



TUGAS AKHIR - RE 184804

**DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK *MACRO DEBRIS* DI
KALI SURABAYA**

CINDY FATMAWATI
0321154000044

DOSEN PEMBIMBING:
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

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



TUGAS AKHIR - 184804

DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK *MACRO DEBRIS* DI KALI SURABAYA

CINDY FATMAWATI
0321154000044

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

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



FINAL PROJECT - 184804

DISTRIBUTION AND CHARACTERISTICS OF MACRO DEBRIS IN SURABAYA RIVER

CINDY FATMAWATI
0321154000044

ADVISOR
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

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

LEMBAR PENGESAHAN

**DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK *MACRO DEBRIS* DI
KALI SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

CINDY FATMAWATI

NRP. 0321154000044

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc
NIP.19530706 198403 2 004



DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK *MACRO* *DEBRIS* DI KALI SURABAYA

Nama mahasiswa : Cindy Fatmawati
NRP : 0321154000044
Departemen : Teknik Lingkungan
Pembimbing : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, MAppSc.

ABSTRAK

Macro debris merupakan bahan padat persisten yang sengaja atau tidak sengaja dibuang ke badan air yang memiliki panjang 2,5 - 100 cm. Sampah *macro debris* dapat ditemukan di sungai, danau, laut atau badan air lainnya. Sampah tersebut berasal dari sampah rumah tangga dan atau sampah sejenis sampah rumah tangga. Keberadaan *macro debris* dapat mengancam ekosistem dan menurunkan kualitas air permukaan, termasuk Kali Surabaya. Kali Surabaya digunakan sebagai sumber air baku untuk pemenuhan kebutuhan air bersih penduduk Kota Surabaya. Keberadaan *macro debris* berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat Kota Surabaya dan rusaknya ekosistem Kali Surabaya diakibatkan akumulasi sampah yang dibuang ke sungai setiap tahunnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menentukan kelimpahan, komposisi, karakteristik dan distribusi *macro debris* di Kali Surabaya.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2019 di enam titik sampling dari hulu hingga hilir. Sampel *macro debris* diambil pada 3 kedalaman air (permukaan, tengah, dan dasar); masing-masing pada tepi kanan, kiri, dan tengah sungai. Metode sampling menggunakan metode standar sampling air yang dimodifikasi dengan *manta trawl net* berukuran pori 300 μm . Meso dan mikro *debris* dipisahkan sebelum dilakukan indentifikasi. Sampel diawetkan dengan alkohol 90%, lalu disortasi berdasarkan *size class box* dan borang tipe *macro debris*. Pengambilan sampel untuk pengukuran parameter suhu, pH, dan densitas air dilakukan dