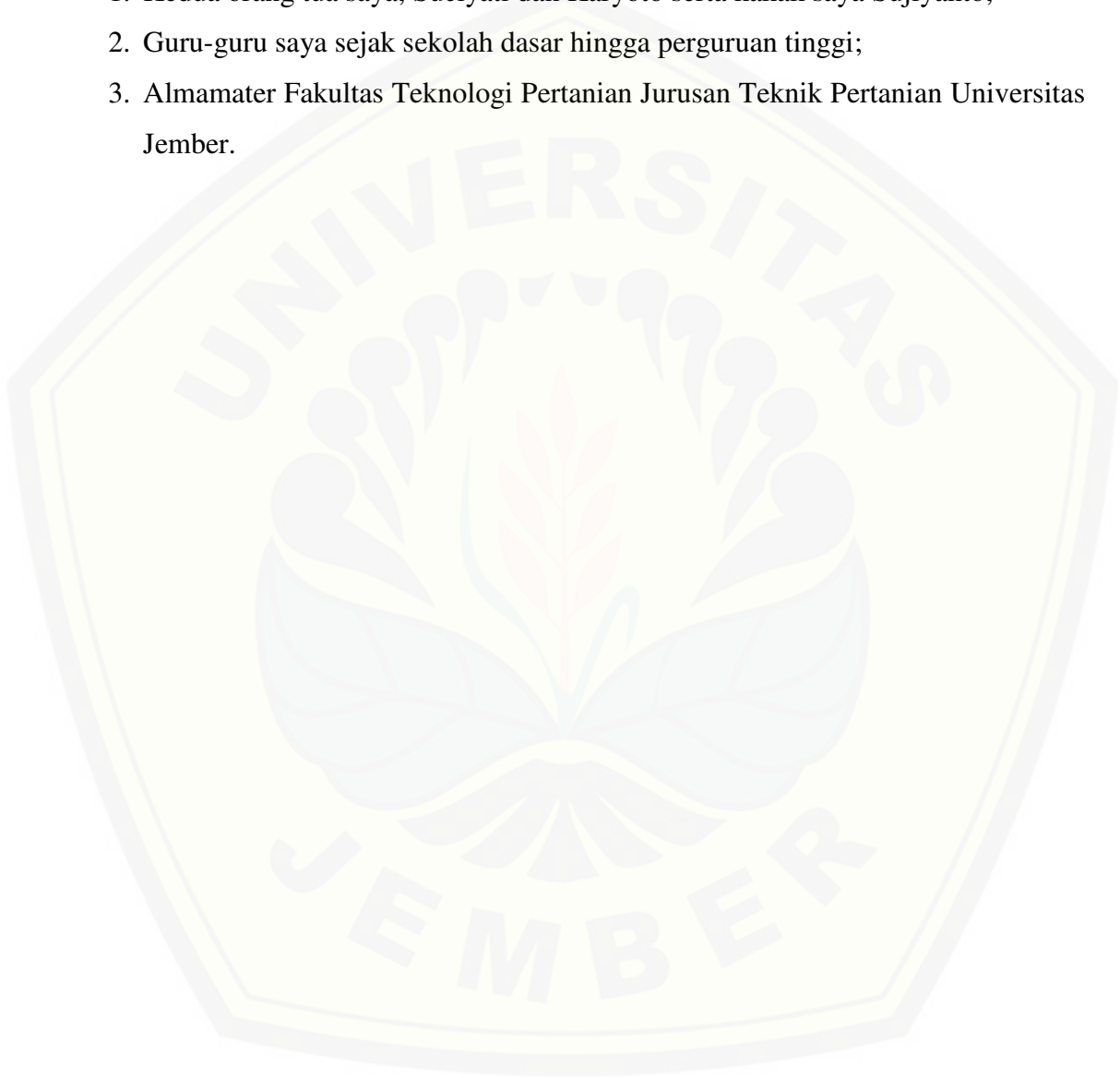
**Siti Nurjannah  
NIM 151710201047**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih dan bentuk syukur kepada:

1. Kedua orang tua saya, Suciyati dan Karyoto serta kakak saya Sujiyanto;
2. Guru-guru saya sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.



### MOTTO

Boleh jadi kamu membenci sesuatu namun ia amat baik bagimu dan boleh jadi engkau mencintai sesuatu namun ia amat buruk bagimu, Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui  
(terjemahan Surat *Al-Baqarah* ayat 216<sup>\*</sup>)

Waktu bagaikan pedang, jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik (untuk memotong) maka ia akan memanfaatkanmu (dipotong) (H.R Muslim<sup>\*\*</sup>)

---

<sup>\*</sup>) Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah.

<sup>\*\*</sup>) Nashiruddin, M. 2007. *Mukhtashar Shahih Al-Imam Bukhari*. Jakarta: Pustaka Azzam.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Nurjannah

NIM : 151710201047

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Daya Tampung Sungai Semangir Terhadap Beban Pencemaran Menggunakan Metode *Streeter Phelps* (Studi Kasus di Kelurahan Mangli Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Januari 2020  
Yang menyatakan,

Siti Nurjannah  
NIM 151710201047

**SKRIPSI**

**DAYA TAMPUNG SUNGAI SEMANGIR TERHADAP BEBAN  
PENCEMARAN MENGGUNAKAN METODE  
*STREETER PHELPS*  
(Studi Kasus di Kelurahan Mangli Kecamatan Kaliwates Kabupaten  
Jember)**

Oleh

**Siti Nurjannah  
NIM 151710201047**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T  
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Elida Novita S. TP., M. T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Daya Tampung Sungai Semangir Terhadap Beban Pencemaran Menggunakan Metode *Streeter Phelps* (Studi Kasus di Kelurahan Mangli Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :  
Tanggal :  
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. Idah Andriyani, S. TP., M.T.  
NIP. 197603212002122001

Ir. Tasliman, M.Eng.  
NIP. 196208051993021002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

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



## RINGKASAN

**Daya Tampung Sungai Semangir Terhadap Beban Pencemaran Menggunakan Metode *Streeter Phelps* (Studi Kasus di Kelurahan Mangli Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember);** Siti Nurjannah, 151710201047; 2020; 76 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Sungai Semangir sangat berperan penting bagi pemenuhan kebutuhan air masyarakat. Sumber pencemar yang masuk ke Sungai Semangir merupakan jenis sumber pencemar *non point source* karena zat pencemar tersebut hanya berasal dari limpasan pemukiman penduduk dan daerah pertanian. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pengelolaan kualitas air antara lain dengan menetapkan daya tampung sungai menggunakan metode *Streeter Phelps*. Penelitian ini dilakukan di Sungai Semangir dan Laboratorium TPKL, FTP, Universitas Jember pada bulan Februari sampai Maret 2019. Parameter yang diukur meliputi debit, pH, DO, BOD, TSS, TDS, kekeruhan dan suhu.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001, data analisis kualitas air Sungai Semangir memiliki nilai yang masih memenuhi baku mutu air kelas III. Beban pencemaran tertinggi pada titik 1 yaitu sebesar 73,613 kg/hari sedangkan beban pencemaran terendah pada titik 3 yaitu sebesar 40,011 kg/hari. Daya tampung Sungai Semangir menggunakan metode *Streeter Phelps* ditentukan dengan laju deoksigenasi dan reaerasi. Laju deoksigenasi tertinggi pada titik 2 yaitu 0,1009 mg/l.hari, sedangkan laju deoksigenasi terendah di titik 3 yaitu 0,0635 mg/l.hari. Laju reaerasi tertinggi terjadi di titik 3 yaitu sebesar 24,1616 mg/l.hari dengan nilai defisit oksigen (D) sebesar 2,3835 mg/l, sedangkan nilai laju reaerasi terendah terjadi di titik 4 yaitu sebesar 14,8532 mg/l.hari dengan nilai defisit oksigen (D) sebesar 2,3776 mg/l. Berdasarkan perhitungan *Streeter-Phelps*, pada semua titik pengamatan tidak diperoleh nilai jarak kritis ( $x_c$ ), waktu kritis ( $t_c$ ), dan oksigen kritis (DO kritis). Artinya DO pada sungai belum mencapai kondisi kritis. Oleh sebab itu, perlu dilakukan perhitungan DO sisa dengan pengurangan DO aktual terhadap DO baku mutu, dengan hasil 2,40 mg/L. Sehingga Sungai Semangir masih dapat menampung beban pencemaran sebesar 26,91 kg/hari.



## SUMMARY

**Pollution Load Capacity of the Semangir River Using Streeter Phelps Methods (Case Study at Mangli Village, Kaliwates District, Jember Regency);** Siti Nurjannah, 151710201047; 2020; 76 pages; Departement of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

Semangir river an important role to supply the water requirements. Sources of pollution in Semangir river are non-point source because they originate from domestic waste and agricultural runoff. It is necessary in applying water quality management such determining pollutant load capacity of river using Streeter Phelps equations, accompanying with determinnator of aquatic quality standards of river. This research was conducted of Semangir River and Laboratory of Environmental Control and Conservation Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University on February to March 2019. Measuring parameters consist of stream flow, pH, DO, BOD, TSS, TDS, turbidity and temperature.

Water quality parameter were suitable with thirrd class of water quality standars approved by goverment as ruled in Indonesian Goverment Regulation No. 82 year 2001. Highest pollutant load was at station 1 is 73,613 kg/day and the lowest was of station 3 is 40,011 kg/day. Pollutant load capacity of Semangir stream using Streeter Phelps was determined by deoxygenation and reaeration rates. Highest and lowest deoxygenation rates was at station 2 is 0,1009 mg/L.day and station 3 is 0,0635 mg/L.day. Highest value of reaeration was 24,1616 mg/L.day at station 3 with oxygen deficit value (D) 2,33835 mg/L, and the lowest 14,8532 mg/L at station 4 with 2,33776 mg/l of oxygen deficit (D). According to application of Streeter phelps equation, the whole stations didn't reach critical distance, critical time, and critical DO. In other words, DO river didn't reach critical condition. Thus, it's necessary to calculate residual DO by subtraction actual DO and standart DO at each stations, the result was 2,40 mg/L. In conclusion, Semangir stream was able to receive pollutant load 26,91 kg/day.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Daya Tampung Sungai Semangir Terhadap Pencemaran Menggunakan Metode *Streeter Phelps* (Studi Kasus di Kelurahan Mangli Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember)”. 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 terimakasih kepada:

1. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak memberikan materi dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Dr. Idah Andriyani, S. TP., M.T., selaku Ketua Tim Penguji yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan fikiran untuk membimbing penulisan skripsi ini;
4. Ir. Tasliman, M.Eng., selaku Tim Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan fikiran untuk membimbing penulisan skripsi ini;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Segenap dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;

8. Keluarga saya tercinta Bapak, Ibu, Kakak, Adek, Tante, Om, Mas, Budhe, Uti yang telah memberikan doa, kasih sayang, kesabaran, semangat, pengorbanan, dan nasehat selama ini;
9. Teman-teman TPKL (Intan, Ica, Nilo, Rica, Nada, Nahda, Mifta, Irfan, Deni, Bayu, Binar) dan yang membantu dalam proses penelitian (I Gede, Wiji, Wili, Faurus, Ade Irma) terimakasih atas kebersamaan yang luar biasa selama penelitian;
10. Teman-temanku TEP-C 2015 dan teman seangkatan 2015 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terimakasih bantuan, nasihat, dan motivasinya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan naskah karya tulis ilmiah jauh dari sempurna, namun demikian penulis berharap karya tulis ini dapat bermanfaat bagi pihak terkait.

Jember, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBING .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN/SUMMARY .....	viii
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 DAS Bedadung .....	4
2.2 Pencemaran Air Sungai .....	4
2.3 Daya Tampung Beban Pencemaran .....	5
2.4.1 Proses Pengurangan Oksigen (Deoksigenasi).....	6
2.4.2 Proses Peningkatan Oksigen (Reaerasi) .....	6
2.4.3 Perhitungan Metode <i>Streeter-Phepls</i> .....	7
2.4 Debit Sungai .....	8
2.2 Parameter Kualitas Air .....	10
2.2.1 BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	10
2.2.2 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ).....	10
2.2.3 COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	10
2.2.4 TSS .....	10
2.2.5 TDS .....	11
2.2.6 Kekeruhan .....	11
2.2.7 pH.....	11
2.2.8 Suhu .....	11
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	12
3.2.1 Alat .....	12
3.2.2 Bahan .....	12
3.3 Pelaksanaan Penelitian .....	15

3.3.1 Studi Literatur .....	16
3.3.2 Penentuan Lokasi dan Survey Lokasi .....	16
3.3.3 Pembagian Titik dan Segmen .....	16
3.3.4 Pengukuran Debit .....	17
3.3.5 Pengambilan Sampel .....	18
3.3.6 Pengukuran Parameter Kualitas Air .....	18
3.3.7 Profil Penampang Melintang .....	22
3.3.8 Penentuan Kualitas Air Sungai Semangir.....	22
3.3.9 Perhitungan Beban Pencemaran .....	22
3.3.9 Penentuan Daya Tampung Sungai dengan Metode <i>Streeter Phelps</i> .....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Profil Penampang Melintang (<i>Cross Section</i>)     Sungai Semangir.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Kualitas Air Sungai Semangir.....</b>	<b>26</b>
4.2.1 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	27
4.2.2 BOD ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	28
4.2.3 pH .....	28
4.2.4 Kekkeruhan .....	30
4.2.5 TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	31
4.2.6 TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) .....	32
<b>4.3 Beban Pencemaran Sungai Semangir .....</b>	<b>33</b>
<b>4.4 Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran     Sungai Semangir.....</b>	<b>34</b>
4.4.1 Laju Deoksigenasi dan Laju reaerasi Sungai Semangir.....	34
4.4.2 <i>Self Purification</i> Sungai Semangir.....	36
4.2.3 Daya Tampung Sungai semangir .....	38
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>41</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Konstanta <i>current meter</i> berdasarkan jumlah putaran .....	9
2.2 Kecepatan aliran air berdasarkan kedalaman pengukuran .....	10
3.1 Alat penelitian .....	12
3.2 Koordinat titik lokasi penelitian.....	16
4.1 <i>Cross section</i> dan debit Sungai Semangir.....	23
4.2 Tata guna lahan lokasi penelitian.....	25
4.3 Data kualitas air Sungai Semangir .....	26
4.4 Data hasil pengukuran beban pencemaran.....	34
4.5 Laju deoksigenasi dan laju reaerasi.....	34
4.6 Hasil perhitungan BOD yang diizinkan .....	38

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Kurva karakteristik defisit oksigen .....	8
3.1 Peta lokasi penelitian.....	13
3.2 Peta DAS Bedadung.....	14
3.3 Diagram alir penelitian.....	15
3.4 Penentuan titik dan segmen Sungai Semangir .....	17
3.5 Pengukuran debit.....	17
3.6 Pengambilan sampel air Sungai Semangir .....	18
3.7 Pengukuran suhu .....	19
3.8 Pengukuran pH.....	19
3.9 Pengukuran DO.....	20
3.10 Pengukuran TSS.....	21
3.11 Pengukuran TDS .....	21
3.12 Pengukuran kekeruhan .....	21
4.1 <i>Cross section</i> Sungai Semangir.....	24
4.2 Data oksigen terlarut Sungai Semangir.....	27
4.3 Data BOD Sungai Semangir .....	28
4.4 Data pH Sungai Semangir .....	30
4.5 Data kekeruhan Sungai Semangir .....	30
4.6 Data TSS Sungai Semangir.....	31
4.7 Data TDS Sungai Semangir .....	32
4.8 Laju deoksigenasi Sungai Semangir .....	34
4.9 Laju reaerasi Sungai Semangir.....	35
4.10 <i>Oxygen sag curve</i> Sungai Semangir.....	36
4.11 BOD <sub>5</sub> dan BOD <sub>u</sub> maksimum Sungai Semangir .....	38
4.12 Pemodelan oksigen terlarut (DO) Sungai Semangir .....	39



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data suhu .....	44
B. Data kekeruhan.....	45
C. Data pH .....	46
D. Data TDS .....	47
E. Data TSS .....	48
F. Data DO lapang .....	49
G. Data BOD .....	51
H. Data perhitungan Debit .....	52
I. Data profil ( <i>Cross Section</i> ) Sungai Semangir .....	64
J. Data perhitungan K'.....	65
K. Data beban pencemaran .....	65
L. Perhitungan <i>streeter phelps</i> .....	66
M. Perhitungan <i>oxygen sag curve</i> .....	67
N. Dokumentasi kegiatan saat penelitian .....	76



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai Semangir merupakan anak sungai yang berada di DAS Bedadung Kabupaten Jember. Sungai Semangir yang berada di Kecamatan Kaliwates dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tempat pembuangan air limbah dari aktivitas rumah tangga seperti MCK dan limpasan dari aktivitas pertanian. Pemanfaatan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah yang dilakukan oleh masyarakat tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai.

Kualitas air merupakan kondisi kualitas air yang diukur dan diuji berdasarkan metode tertentu (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82, 2001:2). Kualitas air berkaitan dengan sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dapat ditentukan berdasarkan parameter yang meliputi suhu, pH, DO, kekeruhan, TSS, TDS, dan BOD. Kualitas Sungai Semangir dipengaruhi oleh limbah yang masuk ke dalam badan air sungai sehingga akan menyebabkan pencemaran.

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah Nomor. 82 Tahun 2001:2 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air). Pencemaran sungai umumnya berasal dari limbah domestik maupun limbah non domestik seperti limbah dari pertanian dan industri. Salah satu untuk memantau dan mengendalikan pencemaran air sungai adalah melakukan analisis terhadap data kualitas air sungai menggunakan pemodelan untuk mengetahui daya tampung sungai.

Perhitungan daya tampung sungai dapat dilakukan dengan metode *Streeter-Phelps* berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 110 Tahun 2013, tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air. Metode ini dikhususkan untuk menguji pencemar yang bersifat non konservatif (konsentrasi berubah terhadap waktu) dan

dibutuhkan guna mengetahui daya tampung sungai dalam menerima beban pencemaran. Metode *Streeter Phelps* memperhitungkan dua fenomena yaitu proses pengurangan oksigen terlarut (deoksigenasi) akibat aktivitas bakteri dalam menguraikan bahan organik dalam air (dekomposisi bahan organik) serta proses peningkatan oksigen (reaerasi) yang disebabkan oleh turbulensi aliran sungai (Arbie *et al.*, 2015). Oleh karena itu, pentingnya dilakukan penelitian analisis daya tampung Sungai Semangir menggunakan metode *Streeter Phelps* ini adalah untuk mengetahui daya tampung sungai dalam menerima beban pencemaran.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas air di Sungai Semangir?
2. Bagaimana beban pencemaran di Sungai Semangir pada musim hujan?
3. Bagaimana analisis daya tampung Sungai Semangir menggunakan metode *Streeter-Phelps*?

### 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pengukuran debit, pengambilan sampel, pengukuran parameter kualitas air (kekeruhan, pH, TSS, TDS, DO, dan BOD) dilakukan pada musim hujan. Data primer yang diperoleh dari lapang digunakan untuk menganalisis profil sungai, kualitas air sungai, beban pencemaran, dan daya tampung beban pencemaran sungai menggunakan metode *Streeter-Phelps*.

### 1.4 Tujuan

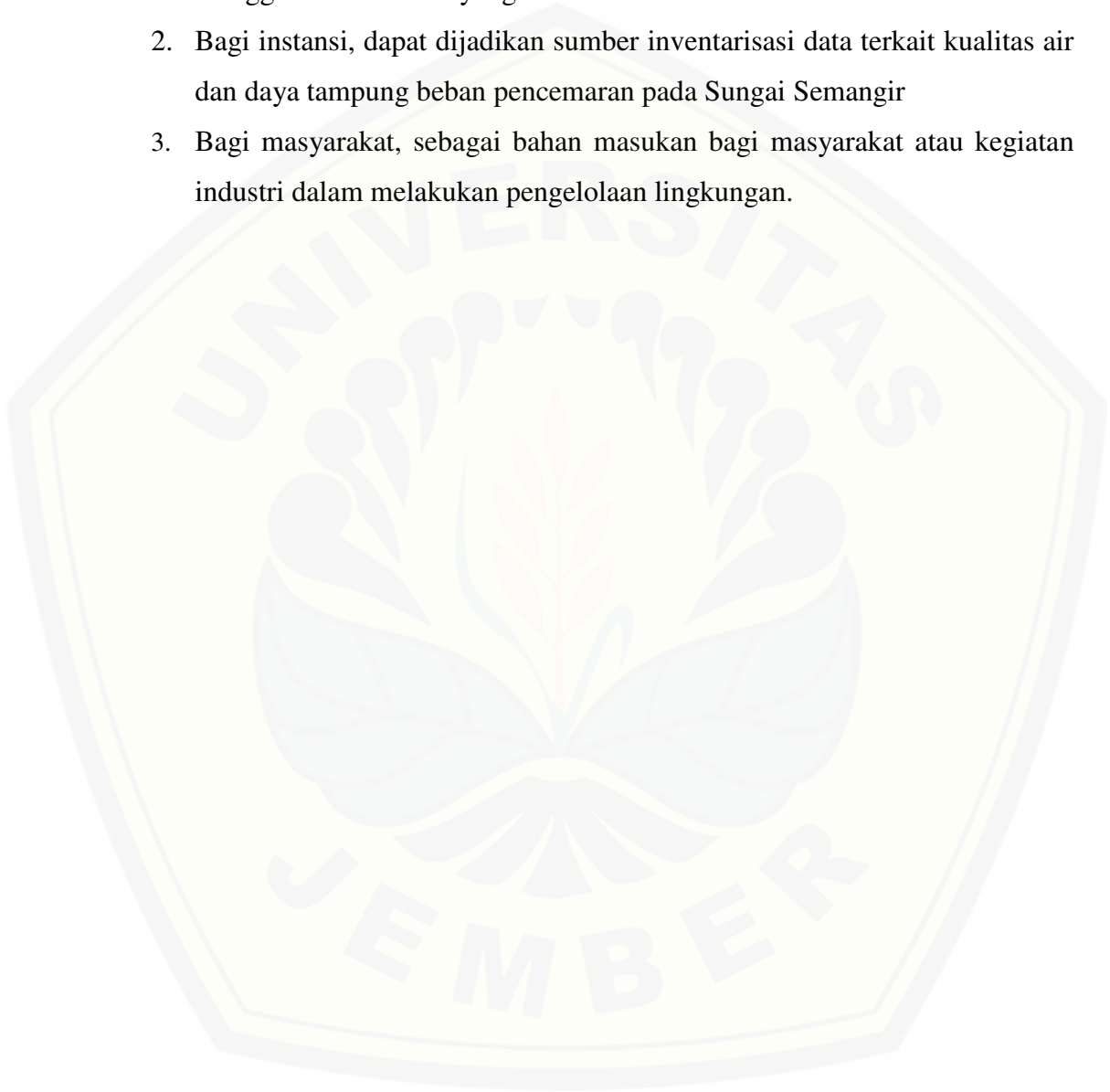
Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kualitas air Sungai Semangir
2. Menentukan beban pencemaran Sungai Semangir
3. Menentukan daya tampung Sungai Semangir berdasarkan metode *Streeter-Phelps*

### 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi IPTEK, sebagai sumber data dan referensi penelitian sejenis dengan menggunakan metode yang berbeda
2. Bagi instansi, dapat dijadikan sumber inventarisasi data terkait kualitas air dan daya tampung beban pencemaran pada Sungai Semangir
3. Bagi masyarakat, sebagai bahan masukan bagi masyarakat atau kegiatan industri dalam melakukan pengelolaan lingkungan.



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 DAS Bedadung**

Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung yang terletak di Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur, Indonesia berasal dari pegunungan Hyang atau Argopuro. Sungai Bedadung memiliki panjang sekitar 161 km. Adanya DAS Bedadung ini sangat berpengaruh bagi masyarakat yang tinggal di daerah sekitar DAS. Penduduk di sepanjang Sungai Bedadung memanfaatkan untuk sumberdaya pertanian dan perikanan. Besarnya debit air sungai terbesar di Kabupaten Jember ini juga dimanfaatkan untuk pengairan lahan seluas 93.040 hektar melalui bendung yang tersebar di sepanjang aliran sungai. Penduduk sekitar muara yang mayoritas sebagai nelayan memanfaatkan Sungai Bedadung sebagai akses jalan untuk mencari ikan di laut selatan yang terkenal dengan nama Pelawangan (Desy, 2018).

Tata guna lahan di sekitar DAS Bedadung mengalami banyak perubahan. Semakin tinggi laju pertumbuhan penduduk di sekitar DAS, maka mengakibatkan semakin besarnya pemenuhan kebutuhan lahan. Sumber daya alam yang dibutuhkan juga semakin banyak. Hal ini mengakibatkan tingkat penurunan kemampuan masyarakat untuk menggunakan lahan secara efisien (Desy, 2018).

### **2.2 Pencemaran Air Sungai**

Sungai adalah tempat dan wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi oleh garis sempadan (Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991:2). Sungai mengalir dari hulu dalam kondisi kemiringan lahan yang curam berturut-turut menjadi cenderung curam, landai, dan relatif rata. Arus relatif cepat di daerah hulu dan bergerak menjadi lebih lambat dan semakin lambat pada daerah hilir. Sungai merupakan tempat berkumpulnya air di lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah. Daerah sekitar sungai yang mensuplai air ke sungai dikenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyangga. Kondisi suplai air dari daerah penyangga dipengaruhi aktivitas dan pelaku penghuninya (Wardhana, 2001). Sungai sebagai



sumber air merupakan salah satu sumberdaya alam yang mempunyai fungsi serba guna bagi kehidupan dan penghidupan manusia.

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah Nomor. 82 tahun 2001:2). Air dikatakan tercemar apabila kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu dikarenakan kadar zat atau energi yang ada di dalam air tersebut telah melebihi kadar yang ditenggang keberadaanya dalam air sehingga dikatakan air telah melebihi baku mutu yang ditetapkan sehingga tidak bisa digunakan sesuai peruntukannya (Agustiningsih *et al.*, 2012).

Sumber pencemaran dapat dibagi menjadi bentuk cair, bentuk padat dan bentuk gas serta kebisingan. Sumber pencemaran dalam air sungai, akan mempengaruhi kehidupan dalam sungai, dikarenakan pembubuhan bahan kimia atau limbah industri dari rumah tangga serta dapat meracuni organisme yang hidup didalam air (Sastrawijaya, 2009:123). Banyaknya zat pencemar yang masuk ke dalam perairan disebut beban pencemaran. Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110, 2003:1). Beban pencemaran dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$BP = Q \times C \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

BP = beban pencemaran (kg/hari)

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

C = konsentrasi BOD (mg/L)

### 2.3 Daya Tampung Beban Pencemaran

Daya tampung beban pencemaran air adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemar tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan daya tampung beban pencemaran pada badan air adalah metode



neraca massa dan metode *Streeter Phelps*. Pemodelan *Streeter Phelps* hanya terbatas pada dua fenomena yaitu proses pengurangan oksigen terlarut (deoksigenasi) akibat aktivitas bakteri dalam mendegradasi bahan organik yang ada dalam air dan proses peningkatan oksigen terlarut (reaerasi) yang disebabkan turbulensi yang terjadi pada aliran sungai (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110, 2003:6).

### 2.3.1 Proses Pengurangan Oksigen (Deoksigenasi).

Proses pengurangan oksigen (deoksigenasi) adalah pengurangan oksigen yang terlarut dalam air perairan yang diakibatkan oleh aktivitas bakteri mendegradasi zat organik. Laju oksidasi biokimia ini ditentukan oleh konsentrasi senyawa organik yang terkandung didalamnya (Ardhani, 2014).

$$\frac{dL}{dt} = -K \cdot L \dots \dots \dots (2.2)$$

$$L_t = L_0 \cdot e^{(-Kt)} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$r_D = -K' \cdot L_t \dots \dots \dots (2.4)$$

$$r_D = -K' \cdot L_0 \cdot e^{(-Kt)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

$r_D$  = laju deoksigenasi (mg/L)

$L_t$  = BOD pada hari ke t (mg/L)

$L_0$  = BOD awal senyawa organik (mg/L)

$K'$  = konstanta reaksi orde 1 hari

t = waktu dalam hari

### 2.3.2 Proses Peningkatan Oksigen (Reaerasi)

Proses penambahan oksigen di dalam air akibat turbulensi aliran yang menyebabkan perpindahan oksigen dari udara ke air yang disebut dengan proses reaerasi (Ardhani, 2014). Laju reaerasi sebagai berikut:

$$r_R = K^2 (C_s - C) \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

$r_R$  = laju reaerasi (mg/L hari)

$K^2$  = konstanta reaerasi ( $\text{hari}^{-1}$ )

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

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

Persamaan O'Connor dan Dobbins adalah persamaan yang umum digunakan untuk menghitung konstanta reaerasi (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110, 2003):

$$K_r = \frac{294 (D_L U)^{1/2}}{H^{3/2}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

$D_L$  = koefisien difusi molekular untuk oksigen ( $m^2/hari$ )

$U$  = kecepatan aliran rata-rata (m/detik)

$H$  = kedalaman aliran rata-rata (m)

Variasi koefisien difusi molekular terhadap temperatur dapat ditentukan dengan Persamaan 2.8 Sebagai berikut.

$$D_{LT} = 1.760 \times 10^{-4} m^2/d \times 1.037^{T-20} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

$D_{LT}$  = koefisien difusi molekular oksigen pada temperatur T ( $m^2/hari$ )

$1.760 \times 10^{-4}$  = koefisien difusi molekular oksigen pada 20 °C

$T$  = Temperatur (°C)

### 2.3.3 Perhitungan Metode *Streeter-Phelps*

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 (2003:124-125) suatu metode pengelolaan air dapat dilakukan atas dasar defisit oksigen kritis DC, yaitu defisit Do terendah yang dicapai akibat beban yang diberikan pada aliran. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$D_c = \frac{K'}{K'^2} L_o e^{-K' \times t_c} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

$T_c$  = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik kritis

$L_o$  = BOD ultimate pada aliran hulu setelah pencampuran (mg/L)

$$t_c = \frac{1}{K'^2 - K'} \log \left\{ \frac{K'^2}{K'} \left[ 1 - \frac{D_o (K'^2 - K')}{K' - L_o} \right] \right\} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$X_c = t_c \times v \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

$T_c$  = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik kritis

$X_c$  = letak kondisi kritis

$L_o$  =  $BOD_5$  (mg/L)

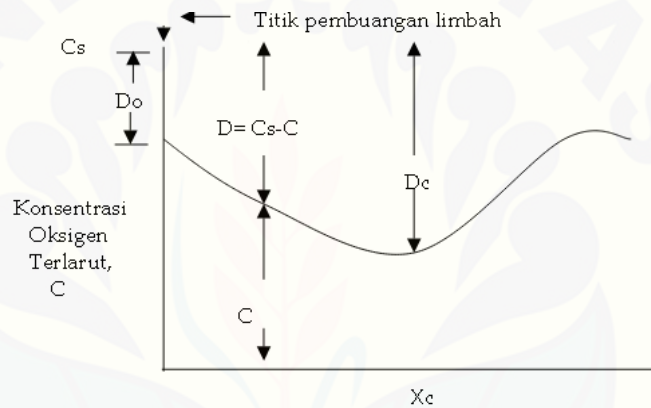
$V$  = kecepatan aliran (m/s)

$DO$  = defisit oksigen pada  $t = 0$  (mg/L)

$K'$  = konstanta deoksigenasi ( $hari^{-1}$ )

$K'_2$  = konstanta reaerasi ( $hari^{-1}$ )

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan *Streeter-Phelps* dapat dibuat *oxygen sag curve* seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kurva karakteristik defisit oksigen

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 (2003:124)

## 2. 4 Debit Sungai

Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (*cross section*). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air (Rahayu *et al.*, 2009).

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

$Q$  = Debit aliran ( $m^3/detik$ )

$A$  = Luas penampang vertikal (m)

$V$  = Kecepatan aliran sungai (m/detik)

Kegiatan yang dilakukan dalam pengukuran debit adalah pembuatan profil sungai dan pengukuran kecepatan aliran. Profil sungai atau bentuk geometri saluran sungai berpengaruh terhadap besarnya kecepatan aliran sungai, sehingga dalam perhitungan debit perlu dilakukan pembuatan profil sungai, dengan cara mengukur lebar sungai (penampang horizontal), membagi lebar sungai menjadi 10-20 bagian dengan interval jarak yang sama dan mengukur kedalaman air di setiap interval dengan mempergunakan tongkat (Rahayu *et al.*, 2009).

Kecepatan aliran sungai pada satu penampang saluran tidak sama. Kecepatan aliran sungai ditentukan oleh bentuk aliran, geometri saluran dan faktor-faktor lainnya. Kecepatan aliran sungai diperoleh dari rata-rata kecepatan aliran pada tiap bagian penampang sungai tersebut. Kecepatan aliran rata-rata diukur dengan menggunakan *current meter*. Perhitungan kecepatan aliran disesuaikan dengan *current meter* yang digunakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = a + b n \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

V = kecepatan aliran air (m/detik)

a dan b = konstanta *current meter* menurut tipe alat

n = jumlah putaran baling-baling (putaran/detik)

Tabel 2.1 adalah konstanta *current meter* berdasarkan jumlah putaran.

Tabel 2.1 Konstanta *current meter* berdasarkan jumlah putaran

N (Putaran/det)	Kecepatan (m/s)
$0.26 < N < 0.97$	$V = 0.034 + 0.0991N$
$0.97 < N < 4.71$	$V = 0.023 + 0.1105N$
$4.71 < N < 27.86$	$V = 0.039 + 0.1071N$

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

Pengukuran kecepatan aliran dengan metode *current meter* dapat menghasilkan perkiraan kecepatan aliran yang memadai. Prinsip pengukuran metode ini adalah mengukur kecepatan aliran tiap kedalaman pengukuran (d) pada titik interval tertentu dengan *current meter*. Penentuan kedalaman pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kecepatan aliran air berdasarkan kedalaman pengukuran

Kedalaman Sungai (m)	Titik kedalaman Pengukuran	Rumus v Kecepatan (m/s)
0-0.6	0.6d	$V = V_{0.6}$
0.6-3	0.2d dan 0.8d	$V = 0.5(V_{0.2} + V_{0.8})$
3-6	0.2d, 0.6d dan 0.8d	$V = 0.25(V_{0.2} + V_{0.6} + V_{0.8})$
>6	S 0.2d, 0.6d, 0.8d B	$V = 0.1(V_S + 3V_{0.2} + 2V_{0.6} + 3V_{0.8} + V_b)$

Sumber: Rahayu *et al*, (2009)

## 2.5 Parameter Kualitas Air

Parameter-parameter yang digunakan dalam mengetahui uji kualitas sungai adalah sebagai berikut:

### 2.5.1 BOD (*Biochemichal Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemichal Oxygen Demand*) merupakan satuan yang digunakan untuk mengukur kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik di dalam air limbah, yang menggunakan ukuran mg/liter air kotor (Sugiharto, 1987:27).

### 2.5.2 DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan di ukur dalam satuan miligram per liter. Oksigen terlarut ini dipergunakan sebagai tanda derajat atau tingkat kekotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut menunjukkan tingkat kekotoran limbah yang semakin kecil. Jadi ukuran DO berbanding terbalik dengan BOD.

### 2.5.3 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat dibutuhkan untuk biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Effendi, 2003: 125-126).

### 2.5.4 TSS

Padatan tersuspensi total adalah bahan-bahan tersuspensi yang terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, terutama disebabkan oleh kikisan



tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Tingginya nilai kandungan TSS pada perairan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolam air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan (Effendi, 2003:64).

#### 2.5.5 TDS

TDS adalah bahan-bahan terlarut dan koloid yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring. TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan (Effendi, 2003:64).

#### 2.5.6 Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Effendi, 2003:60).

#### 2.5.7 pH

Derajat keasaman atau pH adalah parameter kimia yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen pada perairan. Konsentrasi ion hidrogen tersebut dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di lingkungan perairan (Effendi, 2003:73).

#### 2.5.8 Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam keberlangsungan proses biologi dan kimia yang terjadi di dalam air. Suhu mempengaruhi kandungan oksigen di dalam air, proses fotosintesis tumbuhan air, dan kepekaan organisme terhadap polusi, parasit dan penyakit. Pada kondisi air yang hangat, kapasitas oksigen terlarutnya berkurang (Rahayu *et al.*, 2009).

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari sampai Maret 2019. Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Semangir dengan pengukuran suhu, debit, pH dan pengambilan sampel dilakukan di setiap titik. Pengukuran dan pengujian parameter DO, BOD, TSS, TDS, dan kekeruhan dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Gambar 3.1 adalah peta lokasi penelitian dan Gambar 3.2 adalah peta DAS Bedadung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat penelitian

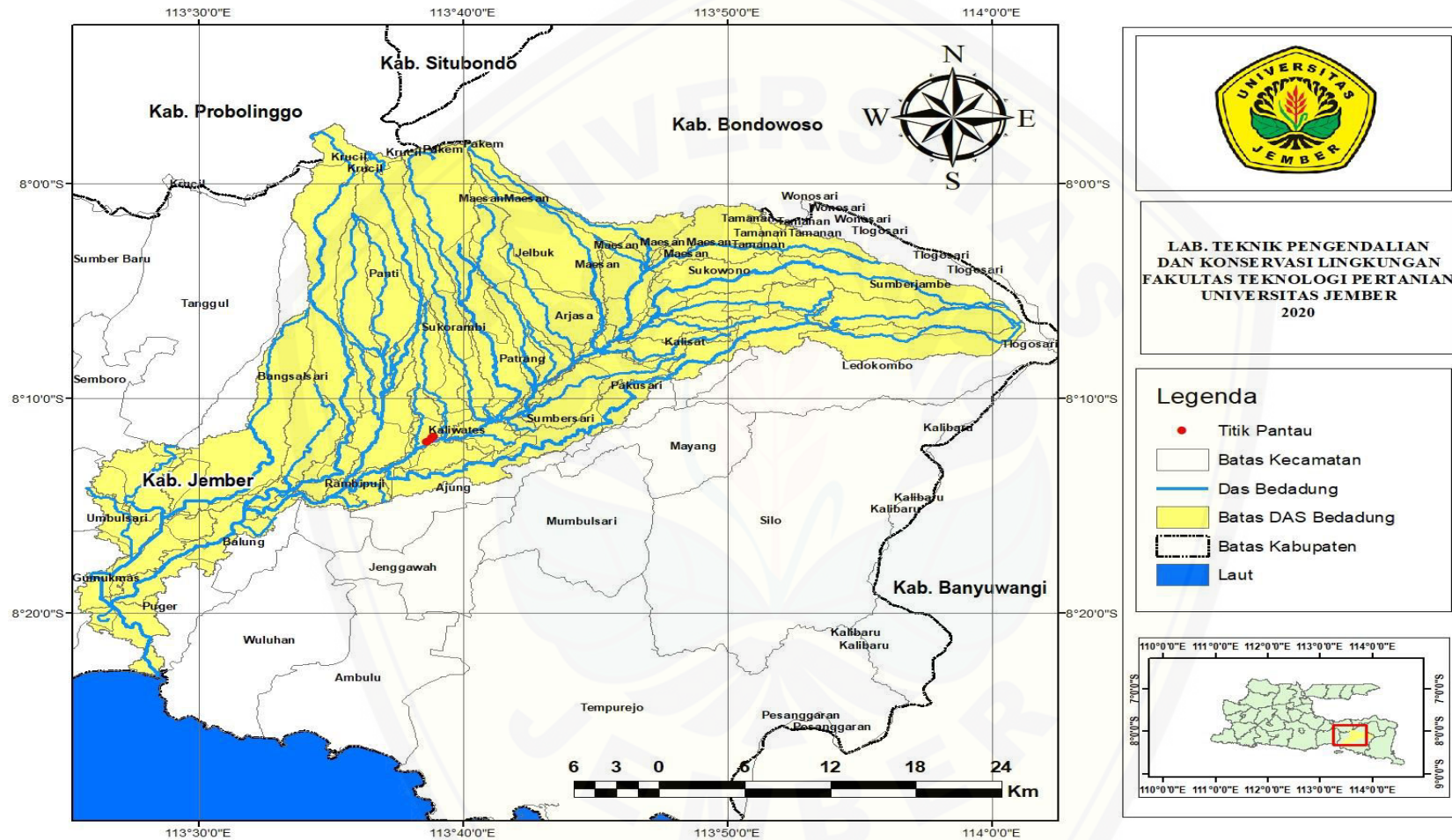
No.	Lokasi	Alat Penelitian
1.	Lapang	current meter, cool box, kamera HP, roll meter, termometer, botol sampel, stopwatch, tongkat bambu atau kayu, tampar, pH meter, erlenmeyer, gelas beaker 50 ml, botol <i>Winkler</i> , pipet suntik
2.	Laboratorium	botol sampel, gelas beaker, botol <i>Winkler</i> 250 ml, erlenmeyer 1000 ml, bola hisap, pipet suntik, pipet volumetrik 100 ml, corong, buret, cawan, corong penyaring, oven, desikator, neraca analitis, TDS meter, turbidity

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sampel air Sungai Semangir, kertas saring, aquades, asam sulfat pekat ( $H_2SO_4$ ), larutan  $MnSO_4$ , larutan tiosulfat ( $Na_2S_2O_2$  0,25 N), larutan alkali-iodida-azida, indikator amilum.





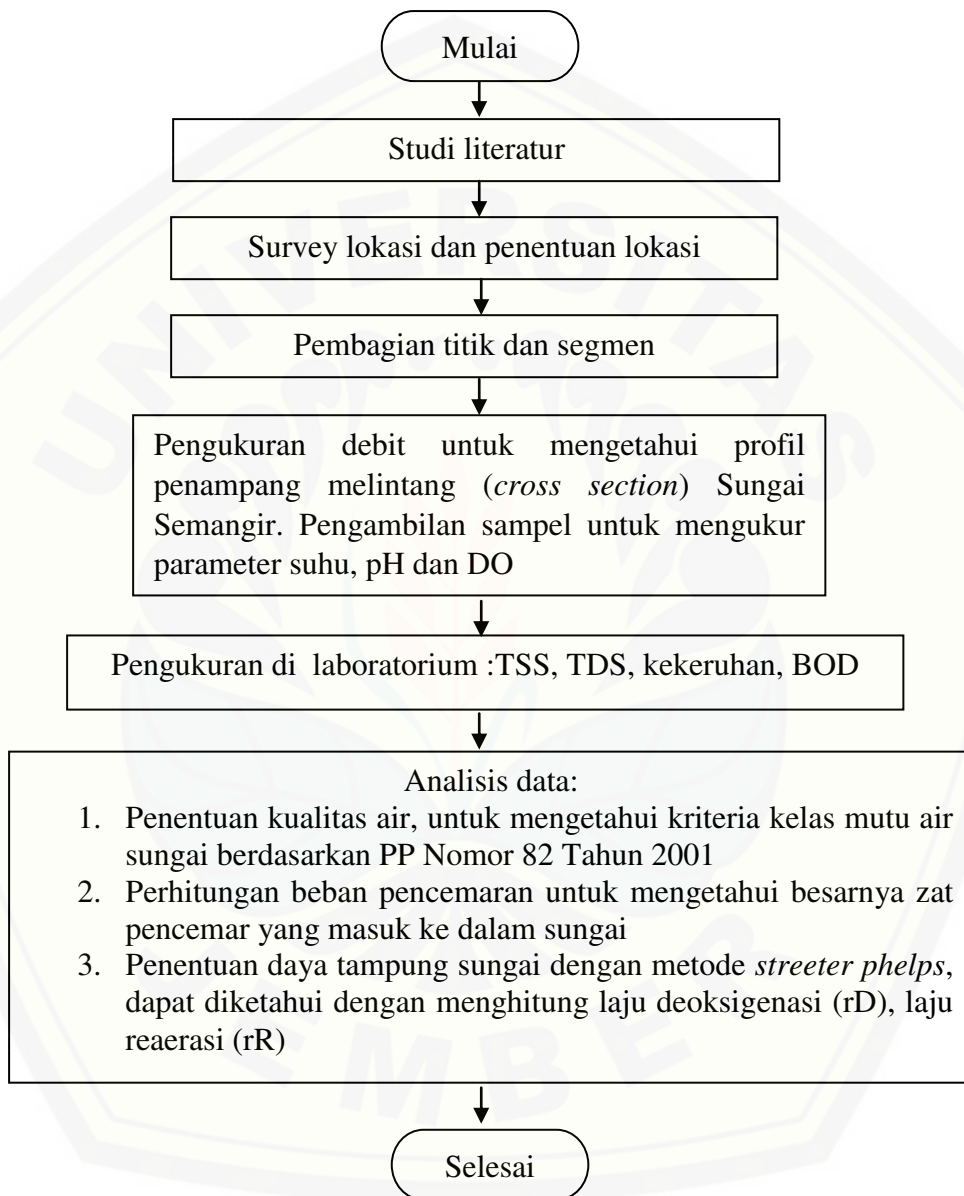
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian



Gambar 3.2 Peta DAS Bedading

### 1.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian disajikan dalam diagram alir pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian



### 3.3.1 Studi Literatur

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur terkait daya tampung beban pencemar dan pemodelan kualitas air dengan metode *Streeter Phelps* untuk memudahkan penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian dan saat menganalisis data yang diperoleh dari lapang maupun laboratorium.

### 3.3.2 Survey Lokasi dan Penentuan lokasi

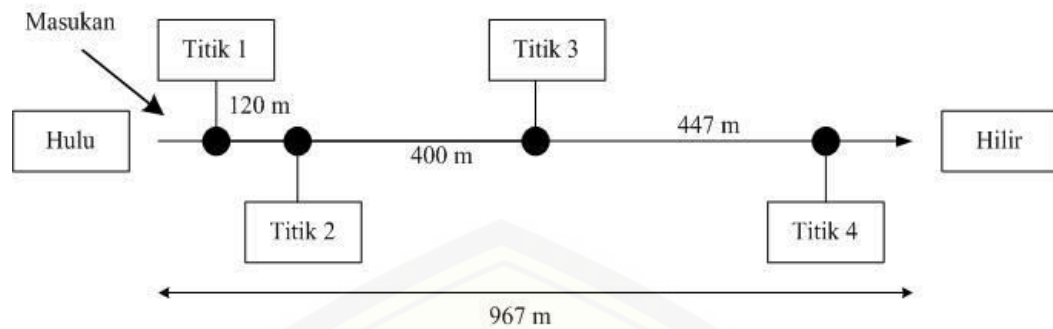
Survey lokasi dilakukan dengan tujuan melihat kondisi daerah sekitar aliran sungai dan untuk menentukan titik sampling. Lokasi penelitian ini yaitu di Sungai Semangir, Kelurahan Mangli, Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember. Penentuan lokasi ditentukan secara sengaja atau dengan metode *purposif sampling* berdasarkan pada kemudahan akses, biaya maupun waktu dalam penelitian (Mahyudin *et al.*, 2015).

### 3.3.3 Pembagian Titik dan Segmen

Sungai Semangir yang berada di Kecamatan Kaliwates secara administratif melewati Kelurahan Mangli yang tata guna lahannya terdapat pemukiman dan pertanian. Berbagai macam kegiatan masyarakat yang berada di sekitar sungai seperti membuang sampah, MCK dan aktivitas pertanian yang dapat menghasilkan limbah buangan ke perairan sungai. Limbah-limbah tersebut kemudian akan mengalir ke Sungai Bedadung. Sungai Semangir yang digunakan pada penelitian ini sepanjang 967 m. Sungai akan dibagi menjadi 4 titik dan 3 segmen. Pembagian titik berdasarkan kemudahan akses jalan menuju titik lokasi dan pembagian semen dengan jarak yang berbeda. Berikut titik koordinat lokasi penelitian dan penentuan titik dan segmen disajikan pada Tabel 3.2 dan Gambar 3.4.

Tabel. 3.2 Koordinat titik lokasi penelitian

No	Titik Pantau	Koordinat		Kelurahan	Kecamatan
		Bujur (x)	Lintang (y)		
1	SM1	113,6481578	-8,19609843	Mangli	Kaliwates
2	SM2	113,6472822	-8,19672483	Mangli	Kaliwates
3	SM3	113,6454534	-8,19808250	Mangli	Kaliwates
4	SM4	113,6437371	-8,20050955	Mangli	Kaliwates



Gambar 3.4 Penentuan titik dan segmen Sungai Semanggir

### 3.3.4 Pengukuran Debit

Pengukuran debit dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur lebar sungai menggunakan roll meter, kemudian membagi luas penampang sungai menjadi 10 pias. Pengukuran debit dilakukan pada 3 hari yang berbeda yaitu pengambilan pertama, kedua, dan ketiga. Tujuan membagi pias untuk menentukan profil sungai (*cross section*). Luas penampang diukur dengan menggunakan roll meter dan piskal (tongkat bambu atau kayu). Setelah mengukur luas penampang, kemudian mengukur kedalaman sungai per pias dan kecepatan aliran diukur dengan menggunakan *current meter* yang memiliki metode pengukuran berdasarkan kecepatan aliran tiap kedalaman pengukuran ( $d$ ) pada titik interval tertentu. Dari hasil perkalian luas penampang dan kecepatan didapatkan besar debit pada masing-masing pias. Debit total pada setiap titik didapatkan dari penjumlahan keseluruhan pias. Gambar 3.5 adalah pengukuran kedalaman Sungai Semangir.



Gambar 3.5 Pengukuran kedalaman Sungai Semanggir

### 3.3.5 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan botol sampel di setiap titik pengamatan. Pengambilan sampel dilakukan secara *grab sampling* merupakan pengambilan secara sesaat dan digunakan untuk mengambil sampel secara langsung dari badan air yang sedang dilakukan penelitian (Effendi, 2003). Pengambilan sampel air dengan cara menenggelamkan botol sampel dengan posisi miring sampai terisi penuh hingga tidak ada gelembung udara didalamnya. Setelah itu, botol sampel dimasukkan ke dalam *cool box* yang berisi es batu agar menonaktifkan bakteri. Sampel air yang didapat dari lapang, kemudian dibawa ke laboratorium dengan jarak tempuh 20 menit. Setelah sampai di laboratorium, botol sampel dikeluarkan untuk dilakukan pengujian terhadap nilai DO, BOD, TSS, TDS, dan kekeruhan. Gambar 3.6 adalah pengambilan sampel air Sungai Semangir.



Gambar 3.6 Pengambilan sampel air Sungai Semangir

### 3.3.6 Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air di Sungai Semangir yaitu pengukuran suhu, debit, pH dan pengambilan sampel dilakukan di setiap titik. Pengukuran parameter DO, BOD, TSS, TDS, dan kekeruhan dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

- a. Pengukuran Suhu menggunakan alat termometer dengan cara memasukkan termometer ke dalam air selama 1-2 menit. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Gambar 3.7 adalah pengukuran suhu.



Gambar 3.7 Pengukuran suhu

- b. Pengukuran pH menggunakan alat pH meter. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan elektoda pH meter ke dalam beaker glass berukuran 50 ml yang berisi sampel air hingga nilai pH konstan. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Gambar 3.8 adalah pengukuran pH



Gambar 3.8 Pengukuran pH

- c. Pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) menggunakan metode titrasi dengan botol Winkler, perhitungan DO menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$DO = \frac{a \times N \times 8000}{V-4} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

DO = Oksigen terlarut (mg/l)

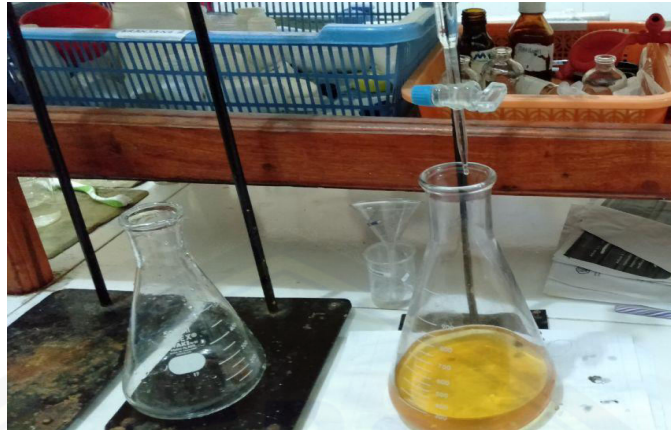
a = Volume titran yang terpakai (ml)

N = Normalitas titran

V = Kapasitas volume botol Winkler (ml)

(Sumber: Alaerts dan Santika, 1984)





Gambar 3.9 Pengukuran oksigen terlarut

- a. Pengukuran TSS menggunakan metode gravimetrik dengan menggunakan kertas saring. Langkah awal pengukuran TSS yaitu menyiapkan kertas saring sebanyak 12 lembar dan menghidupkan oven. Kemudian kertas saring dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 sampai 2 jam. Selanjutnya kertas saring dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Setelah itu, kertas saring dikeluarkan dan ditimbang menggunakan timbangan digital sehingga dapat diperoleh nilai berat kertas saring awal (b). Setelah ditimbang, sampel air sebanyak 50 ml disaring pada corong untuk mendapatkan residu yang tertinggal pada filter. Kertas saring+residu dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  dan selanjutnya dengan tahap yang sama seperti penjelasan sebelumnya sehingga diperoleh nilai kertas saring+residu. Gambar 3.10 adalah pengukuran TSS. Perhitungan TSS menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Mg/l Zat Tersuspensi} = \frac{(a-b) \times 1000}{c} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

a = berat filter dan residu sesudah pemanasan  $105^{\circ}\text{C}$  (mg)

b = berat filter kering (sesudah dipanaskan) (mg)

c = sampel (ml)

(Sumber: Alaerts dan Santika, 1984)



Gambar 3.10 Pengukuran TSS

- b. Pengukuran TDS menggunakan alat TDS meter. Pengukuran TDS dengan cara mencelupkan elektroda TDS meter ke dalam sampel air, TDS meter akan membaca angka yang berubah-ubah pada layar display sekitar 2-3 menit sampai angka digital stabil. Gambar 3.11 adalah pengukuran TDS.



Gambar 3.11 Pengukuran TDS

- c. Pengukuran kekeruhan, satuan kekeruhan yang diukur dengan metode Nephelometric adalah NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Kekeruhan diukur dengan menggunakan alat turbidimeter dengan cara membaca nilai pada alat yang terlebih dahulu dikalibrasi. Gambar 3.12 adalah pengukuran kekeruhan.



Gambar 3.12 Pengukuran kekeruhan

- d. Pengukuran BOD dapat diketahui setelah melakukan pengukuran DO hari ke 0 dan hari ke-5. Data tersebut dimasukkan ke dalam persamaan berikut ini:

$$BOD_5 = DO_0 - DO_5 \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

$DO_0$  = Oksigen terlarut pada saat  $t = 0$  hari (mg/L)

$DO_5$  = Oksigen terlarut pada saat  $t = 5$  hari (mg/L)

### 3.3.7 Profil Penampang Melintang (*Cross Section*) Sungai Semangir

Profil penampang melintang (*cross section*) Sungai Semangir diperoleh dari pengukuran kedalaman, lebar, luas penampang dan kecepatan aliran. Data-data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung debit Sungai Semangir.

### 3.3.8 Penentuan Kualitas Air Sungai Semangir

Penentuan kualitas air untuk mengetahui kriteria kelas mutu air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Penentuan tersebut dengan cara membandingkan data kualitas air dengan baku mutu air sungai.

### 3.3.9 Perhitungan Beban Pencemaran

Perhitungan beban pencemaran dilakukan untuk mengetahui besarnya zat pencemar yang masuk ke dalam Sungai Semangir. Perhitungan dilakukan dengan Persamaan 2.1 yaitu perkalian debit air sungai ( $Q$ ) dan konsentrasi limbah ( $C$ ).

### 3.3.10 Penentuan Daya Tampung Sungai dengan Metode *Streeter-Phelps*

Penentuan daya tampung Sungai Semangir menggunakan metode *Streeter-Phelps* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menerima beban pencemaran. Analisis daya tampung Sungai Semangir disajikan dalam laju deoksigenasi, laju reaerasi, *oxygen sag curve*, dan pemodelan oksigen terlarut (DO). Persamaan yang digunakan yaitu Persamaan 2.2 sampai 2.11 sehingga akan diperoleh kurva karakteristik defisit oksigen.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kualitas air Sungai Semangir masuk pada baku mutu air kelas III berdasarkan hasil uji parameter pH, TSS, TDS, COD, BOD, dan kekeruhan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, mutu air kelas III dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air, mengairi pertanaman, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Beban pencemaran tertinggi terjadi pada titik 1 yaitu sebesar 73,61 kg/hari, sedangkan beban pencemaran terendah terjadi di titik 3 yaitu sebesar 40,01 kg/hari. Pada titik 1 nilai debit tertinggi yaitu sebesar 1,20 m<sup>3</sup>/detik dan konsentrasi BOD sebesar 0,71 mg/l. Sedangkan pada titik 3 nilai debit sebesar 0,90 m<sup>3</sup>/detik dan konsentrasi nilai BOD terendah yaitu sebesar 0,51 mg/l. Oleh karena itu, parameter debit dan BOD sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai beban pencemaran pada aliran sungai.
3. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Streeter-Phelps*, beban pencemaran Sungai Semangir sebesar 61,84 kg/hari. Sungai Semangir tidak mengalami defisit oksigen sehingga masih dapat menerima beban pencemaran sampai batas nilai DO sisa sebesar 2,40 mg/L dengan beban pencemaran 26,91 kg/hari.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang diberikan yaitu perlu adanya penelitian kualitas air dan daya tampung sungai pada musim yang berbeda.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Alaerts, G. dan S. S. Santika. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional
- Astono, W. (2010). Penetapan Nilai Konstanta Dekomposisi Organik (Kd) dan Nilai Konstanta Reaerasi (Ka) Pada Sungai Ciliwung Hulu – Hilir. *Jurnal EKOSAINS*. Volume 2(1), 40-45
- Agustiningsih, D., S. B Sasongko., dan Sudarno. (2012). *Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal*. *Jurnal Presipitasi* Vol.9 No.2, 64-71.
- Ardhani, C. D. 2014. *Pengelolaan Sungai Batanghari Kabupaten Dharmasrayaaya Berdasarkan Daya Tampung Beban Pencemaran dengan Metode Qual2kw*. *Tesis*. Semarang: Program Magister Ilmu Lingkungan dan Program Pasca Sarjana universitas Diponegoro.
- Arbie, R. R., W . D. Nugraha, dan Sudarno. 2015. Studi Kemampuan Self Purification pada Sungai Progo ditinjau dari Parameter Organik DO dan BOD (Point Source: Limbah Sentra Tahu Desa Tuksono, Kecamatan sentolo, Kabupaten KulonProgo, Provinsi D. I. Yogyakarta). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4 (3): 1-15
- Desy, L. K. 2018. *Evaluasi Kinerja Daerah Aliran Sungai Bedadung Kabupaten Jember*. Skripsi. Jember: Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Darmono, 2010. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Jhonatan, F ., T. R. Setyawati., dan R. Linda. 2016. *Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Rombok Banagar Kabupaten Landak Kalimantan Barat*
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003. *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air*. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Mahyudin, Soemarno, dan T. B. Prayogo. 2015. *Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang*. *J-PAL*. Vol. 6 (2). Malang: Universitas Brawijaya.

- Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991. *Sungai*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Rahayu S, R. H Widodo, M. V. Noordwijk, I. Suryadi, dan B. Verbist. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B16396.pdf> [26 April 2018].
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Sastrawijaya, A. T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineke Cipta.
- Yustiani, Y. M., W. S. Sri., dan M. R. Alfian. 2018. Investigation on the deoxygenation rate of water of Cimanuk river, Indramayu, Indonesia. *Rasayan J.Chem.* , Vol 11, No. 2: 475-481.
- Wardhana, W. A. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi offset.
- Widigdo, B. 2001. *Manajemen Sumberdaya Perairan*. Bahan Kuliah. Faklutas Perikanan dan ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.



**LAMPIRAN A****Data Suhu****Pengambilan Ke-1**

No	Sampel	Suhu (°C)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	24,0	24,0	24,0	24,0
2	Titik 2	25,5	25,5	25,5	25,5
3	Titik 3	26,0	26,0	26,0	26,0
4	Titik 4	27,0	27,0	27,0	27,0

**Pengambilan Ke-2**

No	Sampel	Suhu (°C)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	24,5	24,5	24,5	24,5
2	Titik 2	26,0	26,0	26,0	26,0
3	Titik 3	26,5	26,5	26,5	26,5
4	Titik 4	26,0	26,5	26,0	26,2

**Pengambilan Ke-3**

No	Sampel	Suhu (°C)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	25,0	25,0	25,0	25,0
2	Titik 2	29,0	29,0	29,0	29,0
3	Titik 3	30,0	30,0	30,0	30,0
4	Titik 4	30,0	30,0	30,0	30,0

Titik	Suhu (°C) saat Pengambilan			Rata-rata
	23-Feb-19	26-Feb-19	28-Feb-19	
Titik 1	24,0	24,5	25,0	24,5
Titik 2	25,5	26,0	29,0	26,8
Titik 3	26,0	26,5	30,0	27,5
Titik 4	27,0	26,2	30,0	27,7

**LAMPIRAN B****Data Kekeruhan**

## Pengambilan Ke-1

No	Sampel	Pengulangan Kekeruhan (NTU)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	38,7	38,8	40,3	39,3
2	Titik 2	41,2	42,6	42,2	42,0
3	Titik 3	37,3	39,0	38,0	38,1
4	Titik 4	41,4	44,0	42,0	42,5

## Pengambilan Ke-2

No	Sampel	Pengulangan Kekeruhan (NTU)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	33,0	31,8	32,0	32,3
2	Titik 2	63,0	63,9	64,3	63,7
3	Titik 3	49,0	52,2	49,2	50,1
4	Titik 4	40,1	40,6	40,8	40,5

## Pengambilan Ke-3

No	Sampel	Pengulangan Kekeruhan (NTU)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	28,7	28,8	28,4	28,6
2	Titik 2	27,6	27,3	28,5	27,8
3	Titik 3	38,1	39,5	39,0	38,9
4	Titik 4	29,1	29,0	30,2	29,4

Titik	Pengulangan Kekeruhan (NTU)			Rata-rata
	23-Feb-19	26-Feb-19	28-Feb-19	
Titik 1	39,3	32,3	28,6	33,4
Titik 2	42,0	63,7	27,8	44,5
Titik 3	38,1	50,1	38,9	42,4
Titik 4	42,5	40,5	29,4	37,5

## LAMPIRAN C

## Data pH

## Pengambilan Ke-1

No	Sampel	Pengulangan pH			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	6,8	6,5	6,4	6,6
2	Titik 2	6,5	6,2	6,2	6,3
3	Titik 3	6,3	6,1	6,1	6,2
4	Titik 4	6,5	6,4	6,2	6,4

## Pengulangan Ke-2

No	Sampel	Pengulangan pH			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	6,7	6,6	6,6	6,6
2	Titik 2	6,6	6,4	6,1	6,4
3	Titik 3	6,3	6,2	6,2	6,2
4	Titik 4	6,6	6,4	6,3	6,4

## Pengulangan Ke-3

No	Sampel	Pengulangan pH			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	6,9	6,8	6,7	6,8
2	Titik 2	6,4	6,6	6,6	6,5
3	Titik 3	6,5	6,7	6,4	6,5
4	Titik 4	6,7	6,7	6,7	6,7

Titik	Pengulangan pH			Rata-rata
	23-Feb-19	26-Feb-19	28-Feb-19	
Titik 1	6,6	6,6	6,8	6,67
Titik 2	6,3	6,4	6,5	6,40
Titik 3	6,2	6,2	6,5	6,31
Titik 4	6,4	6,4	6,7	6,50

**LAMPIRAN D****Data TDS**

## Pengambilan Ke-1

No	Sampel	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	83,0	83,0	83,0	83
2	Titik 2	83,0	82,0	84,0	83
3	Titik 3	84,0	86,0	87,0	86
4	Titik 4	81,0	82,0	84,0	82

## Pengambilan Ke-2

No	Sampel	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	84,0	85,0	82,0	84
2	Titik 2	90,0	91,0	91,0	91
3	Titik 3	96,0	96,0	96,0	96
4	Titik 4	89,0	84,0	84,0	86

## Pengambilan Ke-3

No	Sampel	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-rata
		1	2	3	
1	Titik 1	96,0	96,0	97,0	96,3
2	Titik 2	116,0	118,0	119,0	117,7
3	Titik 3	114,0	114,0	112,0	113,3
4	Titik 4	99,0	98,0	98,0	98,3

Titik	Pengulangan TDS (mg/l)			Rata-rata
	23-Feb-19	26-Feb-19	28-Feb-19	
Titik 1	83,0	83,7	96,3	87,7
Titik 2	83,0	90,7	117,7	97,1
Titik 3	85,7	96,0	113,3	98,3
Titik 4	82,3	85,7	98,3	88,8

## LAMPIRAN E

## Data TSS

## Pengambilan Ke-1

Titik	Berat Kertas Saring Awal				Berat Kertas Saring Akhir				TSS
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	mg/l
	gram	gram	gram	gram	gram	gram	gram	gram	
1	0,5357	0,5489	0,5436	0,5427	0,5377	0,5518	0,5459	0,5451	48,00
2	0,5465	0,5423	0,5549	0,5479	0,5498	0,5473	0,5557	0,5509	60,67
3	0,5600	0,5603	0,5513	0,5572	0,5643	0,5641	0,5559	0,5614	84,67
4	0,5519	0,5422	0,5536	0,5492	0,5566	0,547	0,5584	0,5540	95,33

## Pengambilan Ke-2

Titik	Berat Kertas saring awal				Berat kertas saring akhir				TSS
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	mg/l
	gram	gram	gram	Gram	gram	gram	gram	gram	
1	0,5118	0,5384	0,5511	0,5338	0,5136	0,5401	0,553	0,5356	36,00
2	0,5326	0,5484	0,5522	0,5444	0,5395	0,5546	0,5585	0,5509	129,33
3	0,5323	0,5488	0,5522	0,5444	0,5354	0,551	0,5556	0,5473	58,00
4	0,5281	0,5323	0,5488	0,5364	0,5305	0,5364	0,5513	0,5394	60,00

## Pengambilan Ke-3

Titik	Berat Kertas saring awal				Berat kertas saring akhir				TSS
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	mg/l
	gram	gram	gram	gram	gram	gram	gram	gram	
1	0,5144	0,5065	0,501	0,5073	0,526	0,5188	0,5122	0,5190	234,00
2	0,5173	0,5237	0,5116	0,5175	0,5303	0,5339	0,5245	0,5296	240,67
3	0,5094	0,4964	0,4778	0,4945	0,5221	0,5143	0,4912	0,5092	293,33
4	0,4939	0,5100	0,515	0,5063	0,5062	0,5216	0,5275	0,5184	242,67

Titik	Pengulangan TSS (mg/l)			Rata-rata
	23-Feb-19	26-Feb-19	28-Feb-19	
Titik 1	48,00	36,00	234,00	106,00
Titik 2	60,67	129,33	240,67	143,56
Titik 3	84,67	58,00	293,33	145,33
Titik 4	95,33	60,00	242,67	132,67

## LAMPIRAN F

## Data DO lapang

## Pengambilan Ke-1

No	Sampel	Normalitas Natrium Thiosulfat	Volume Botol Winkler	Volume Titran Natrium Thiosulfat (ml)			DO (mg/l)	Rata-rata
				Awal	Akhir	Selisih		
1	Titik 1.1	0,025	178	0	6	6	6,9	6,48
	Titik 1.2	0,025	178	0	5,4	5,4	6,2	
	Titik 1.3	0,025	178	0	5,6	5,6	6,4	
2	Titik 2.1	0,025	178	0	5	5	5,7	5,49
	Titik 2.2	0,025	178	0	5	5	5,7	
	Titik 2.3	0,025	178	0	4,4	4,4	5,0	
3	Titik 3.1	0,025	178	0	4,8	4,8	5,5	5,34
	Titik 3.2	0,025	178	0	4,6	4,6	5,3	
	Titik 3.3	0,025	178	0	4,6	4,6	5,3	
4	Titik 4.1	0,025	178	0	4,4	4,4	5,0	5,41
	Titik 4.2	0,025	178	0	5	5	5,7	
	Titik 4.3	0,025	178	0	4,8	4,8	5,5	

## Pengambilan Ke-2

No	Sampel	Normalitas Natrium Thiosulfat	Volume Botol Winkler	Volume Titran Natrium Thiosulfat (ml)			DO (mg/l)	Rata-rata
				Awal	Akhir	Selisih		
1	Titik 1.1	0,025	178	0	5	5	5,7	5,87
	Titik 1.2	0,025	178	0	5	5	5,7	
	Titik 1.3	0,025	178	0	5,4	5,4	6,2	
2	Titik 2.1	0,025	178	0	4,4	4,4	5,0	5,26
	Titik 2.2	0,025	178	0	4,8	4,8	5,5	
	Titik 2.3	0,025	178	0	4,6	4,6	5,3	
3	Titik 3.1	0,025	178	0	5,6	5,6	6,4	6,17
	Titik 3.2	0,025	178	0	5	5	5,7	
	Titik 3.3	0,025	178	0	5,6	5,6	6,4	
4	Titik 4.1	0,025	178	0	5,4	5,4	6,2	5,95
	Titik 4.2	0,025	178	0	5	5	5,7	
	Titik 4.3	0,025	178	0	5,2	5,2	5,9	



## Pengambilan Ke-3

No	Sampel	Normalitas Natrium Thiosulfat	Volume Botol Winkler	Volume Titran Natrium Thiosulfat (ml)			DO (mg/l)	Rata-rata
				Awal	Akhir	Selisih		
1	Titik 1.1	0,025	178	0	4,2	4,2	4,8	5,03
	Titik 1.2	0,025	178	0	4,6	4,6	5,3	
	Titik 1.3	0,025	178	0	4,4	4,4	5,0	
2	Titik 2.1	0,025	178	0	4,2	4,2	4,8	4,80
	Titik 2.2	0,025	178	0	4,2	4,2	4,8	
	Titik 2.3	0,025	178	0	4,2	4,2	4,8	
3	Titik 3.1	0,025	178	0	4,3	4,3	4,9	5,03
	Titik 3.2	0,025	178	0	4,5	4,5	5,1	
	Titik 3.3	0,025	178	0	4,4	4,4	5,0	
4	Titik 4.1	0,025	178	0	4,4	4,4	5,0	5,11
	Titik 4.2	0,025	178	0	4,4	4,4	5,0	
	Titik 4.3	0,025	178	0	4,6	4,6	5,3	

Titik	Pengulangan DO (mg/l)			Rata-rata
	23-Feb-19	26-Feb-19	28-Feb-19	
Titik 1	6,48	5,87	5,03	5,79
Titik 2	5,49	5,26	4,80	5,18
Titik 3	5,34	6,17	5,03	5,51
Titik 4	5,41	5,95	5,11	5,49

**LAMPIRAN G****Data BOD**

## Pengambilan Ke-1

Titik	DO <sub>0</sub> (mg/l)	DO <sub>5</sub> (mg/l)	BOD (mg/l)
1	6,299	5,501	0,798
2	6,176	5,317	0,859
2	5,787	5,501	0,286
4	5,951	5,010	0,941

## Pengambilan Ke- 2

Titik	DO <sub>0</sub> (mg/l)	DO <sub>5</sub> (mg/l)	BOD (mg/l)
1	5,951	5,460	0,491
2	6,053	5,215	0,838
3	5,767	5,031	0,736
4	6,053	4,888	1,166

## Pengambilan Ke-3

Titik	DO <sub>0</sub> (mg/l)	DO <sub>5</sub> (mg/l)	BOD (mg/l)
1	6,137	5,289	0,848
2	6,095	5,086	1,009
3	6,095	5,574	0,520
4	5,354	4,801	0,553

Titik	Tanggal Pengambilan			Rata-rata BOD (mg/l)
	23-Feb-19	26-Feb-19	28-Feb-19	
Titik 1	0,798	0,491	0,848	0,712
Titik 2	0,859	0,838	1,009	0,902
Titik 3	0,286	0,736	0,520	0,514
Titik 4	0,941	1,166	0,553	0,886

**LAMPIRAN H. Data Perhitungan Debit**

Nama Sungai : Semangir

Pengulangan: Satu

Titik : Satu

Tgl : 23 Februari 2019

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)										Kecepatan (V)				Debit (Q)	
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)										0,2	0,6	0,8	kecepatan total		
	d	d	d rata-rata			0,2 d				0,6 d				0,8 d							
						Pengulangan				Pengulangan				Pengulangan							
1	2	3	nr	1	2	3	Rata-rata	N/detik	1	2	3	nr									
1	0,00	0,20	0,10		1,22					3	4	3	3,33	0,33					0,07	0,07	8,18
2	0,20	0,57	0,39		1,22					15	18	16	16,33	1,63					0,20	0,20	95,58
3	0,57	0,60	0,59		1,22					17	19	16	17,33	1,73					0,21	0,21	153,11
4	0,60	0,60	0,60		1,22					22	22	22	22,00	2,20					0,27	0,27	194,79
5	0,60	0,48	0,54		1,22					24	22	22	22,67	2,27					0,27	0,27	180,16
6	0,48	0,42	0,45		1,22					32	31	34	32,33	3,23					0,38	0,38	208,78
7	0,42	0,38	0,40		1,22					31	31	32	31,33	3,13					0,37	0,37	180,19
8	0,38	0,44	0,41		1,22					23	23	24	23,33	2,33					0,28	0,28	140,47
9	0,44	0,44	0,44		1,22					18	19	17	18,00	1,80					0,22	0,22	119,12
10	0,44	0,00	0,22		1,22					15	15	15	15,00	1,50					0,19	0,19	50,66
<b>Total</b>					<b>12,20</b>																<b>1331,02</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,46</b>	<b>0,41</b>	<b>0,41</b>		<b>1,22</b>														<b>0,25</b>		



Nama Sungai : Semangir

Pengulangan: Satu

Titik : Tiga

Tgl : 23 Februari 2019

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)															Kecepatan (V)				Debit (Q)
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)															0,2	0,6	0,8	kecepatan total	Debit (liter/detik)
	d	d	d rata-rata			0,2 d					0,6 d					0,8 d									
				Pengulangan					Pengulangan					Pengulangan											
	1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik	0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)					
1	0,00	0,28	0,14	0,85	0,12						22	22	20	21,33	2,13							0,26		0,26	30,79
2	0,28	0,41	0,35	0,85	0,29						26	25	24	25,00	2,50							0,30		0,30	87,76
3	0,41	0,70	0,56	0,85	0,47	26	26	25	25,67	2,57						21	21	21	21	2,10	0,31		0,26	0,28	132,48
4	0,70	0,52	0,61	0,85	0,52						23	22	21	22,00	2,20							0,27		0,27	137,97
5	0,52	0,46	0,49	0,85	0,42						32	30	29	30,33	3,03							0,36		0,36	149,18
6	0,46	0,43	0,45	0,85	0,38						28	28	30	28,00	2,80							0,33		0,33	125,73
7	0,43	0,56	0,50	0,85	0,42						25	25	27	25,67	2,57							0,31		0,31	129,01
8	0,56	0,54	0,55	0,85	0,47						25	25	26	25,33	2,53							0,30		0,30	141,62
9	0,54	0,53	0,54	0,85	0,45						27	27	26	26,67	2,67							0,32		0,32	144,46
10	0,53	0,00	0,27	0,85	0,23						28	26	26	26,67	2,67							0,32		0,32	71,55
<b>Total</b>				<b>8,50</b>	<b>3,77</b>																				<b>1150,56</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>	<b>0,85</b>	<b>0,38</b>																			<b>0,30</b>	







Nama Sungai : Semangir

Pengulangan: Dua

Titik : Dua

Tgl : 26 Februari 2019

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)															Kecepatan (V)				Debit (Q)
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)															0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)
	D	d	d rata-rata			0,2 d					0,6 d					0,8 d									
				Pengulangan					Pengulangan					Pengulangan											
	1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	Nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik	0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)					
1	0,00	0,40	0,20	0,70	0,14						18	18	18	18,00	1,80							0,22		0,22	31,07
2	0,40	0,47	0,44	0,70	0,30						22	21	21	21,33	2,13							0,26		0,26	78,78
3	0,47	0,66	0,57	0,70	0,40	28	30	27	28	2,83						30	27	28	28	2,83	0,34		0,34	0,34	132,92
4	0,66	0,78	0,72	0,70	0,50	30	30	30	30	3,00						27	26	29	27	2,73	0,35		0,33	0,34	171,24
5	0,78	0,76	0,77	0,70	0,54	28	28	28	28	2,80						24	26	26	25	2,53	0,33		0,30	0,32	171,22
6	0,76	0,70	0,73	0,70	0,51	24	25	25	25	2,47						24	23	25	24	2,40	0,30		0,29	0,29	149,15
7	0,70	0,52	0,61	0,70	0,43						23	25	24	24	2,40							0,29		0,29	123,06
8	0,52	0,25	0,39	0,70	0,27						23	22	23	23	2,27							0,27		0,27	73,70
9	0,25	0,19	0,22	0,70	0,15						20	20	20	20	2,00							0,24		0,24	37,58
10	0,19	0,00	0,10	0,70	0,07						12	12	12	12	1,20							0,16		0,16	10,35
<b>Total</b>				<b>7,00</b>	<b>3,31</b>																				<b>979,07</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,70</b>	<b>0,33</b>																			<b>0,27</b>	

Nama Sungai : Semangir

Pengulangan: Dua

Titik : Tiga

Tgl : 26 Februari 2019

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)															Kecepatan (V)				Debit (Q)	
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)															0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)	
	D	d	d rata-rata			0,2 d					0,6 d					0,8 d										
						Pengulangan				N/detik	Pengulangan				N/detik	Pengulangan				N/detik						
1	2	3	nr	1	2	3	nr	1	2		3	nr	1	2		3	nr									
1	0,00	0,25	0,13	0,85	0,11						16	16	14	15,33	1,53							0,19		0,19	20,45	
2	0,25	0,32	0,29	0,85	0,24						19	17	20	18,67	1,87								0,23		0,23	55,54
3	0,32	0,62	0,47	0,85	0,40	22	22	22	22	2,20						17	15	16	16	1,60	0,27		0,20	0,23	93,06	
4	0,62	0,51	0,57	0,85	0,48						22	22	20	21,33	2,13								0,26		0,26	124,26
5	0,51	0,44	0,48	0,85	0,40						26	24	24	24,67	2,47								0,30		0,30	119,34
6	0,44	0,42	0,43	0,85	0,37						23	24	25	28,00	2,80								0,33		0,33	121,49
7	0,42	0,48	0,45	0,85	0,38						26	24	26	25,33	2,53								0,30		0,30	115,87
8	0,48	0,50	0,49	0,85	0,42						22	22	22	22,00	2,20								0,27		0,27	110,83
9	0,50	0,48	0,49	0,85	0,42						22	23	23	22,67	2,27								0,27		0,27	113,90
10	0,48	0,00	0,24	0,85	0,20						14	14	12	13,33	1,33								0,17		0,17	34,75
<b>Total</b>				<b>8,50</b>	<b>3,42</b>																				<b>909,48</b>	
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,85</b>	<b>0,34</b>																			<b>0,26</b>		



Nama Sungai : Semangir

Pengulangan: Tiga

Titik : Satu

Tgl : 28 Februari 2019

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)											Kecepatan (V)			Debit (Q)							
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)											0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)						
	D	d	d rata-rata			0,2 d				0,6 d				0,8 d													
						Pengulangan				Pengulangan				Pengulangan													
1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik													
1	0,00	0,18	0,09	1,20	0,11						4	5	6	5,00	0,50							0,08		0,08	9,02		
2	0,18	0,57	0,38	1,20	0,45						11	11	10	10,67	1,07								0,14		0,14	63,39	
3	0,57	0,59	0,58	1,20	0,70						18	18	16	17,33	1,73								0,21		0,21	149,32	
4	0,59	0,48	0,54	1,20	0,64						23	21	21	21,67	2,17									0,26		0,26	168,47
5	0,48	0,43	0,46	1,20	0,55						23	23	22	22,67	2,27									0,27		0,27	149,31
6	0,43	0,39	0,41	1,20	0,49						23	24	25	24,00	2,40									0,29		0,29	141,79
7	0,39	0,43	0,41	1,20	0,49						21	22	21	21,33	2,13									0,26		0,26	127,30
8	0,43	0,43	0,43	1,20	0,52						17	17	15	16,33	1,63									0,20		0,20	105,00
9	0,43	0,32	0,38	1,20	0,45						5	6	7	6,00	0,60									0,09		0,09	42,06
10	0,32	0	0,16	1,20	0,19						4	6	6	5,33	0,53									0,09		0,09	16,68
<b>Total</b>				<b>12,00</b>	<b>4,58</b>																						<b>972,33</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,42</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>1,20</b>	<b>0,46</b>																			<b>0,19</b>			





Nama Sungai : Semangir

Pengulangan: Tiga

Titik : Tiga

Tgl : 28 Februari 2019

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)															Kecepatan (V)				Debit (Q)
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)															0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)
	D	d	d rata-rata			0,2 d				0,6 d				0,8 d											
						Pengulangan				Pengulangan				Pengulangan											
1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik											
1	0,00	0,20	0,10	0,84	0,08						14	14	14	14,00	1,40						0,18		0,18	14,93	
2	0,20	0,39	0,30	0,84	0,25						12	13	14	13,00	1,30						0,17		0,17	41,30	
3	0,39	0,50	0,45	0,84	0,37						17	17	16	16,67	1,67						0,21		0,21	77,44	
4	0,50	0,43	0,47	0,84	0,39						17	17	16	16,67	1,67						0,21		0,21	80,92	
5	0,43	0,39	0,41	0,84	0,34						21	21	20	20,67	2,07						0,25		0,25	86,57	
6	0,39	0,38	0,39	0,84	0,32						21	20	21	20,67	2,07						0,25		0,25	81,29	
7	0,38	0,46	0,42	0,84	0,35						15	14	14	14,33	1,43						0,18		0,18	63,99	
8	0,46	0,47	0,47	0,84	0,39						18	18	18	18,00	1,80						0,22		0,22	86,67	
9	0,47	0,48	0,48	0,84	0,40						16	15	15	15,33	1,53						0,19		0,19	76,78	
10	0,48	0,00	0,24	0,84	0,20						12	12	12	12,00	1,20						0,16		0,16	31,37	
<b>Total</b>				<b>8,40</b>	<b>3,11</b>																			<b>641,26</b>	
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,37</b>	<b>0,37</b>	<b>0,37</b>	<b>0,84</b>	<b>0,31</b>																		<b>0,20</b>		

Nama Sungai : Semangir

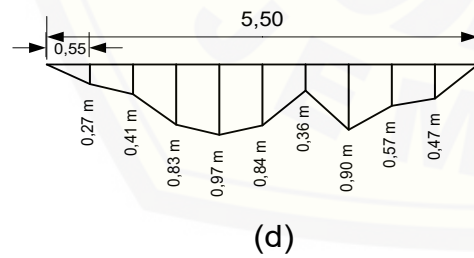
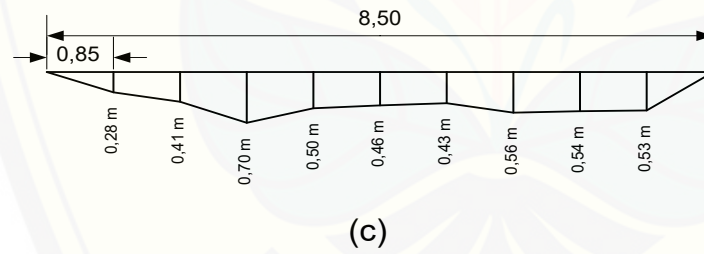
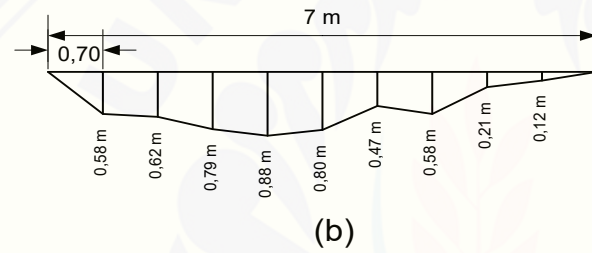
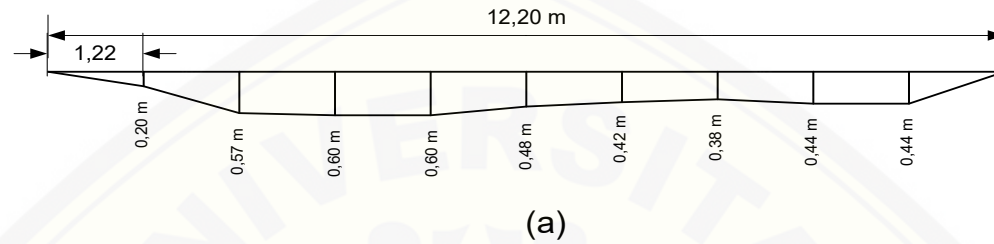
Pengulangan: Tiga

Titik : Empat

Tgl : 28 Februari 2019

No. Pias	Penampang Sungai					Putaran Baling (N)															Kecepatan (V)				Debit (Q)
	Tinggi Muka Air (m)			Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	(N/detik)															0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)
	d	d	d rata-rata			0,2 d					0,6 d					0,8 d									
						Pengulangan					Pengulangan					Pengulangan									
1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik	1	2	3	nr	N/detik	0,2	0,6	0,8	kecepatan total	(liter/detik)						
1	0,00	0,18	0,09	0,50	0,05						14	13	14	13,67	1,37						0,17		0,17	7,83	
2	0,18	0,40	0,29	0,50	0,15						24	24	25	24,33	2,43						0,29		0,29	42,32	
3	0,40	0,69	0,55	0,50	0,27	34	35	33	34,00	3,40						18	18	17	17,67	1,77	0,40		0,22	0,31	84,05
4	0,69	0,92	0,81	0,50	0,40	40	39	39	39,33	3,93						35	37	38	36,67	3,67	0,46		0,43	0,44	178,27
5	0,92	0,82	0,87	0,50	0,44	39	37	37	37,67	3,77						35	35	34	34,67	3,47	0,44		0,41	0,42	183,85
6	0,82	0,72	0,77	0,50	0,39	28	25	27	26,67	2,67						26	25	25	25,33	2,53	0,32		0,30	0,31	119,47
7	0,72	0,65	0,69	0,50	0,34	22	19	19	20,00	2,00						11	12	10	11,00	1,10	0,24		0,14	0,19	66,54
8	0,65	0,48	0,57	0,50	0,28						12	12	13	12,33	1,23							0,16		0,16	45,00
9	0,48	0,42	0,45	0,50	0,23						7	6	7	6,67	0,67							0,10		0,10	22,52
10	0,42	0,00	0,21	0,50	0,11						5	4	5	4,67	0,47							0,08		0,08	8,43
<b>Total</b>				<b>5,00</b>	<b>2,64</b>																			<b>758,27</b>	
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,26</b>																		<b>0,25</b>		

LAMPIRAN I. Profil (Cross Section) Sungai Semangir







LAMPIRAN L. Perhitungan Streeter Phelps

Titik	DO Lapang	BOD	Suhu	h Rata-rata	v Rata-rata		K'	K' <sub>T</sub>	D <sub>LT</sub>	K' <sub>2</sub>	K' <sub>2T</sub>	Lo	Lt	DO s	D
	mg/l	mg/l	( <sup>o</sup> C)	m	m/s	km/jam	Hari-1	Hari-1	m2.hari-1	Hari-1	Hari-1	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Titik 1	5,79	0,71	24,5	0,40	0,22	0,81	1,097	1,3493	0,00021	7,8357	8,4158	0,7688	0,0569	8,3405	2,5470
Titik 2	5,18	0,90	26,8	0,47	0,25	0,93	1,023	1,4003	0,00023	6,8812	7,6696	0,9741	0,0721	7,9922	2,8085
Titik 3	5,51	0,51	27,5	0,40	0,26	0,97	1,095	1,5454	0,00023	8,9991	10,1368	0,5554	0,0411	7,8975	2,3835
Titik 4	5,48	0,88	27,7	0,55	0,25	0,91	0,958	1,3663	0,00023	5,5264	6,2471	0,9572	0,0708	7,8662	2,3776

Laju Deoksigenasi (rD)	Laju Reaerasi (rR)	Waktu mencapai titik Kritis (tc)	Letak Kondisi Kritis (xc)	Titik Kritis (Dc)
mg/l.hari	mg/l.hari	hari	km	mg/l
0,0768	21,4353	-	-	-
0,1009	21,5402	-	-	-
0,0635	24,1616	-	-	-
0,0968	14,8532	-	-	-

Titik	DO Baku Mutu mg/l	DO Lapang mg/l	DOs mg/l	D all mg/l	Log BODu maks mg/l	BODu Maks mg/l	BOD mg/l
1	3	5,79	8,341	5,341	1,555	11,83	0,7688
2	3	5,18	7,992	4,992	1,451	10,58	0,9741
3	3	5,51	7,898	4,898	1,565	11,92	0,5554
4	3	5,49	7,866	4,866	1,386	9,71	0,9572

Rumus daya tampung sungai :  $\frac{DO_{aktual}}{BOD_{aktual}} = \frac{DO_{sisa}}{BOD_{sisa}}$

Dall = DO saurasi –DO lapang

**LAMPIRAN M. Perhitungan *Oxygen Sag Curve***

DO sat	:	8,341	DO sat	:	7,992	DO sat	:	7,898	DO sat	:	7,866	
DO mix	:	5,793	DO mix	:	5,184	DO mix	:	5,514	DO mix	:	5,489	
Do def	:	2,547	Do def	:	2,809	Do def	:	2,384	Do def	:	2,378	
Lo	:	0,769	Lo	:	0,97	Lo	:	0,56	Lo	:	0,96	
Kd	:	1,349	Kd	:	1,349	Kd	:	1,545	Kd	:	1,366	
Kr	:	8,416	Kr	:	7,670	Kr	:	10,137	Kr	:	6,247	
Titik 1			Titik 2			Titik 3			Titik 4			
x	t (d)	dt	do	t (d)	dt	do	t (d)	dt	do	t (d)	dt	do
0	0	2,547	5,793	0	2,809	5,184	0	2,384	5,514	0	2,37761	5,489
0,04	0,002	2,505	5,835	0,00179	2,772	5,220	0,002	2,344	5,554	0,002	2,35299	5,513
0,08	0,004	2,464	5,876	0,00359	2,737	5,255	0,003	2,305	5,593	0,004	2,32863	5,538
0,12	0,006	2,424	5,917	0,00538	2,702	5,290	0,005	2,266	5,631	0,005	2,30455	5,562
0,16	0,008	2,384	5,956	0,00718	2,667	5,325	0,007	2,229	5,669	0,007	2,28074	5,585
0,20	0,010	2,345	5,995	0,00897	2,633	5,359	0,009	2,192	5,706	0,009	2,25719	5,609
0,24	0,012	2,307	6,033	0,01076	2,599	5,393	0,010	2,155	5,742	0,011	2,2339	5,632
0,28	0,014	2,269	6,071	0,01256	2,566	5,426	0,012	2,119	5,778	0,013	2,21087	5,655
0,32	0,017	2,232	6,108	0,01435	2,533	5,459	0,014	2,084	5,813	0,015	2,18809	5,678
0,36	0,019	2,196	6,144	0,01615	2,501	5,491	0,015	2,050	5,848	0,016	2,16557	5,701
0,40	0,021	2,160	6,180	0,01794	2,469	5,523	0,017	2,016	5,882	0,018	2,1433	5,723
0,44	0,023	2,125	6,215	0,01973	2,438	5,554	0,019	1,982	5,915	0,020	2,12127	5,745
0,48	0,025	2,091	6,250	0,02153	2,407	5,585	0,021	1,949	5,948	0,022	2,09949	5,767
0,52	0,027	2,057	6,284	0,02332	2,376	5,616	0,022	1,917	5,980	0,024	2,07796	5,788
0,56	0,029	2,023	6,317	0,02512	2,346	5,646	0,024	1,885	6,012	0,026	2,05666	5,810
0,60	0,031	1,990	6,350	0,02691	2,316	5,676	0,026	1,854	6,043	0,027	2,03559	5,831
0,64	0,033	1,958	6,382	0,0287	2,287	5,705	0,028	1,824	6,074	0,029	2,01476	5,851
0,68	0,035	1,927	6,414	0,0305	2,258	5,734	0,029	1,794	6,104	0,031	1,99416	5,872
0,72	0,037	1,895	6,445	0,03229	2,229	5,763	0,031	1,764	6,134	0,033	1,97379	5,892
0,76	0,039	1,865	6,476	0,03409	2,201	5,791	0,033	1,735	6,163	0,035	1,95365	5,913

0,80	0,041	1,835	6,506	0,03588	2,173	5,819	0,034	1,706	6,191	0,037	1,93372	5,932
0,84	0,043	1,805	6,535	0,03767	2,146	5,847	0,036	1,678	6,219	0,038	1,91402	5,952
0,88	0,045	1,776	6,564	0,03947	2,119	5,874	0,038	1,651	6,247	0,040	1,89454	5,972
0,92	0,047	1,747	6,593	0,04126	2,092	5,900	0,040	1,623	6,274	0,042	1,87527	5,991
0,96	0,050	1,719	6,621	0,04306	2,065	5,927	0,041	1,597	6,301	0,044	1,85622	6,010
1,00	0,052	1,692	6,649	0,04485	2,039	5,953	0,043	1,571	6,327	0,046	1,83737	6,029
1,04	0,054	1,665	6,676	0,04664	2,014	5,978	0,045	1,545	6,353	0,048	1,81874	6,047
1,08	0,056	1,638	6,703	0,04844	1,988	6,004	0,046	1,519	6,378	0,049	1,80031	6,066
1,12	0,058	1,612	6,729	0,05023	1,963	6,029	0,048	1,495	6,403	0,051	1,78208	6,084
1,16	0,060	1,586	6,755	0,05203	1,939	6,053	0,050	1,470	6,427	0,053	1,76406	6,102
1,20	0,062	1,560	6,780	0,05382	1,914	6,078	0,052	1,446	6,451	0,055	1,74623	6,120
1,24	0,064	1,536	6,805	0,05561	1,890	6,102	0,053	1,422	6,475	0,057	1,7286	6,138
1,28	0,066	1,511	6,829	0,05741	1,867	6,125	0,055	1,399	6,498	0,059	1,71117	6,155
1,32	0,068	1,487	6,854	0,0592	1,843	6,149	0,057	1,376	6,521	0,060	1,69393	6,172
1,36	0,070	1,463	6,877	0,061	1,820	6,172	0,058	1,354	6,544	0,062	1,67688	6,189
1,40	0,072	1,440	6,900	0,06279	1,798	6,194	0,060	1,332	6,566	0,064	1,66002	6,206
1,44	0,074	1,417	6,923	0,06458	1,775	6,217	0,062	1,310	6,587	0,066	1,64334	6,223
1,48	0,076	1,395	6,946	0,06638	1,753	6,239	0,064	1,289	6,609	0,068	1,62685	6,239
1,52	0,078	1,373	6,968	0,06817	1,731	6,261	0,065	1,268	6,630	0,069	1,61054	6,256
1,56	0,080	1,351	6,990	0,06997	1,710	6,282	0,067	1,247	6,650	0,071	1,59441	6,272
1,60	0,083	1,329	7,011	0,07176	1,689	6,304	0,069	1,227	6,670	0,073	1,57845	6,288
1,64	0,085	1,308	7,032	0,07356	1,668	6,325	0,070	1,207	6,690	0,075	1,56268	6,303
1,68	0,087	1,288	7,053	0,07535	1,647	6,345	0,072	1,188	6,710	0,077	1,54707	6,319
1,72	0,089	1,268	7,073	0,07714	1,627	6,366	0,074	1,169	6,729	0,079	1,53164	6,335
1,76	0,091	1,248	7,093	0,07894	1,606	6,386	0,076	1,150	6,748	0,080	1,51638	6,350
1,80	0,093	1,228	7,113	0,08073	1,587	6,406	0,077	1,131	6,766	0,082	1,50129	6,365
1,84	0,095	1,209	7,132	0,08253	1,567	6,425	0,079	1,113	6,785	0,084	1,48636	6,380
1,88	0,097	1,190	7,151	0,08432	1,548	6,444	0,081	1,095	6,803	0,086	1,4716	6,395
1,92	0,099	1,171	7,169	0,08611	1,529	6,464	0,083	1,077	6,820	0,088	1,457	6,409

1,96	0,101	1,153	7,188	0,08791	1,510	6,482	0,084	1,060	6,838	0,090	1,44256	6,424
2,00	0,103	1,135	7,206	0,0897	1,491	6,501	0,086	1,043	6,855	0,091	1,42827	6,438
2,04	0,105	1,117	7,223	0,0915	1,473	6,519	0,088	1,026	6,871	0,093	1,41415	6,452
2,08	0,107	1,100	7,241	0,09329	1,455	6,537	0,089	1,010	6,888	0,095	1,40018	6,466
2,12	0,109	1,083	7,258	0,09508	1,437	6,555	0,091	0,994	6,904	0,097	1,38636	6,480
2,16	0,111	1,066	7,275	0,09688	1,420	6,573	0,093	0,978	6,920	0,099	1,3727	6,493
2,20	0,114	1,049	7,291	0,09867	1,402	6,590	0,095	0,962	6,935	0,101	1,35919	6,507
2,24	0,116	1,033	7,307	0,10047	1,385	6,607	0,096	0,947	6,951	0,102	1,34582	6,520
2,28	0,118	1,017	7,323	0,10226	1,368	6,624	0,098	0,932	6,966	0,104	1,3326	6,534
2,32	0,120	1,001	7,339	0,10405	1,352	6,641	0,100	0,917	6,981	0,106	1,31953	6,547
2,36	0,122	0,986	7,355	0,10585	1,335	6,657	0,101	0,902	6,995	0,108	1,30659	6,560
2,40	0,124	0,971	7,370	0,10764	1,319	6,673	0,103	0,888	7,010	0,110	1,29381	6,572
2,44	0,126	0,956	7,385	0,10944	1,303	6,689	0,105	0,874	7,024	0,112	1,28116	6,585
2,48	0,128	0,941	7,399	0,11123	1,287	6,705	0,107	0,860	7,038	0,113	1,26865	6,598
2,52	0,130	0,927	7,414	0,11302	1,272	6,721	0,108	0,846	7,051	0,115	1,25627	6,610
2,56	0,132	0,913	7,428	0,11482	1,256	6,736	0,110	0,833	7,065	0,117	1,24403	6,622
2,60	0,134	0,899	7,442	0,11661	1,241	6,751	0,112	0,820	7,078	0,119	1,23193	6,634
2,64	0,136	0,885	7,456	0,11841	1,226	6,766	0,113	0,807	7,091	0,121	1,21996	6,646
2,68	0,138	0,871	7,469	0,1202	1,211	6,781	0,115	0,794	7,103	0,122	1,20812	6,658
2,72	0,140	0,858	7,482	0,12199	1,197	6,795	0,117	0,782	7,116	0,124	1,19641	6,670
2,76	0,142	0,845	7,495	0,12379	1,182	6,810	0,119	0,769	7,128	0,126	1,18482	6,681
2,80	0,144	0,832	7,508	0,12558	1,168	6,824	0,120	0,757	7,140	0,128	1,17336	6,693
2,84	0,147	0,820	7,521	0,12738	1,154	6,838	0,122	0,745	7,152	0,130	1,16203	6,704
2,88	0,149	0,807	7,533	0,12917	1,140	6,852	0,124	0,734	7,164	0,132	1,15082	6,715
2,92	0,151	0,795	7,545	0,13096	1,127	6,865	0,126	0,722	7,175	0,133	1,13974	6,726
2,96	0,153	0,783	7,557	0,13276	1,113	6,879	0,127	0,711	7,187	0,135	1,12877	6,737
3,00	0,155	0,771	7,569	0,13455	1,100	6,892	0,129	0,700	7,198	0,137	1,11793	6,748
3,04	0,157	0,760	7,581	0,13635	1,087	6,905	0,131	0,689	7,209	0,139	1,1072	6,759
3,08	0,159	0,749	7,592	0,13814	1,074	6,918	0,132	0,678	7,219	0,141	1,09659	6,770



3,12	0,161	0,737	7,603	0,13993	1,061	6,931	0,134	0,668	7,230	0,143	1,0861	6,780
3,16	0,163	0,726	7,614	0,14173	1,049	6,943	0,136	0,657	7,240	0,144	1,07572	6,790
3,20	0,165	0,716	7,625	0,14352	1,036	6,956	0,138	0,647	7,250	0,146	1,06545	6,801
3,24	0,167	0,705	7,636	0,14532	1,024	6,968	0,139	0,637	7,260	0,148	1,05529	6,811
3,28	0,169	0,695	7,646	0,14711	1,012	6,980	0,141	0,627	7,270	0,150	1,04525	6,821
3,32	0,171	0,684	7,656	0,1489	1,000	6,992	0,143	0,618	7,280	0,152	1,03531	6,831
3,36	0,173	0,674	7,666	0,1507	0,988	7,004	0,144	0,608	7,289	0,154	1,02549	6,841
3,40	0,175	0,664	7,676	0,15249	0,977	7,015	0,146	0,599	7,299	0,155	1,01577	6,850
3,44	0,177	0,654	7,686	0,15429	0,965	7,027	0,148	0,590	7,308	0,157	1,00615	6,860
3,48	0,180	0,645	7,696	0,15608	0,954	7,038	0,150	0,581	7,317	0,159	0,99664	6,870
3,52	0,182	0,635	7,705	0,15787	0,943	7,049	0,151	0,572	7,326	0,161	0,98723	6,879
3,56	0,184	0,626	7,714	0,15967	0,932	7,060	0,153	0,563	7,334	0,163	0,97793	6,888
3,60	0,186	0,617	7,724	0,16146	0,921	7,071	0,155	0,554	7,343	0,165	0,96872	6,897
3,64	0,188	0,608	7,732	0,16326	0,910	7,082	0,156	0,546	7,351	0,166	0,95962	6,907
3,68	0,190	0,599	7,741	0,16505	0,900	7,092	0,158	0,538	7,360	0,168	0,95061	6,916
3,72	0,192	0,591	7,750	0,16684	0,889	7,103	0,160	0,530	7,368	0,170	0,9417	6,924
3,76	0,194	0,582	7,759	0,16864	0,879	7,113	0,162	0,522	7,376	0,172	0,93289	6,933
3,80	0,196	0,574	7,767	0,17043	0,869	7,123	0,163	0,514	7,384	0,174	0,92417	6,942
3,84	0,198	0,565	7,775	0,17223	0,859	7,133	0,165	0,506	7,392	0,176	0,91555	6,951
3,88	0,200	0,557	7,783	0,17402	0,849	7,143	0,167	0,498	7,399	0,177	0,90702	6,959
3,92	0,202	0,549	7,791	0,17581	0,839	7,153	0,168	0,491	7,407	0,179	0,89858	6,968
3,96	0,204	0,541	7,799	0,17761	0,830	7,163	0,170	0,484	7,414	0,181	0,89024	6,976
4,00	0,206	0,534	7,807	0,1794	0,820	7,172	0,172	0,476	7,421	0,183	0,88198	6,984
4,04	0,208	0,526	7,814	0,1812	0,811	7,181	0,174	0,469	7,428	0,185	0,87381	6,992
4,08	0,211	0,519	7,822	0,18299	0,802	7,191	0,175	0,462	7,435	0,186	0,86574	7,000
4,12	0,213	0,511	7,829	0,18478	0,792	7,200	0,177	0,455	7,442	0,188	0,85774	7,008
4,16	0,215	0,504	7,836	0,18658	0,783	7,209	0,179	0,449	7,449	0,190	0,84984	7,016
4,20	0,217	0,497	7,843	0,18837	0,775	7,218	0,181	0,442	7,456	0,192	0,84202	7,024
4,24	0,219	0,490	7,850	0,19017	0,766	7,226	0,182	0,435	7,462	0,194	0,83428	7,032



4,28	0,221	0,483	7,857	0,19196	0,757	7,235	0,184	0,429	7,468	0,196	0,82663	7,040
4,32	0,223	0,476	7,864	0,19375	0,749	7,244	0,186	0,423	7,475	0,197	0,81906	7,047
4,36	0,225	0,470	7,871	0,19555	0,740	7,252	0,187	0,416	7,481	0,199	0,81157	7,055
4,40	0,227	0,463	7,877	0,19734	0,732	7,260	0,189	0,410	7,487	0,201	0,80416	7,062
4,44	0,229	0,457	7,884	0,19914	0,724	7,269	0,191	0,404	7,493	0,203	0,79684	7,069
4,48	0,231	0,451	7,890	0,20093	0,715	7,277	0,193	0,398	7,499	0,205	0,78959	7,077
4,52	0,233	0,444	7,896	0,20272	0,708	7,285	0,194	0,393	7,505	0,207	0,78241	7,084
4,56	0,235	0,438	7,902	0,20452	0,700	7,293	0,196	0,387	7,511	0,208	0,77532	7,091
4,60	0,237	0,432	7,908	0,20631	0,692	7,300	0,198	0,381	7,516	0,210	0,7683	7,098
4,64	0,239	0,426	7,914	0,20811	0,684	7,308	0,199	0,376	7,522	0,212	0,76136	7,105
4,68	0,241	0,421	7,920	0,2099	0,677	7,316	0,201	0,370	7,527	0,214	0,75449	7,112
4,72	0,244	0,415	7,926	0,2117	0,669	7,323	0,203	0,365	7,532	0,216	0,74769	7,118
4,76	0,246	0,409	7,931	0,21349	0,662	7,330	0,205	0,360	7,538	0,218	0,74097	7,125
4,80	0,248	0,404	7,937	0,21528	0,654	7,338	0,206	0,355	7,543	0,219	0,73432	7,132
4,84	0,250	0,398	7,942	0,21708	0,647	7,345	0,208	0,350	7,548	0,221	0,72774	7,138
4,88	0,252	0,393	7,948	0,21887	0,640	7,352	0,210	0,345	7,553	0,223	0,72123	7,145
4,92	0,254	0,388	7,953	0,22067	0,633	7,359	0,211	0,340	7,558	0,225	0,71479	7,151
4,96	0,256	0,382	7,958	0,22246	0,626	7,366	0,213	0,335	7,563	0,227	0,70842	7,158
5,00	0,258	0,377	7,963	0,22425	0,619	7,373	0,215	0,330	7,567	0,229	0,70211	7,164
5,04	0,260	0,372	7,968	0,22605	0,613	7,380	0,217	0,326	7,572	0,230	0,69588	7,170
5,08	0,262	0,367	7,973	0,22784	0,606	7,386	0,218	0,321	7,577	0,232	0,68971	7,176
5,12	0,264	0,363	7,978	0,22964	0,599	7,393	0,220	0,316	7,581	0,234	0,6836	7,183
5,16	0,266	0,358	7,983	0,23143	0,593	7,399	0,222	0,312	7,585	0,236	0,67757	7,189
5,20	0,268	0,353	7,987	0,23322	0,587	7,406	0,223	0,308	7,590	0,238	0,67159	7,195
5,24	0,270	0,349	7,992	0,23502	0,580	7,412	0,225	0,303	7,594	0,240	0,66568	7,200
5,28	0,272	0,344	7,996	0,23681	0,574	7,418	0,227	0,299	7,598	0,241	0,65983	7,206
5,32	0,275	0,340	8,001	0,23861	0,568	7,424	0,229	0,295	7,602	0,243	0,65405	7,212
5,36	0,277	0,335	8,005	0,2404	0,562	7,430	0,230	0,291	7,607	0,245	0,64832	7,218
5,40	0,279	0,331	8,010	0,24219	0,556	7,436	0,232	0,287	7,611	0,247	0,64266	7,224

5,44	0,281	0,327	8,014	0,24399	0,550	7,442	0,234	0,283	7,614	0,249	0,63706	7,229
5,48	0,283	0,322	8,018	0,24578	0,544	7,448	0,236	0,279	7,618	0,250	0,63151	7,235
5,52	0,285	0,318	8,022	0,24758	0,538	7,454	0,237	0,275	7,622	0,252	0,62603	7,240
5,56	0,287	0,314	8,026	0,24937	0,533	7,460	0,239	0,272	7,626	0,254	0,6206	7,246
5,60	0,289	0,310	8,030	0,25116	0,527	7,465	0,241	0,268	7,630	0,256	0,61523	7,251
5,64	0,291	0,306	8,034	0,25296	0,522	7,471	0,242	0,264	7,633	0,258	0,60992	7,256
5,68	0,293	0,303	8,038	0,25475	0,516	7,476	0,244	0,261	7,637	0,260	0,60466	7,262
5,72	0,295	0,299	8,042	0,25655	0,511	7,482	0,246	0,257	7,640	0,261	0,59946	7,267
5,76	0,297	0,295	8,045	0,25834	0,505	7,487	0,248	0,254	7,644	0,263	0,59431	7,272
5,80	0,299	0,291	8,049	0,26013	0,500	7,492	0,249	0,250	7,647	0,265	0,58922	7,277
5,84	0,301	0,288	8,053	0,26193	0,495	7,497	0,251	0,247	7,650	0,267	0,58418	7,282
5,88	0,303	0,284	8,056	0,26372	0,490	7,502	0,253	0,244	7,654	0,269	0,57919	7,287
5,92	0,305	0,281	8,060	0,26552	0,485	7,507	0,254	0,241	7,657	0,271	0,57426	7,292
5,96	0,308	0,277	8,063	0,26731	0,480	7,512	0,256	0,237	7,660	0,272	0,56938	7,297
6,00	0,310	0,274	8,067	0,2691	0,475	7,517	0,258	0,234	7,663	0,274	0,56455	7,302
6,04	0,312	0,271	8,070	0,2709	0,470	7,522	0,260	0,231	7,666	0,276	0,55977	7,306
6,08	0,314	0,267	8,073	0,27269	0,465	7,527	0,261	0,228	7,669	0,278	0,55504	7,311
6,12	0,316	0,264	8,076	0,27449	0,460	7,532	0,263	0,225	7,672	0,280	0,55036	7,316
6,16	0,318	0,261	8,079	0,27628	0,456	7,536	0,265	0,222	7,675	0,282	0,54573	7,320
6,20	0,320	0,258	8,083	0,27807	0,451	7,541	0,266	0,219	7,678	0,283	0,54115	7,325
6,24	0,322	0,255	8,086	0,27987	0,447	7,546	0,268	0,217	7,681	0,285	0,53662	7,330
6,28	0,324	0,252	8,089	0,28166	0,442	7,550	0,270	0,214	7,684	0,287	0,53213	7,334
6,32	0,326	0,249	8,092	0,28346	0,438	7,555	0,272	0,211	7,686	0,289	0,52769	7,338
6,36	0,328	0,246	8,095	0,28525	0,433	7,559	0,273	0,208	7,689	0,291	0,5233	7,343
6,40	0,330	0,243	8,097	0,28704	0,429	7,563	0,275	0,206	7,692	0,293	0,51895	7,347
6,44	0,332	0,240	8,100	0,28884	0,425	7,568	0,277	0,203	7,694	0,294	0,51465	7,352
6,48	0,334	0,237	8,103	0,29063	0,420	7,572	0,279	0,201	7,697	0,296	0,5104	7,356
6,52	0,336	0,235	8,106	0,29243	0,416	7,576	0,280	0,198	7,699	0,298	0,50618	7,360
6,56	0,338	0,232	8,108	0,29422	0,412	7,580	0,282	0,196	7,702	0,300	0,50202	7,364

6,60	0,341	0,229	8,111	0,29601	0,408	7,584	0,284	0,193	7,704	0,302	0,49789	7,368
6,64	0,343	0,227	8,114	0,29781	0,404	7,588	0,285	0,191	7,707	0,303	0,49381	7,372
6,68	0,345	0,224	8,116	0,2996	0,400	7,592	0,287	0,188	7,709	0,305	0,48977	7,376
6,72	0,347	0,222	8,119	0,3014	0,396	7,596	0,289	0,186	7,711	0,307	0,48577	7,380
6,76	0,349	0,219	8,121	0,30319	0,392	7,600	0,291	0,184	7,714	0,309	0,48182	7,384
6,80	0,351	0,217	8,124	0,30498	0,389	7,604	0,292	0,182	7,716	0,311	0,4779	7,388
6,84	0,353	0,214	8,126	0,30678	0,385	7,607	0,294	0,179	7,718	0,313	0,47403	7,392
6,88	0,355	0,212	8,129	0,30857	0,381	7,611	0,296	0,177	7,720	0,314	0,47019	7,396
6,92	0,357	0,210	8,131	0,31037	0,377	7,615	0,297	0,175	7,722	0,316	0,4664	7,400
6,96	0,359	0,207	8,133	0,31216	0,374	7,618	0,299	0,173	7,725	0,318	0,46264	7,404
7,00	0,361	0,205	8,135	0,31395	0,370	7,622	0,301	0,171	7,727	0,320	0,45893	7,407
7,04	0,363	0,203	8,138	0,31575	0,367	7,625	0,303	0,169	7,729	0,322	0,45525	7,411
7,08	0,365	0,201	8,140	0,31754	0,363	7,629	0,304	0,167	7,731	0,324	0,45161	7,415
7,12	0,367	0,198	8,142	0,31934	0,360	7,632	0,306	0,165	7,733	0,325	0,44801	7,418
7,16	0,369	0,196	8,144	0,32113	0,356	7,636	0,308	0,163	7,735	0,327	0,44444	7,422
7,20	0,372	0,194	8,146	0,32292	0,353	7,639	0,309	0,161	7,736	0,329	0,44091	7,425
7,24	0,374	0,192	8,148	0,32472	0,350	7,642	0,311	0,159	7,738	0,331	0,43742	7,429
7,28	0,376	0,190	8,150	0,32651	0,346	7,646	0,313	0,157	7,740	0,333	0,43396	7,432
7,32	0,378	0,188	8,152	0,32831	0,343	7,649	0,315	0,156	7,742	0,335	0,43054	7,436
7,36	0,380	0,186	8,154	0,3301	0,340	7,652	0,316	0,154	7,744	0,336	0,42715	7,439
7,40	0,382	0,184	8,156	0,33189	0,337	7,655	0,318	0,152	7,746	0,338	0,4238	7,442
7,44	0,384	0,182	8,158	0,33369	0,334	7,658	0,320	0,150	7,747	0,340	0,42049	7,446
7,48	0,386	0,180	8,160	0,33548	0,331	7,661	0,321	0,149	7,749	0,342	0,4172	7,449
7,52	0,388	0,179	8,162	0,33728	0,328	7,665	0,323	0,147	7,751	0,344	0,41395	7,452
7,56	0,390	0,177	8,164	0,33907	0,325	7,668	0,325	0,145	7,752	0,346	0,41074	7,455
7,60	0,392	0,175	8,166	0,34087	0,322	7,670	0,327	0,144	7,754	0,347	0,40755	7,459
7,64	0,394	0,173	8,167	0,34266	0,319	7,673	0,328	0,142	7,756	0,349	0,4044	7,462
7,68	0,396	0,171	8,169	0,34445	0,316	7,676	0,330	0,140	7,757	0,351	0,40128	7,465
7,72	0,398	0,170	8,171	0,34625	0,313	7,679	0,332	0,139	7,759	0,353	0,39819	7,468

7,76	0,400	0,168	8,172	0,34804	0,310	7,682	0,334	0,137	7,760	0,355	0,39514	7,471
7,80	0,402	0,166	8,174	0,34984	0,307	7,685	0,335	0,136	7,762	0,357	0,39211	7,474
7,84	0,405	0,165	8,176	0,35163	0,305	7,687	0,337	0,134	7,763	0,358	0,38912	7,477
7,88	0,407	0,163	8,177	0,35342	0,302	7,690	0,339	0,133	7,765	0,360	0,38616	7,480
7,92	0,409	0,162	8,179	0,35522	0,299	7,693	0,340	0,131	7,766	0,362	0,38322	7,483
7,96	0,411	0,160	8,180	0,35701	0,297	7,695	0,342	0,130	7,767	0,364	0,38032	7,486
8,00	0,413	0,159	8,182	0,35881	0,294	7,698	0,344	0,129	7,769	0,366	0,37744	7,489
8,04	0,415	0,157	8,184	0,3606	0,292	7,701	0,346	0,127	7,770	0,367	0,3746	7,492
8,08	0,417	0,156	8,185	0,36239	0,289	7,703	0,347	0,126	7,772	0,369	0,37178	7,494
8,12	0,419	0,154	8,186	0,36419	0,286	7,706	0,349	0,125	7,773	0,371	0,36899	7,497
8,16	0,421	0,153	8,188	0,36598	0,284	7,708	0,351	0,123	7,774	0,373	0,36623	7,500
8,20	0,423	0,151	8,189	0,36778	0,282	7,711	0,352	0,122	7,775	0,375	0,3635	7,503
8,24	0,425	0,150	8,191	0,36957	0,279	7,713	0,354	0,121	7,777	0,377	0,36079	7,505
8,28	0,427	0,148	8,192	0,37136	0,277	7,715	0,356	0,120	7,778	0,378	0,35812	7,508
8,32	0,429	0,147	8,193	0,37316	0,274	7,718	0,358	0,118	7,779	0,380	0,35546	7,511
8,36	0,431	0,146	8,195	0,37495	0,272	7,720	0,359	0,117	7,780	0,382	0,35284	7,513
8,40	0,433	0,144	8,196	0,37675	0,270	7,722	0,361	0,116	7,782	0,384	0,35024	7,516
8,44	0,435	0,143	8,197	0,37854	0,267	7,725	0,363	0,115	7,783	0,386	0,34767	7,518
8,48	0,438	0,142	8,199	0,38033	0,265	7,727	0,364	0,114	7,784	0,388	0,34512	7,521
8,52	0,440	0,140	8,200	0,38213	0,263	7,729	0,366	0,113	7,785	0,389	0,3426	7,524
8,56	0,442	0,139	8,201	0,38392	0,261	7,731	0,368	0,111	7,786	0,391	0,34011	7,526
8,60	0,444	0,138	8,202	0,38572	0,259	7,734	0,370	0,110	7,787	0,393	0,33763	7,529
8,64	0,446	0,137	8,204	0,38751	0,256	7,736	0,371	0,109	7,788	0,395	0,33519	7,531
8,68	0,448	0,136	8,205	0,3893	0,254	7,738	0,373	0,108	7,789	0,397	0,33277	7,533
8,72	0,450	0,134	8,206	0,3911	0,252	7,740	0,375	0,107	7,790	0,399	0,33037	7,536
8,76	0,452	0,133	8,207	0,39289	0,250	7,742	0,377	0,106	7,791	0,400	0,32799	7,538
8,80	0,454	0,132	8,208	0,39469	0,248	7,744	0,378	0,105	7,792	0,402	0,32564	7,541
8,84	0,456	0,131	8,210	0,39648	0,246	7,746	0,380	0,104	7,793	0,404	0,32331	7,543
8,88	0,458	0,130	8,211	0,39827	0,244	7,748	0,382	0,103	7,794	0,406	0,32101	7,545



8,92	0,460	0,129	8,212	0,40007	0,242	7,750	0,383	0,102	7,795	0,408	0,31873	7,547
8,96	0,462	0,128	8,213	0,40186	0,240	7,752	0,385	0,101	7,796	0,410	0,31647	7,550
9,00	0,464	0,127	8,214	0,40366	0,238	7,754	0,387	0,100	7,797	0,411	0,31423	7,552
9,04	0,466	0,126	8,215	0,40545	0,236	7,756	0,389	0,099	7,798	0,413	0,31202	7,554
9,08	0,469	0,125	8,216	0,40724	0,234	7,758	0,390	0,098	7,799	0,415	0,30982	7,556
9,12	0,471	0,124	8,217	0,40904	0,233	7,760	0,392	0,097	7,800	0,417	0,30765	7,559
9,16	0,473	0,123	8,218	0,41083	0,231	7,761	0,394	0,097	7,801	0,419	0,3055	7,561
9,20	0,475	0,122	8,219	0,41263	0,229	7,763	0,395	0,096	7,802	0,421	0,30337	7,563
9,24	0,477	0,121	8,220	0,41442	0,227	7,765	0,397	0,095	7,803	0,422	0,30126	7,565
9,28	0,479	0,120	8,221	0,41621	0,225	7,767	0,399	0,094	7,804	0,424	0,29918	7,567
9,32	0,481	0,119	8,222	0,41801	0,224	7,768	0,401	0,093	7,804	0,426	0,29711	7,569
9,36	0,483	0,118	8,223	0,4198	0,222	7,770	0,402	0,092	7,805	0,428	0,29506	7,571
9,40	0,485	0,117	8,224	0,4216	0,220	7,772	0,404	0,092	7,806	0,430	0,29303	7,573
9,44	0,487	0,116	8,225	0,42339	0,219	7,774	0,406	0,091	7,807	0,431	0,29103	7,575
9,48	0,489	0,115	8,226	0,42518	0,217	7,775	0,407	0,090	7,808	0,433	0,28904	7,577
9,52	0,491	0,114	8,226	0,42698	0,215	7,777	0,409	0,089	7,808	0,435	0,28707	7,579
9,56	0,493	0,113	8,227	0,42877	0,214	7,779	0,411	0,088	7,809	0,437	0,28512	7,581
9,60	0,495	0,112	8,228	0,43057	0,212	7,780	0,413	0,088	7,810	0,439	0,28319	7,583
9,64	0,497	0,112	8,229	0,43236	0,210	7,782	0,414	0,087	7,811	0,441	0,28128	7,585
9,68	0,499	0,111	8,230	0,43415	0,209	7,783	0,416	0,086	7,811	0,442	0,27938	7,587
9,72	0,502	0,110	8,231	0,43595	0,207	7,785	0,418	0,085	7,812	0,444	0,27751	7,589
9,76	0,504	0,109	8,231	0,43774	0,206	7,786	0,419	0,085	7,813	0,446	0,27565	7,591
9,80	0,506	0,108	8,232	0,43954	0,204	7,788	0,421	0,084	7,813	0,448	0,27381	7,592
9,84	0,508	0,107	8,233	0,44133	0,203	7,789	0,423	0,083	7,814	0,450	0,27199	7,594
9,88	0,510	0,107	8,234	0,44312	0,201	7,791	0,425	0,083	7,815	0,452	0,27018	7,596
9,92	0,512	0,106	8,235	0,44492	0,200	7,792	0,426	0,082	7,815	0,453	0,2684	7,598
9,96	0,514	0,105	8,235	0,44671	0,198	7,794	0,428	0,081	7,816	0,455	0,26663	7,600
10,00	0,516	0,104	8,236	0,44851	0,197	7,795	0,430	0,081	7,817	0,457	0,26487	7,601



Lampiran N. Dokumentasi Kegiatan Saat penelitian

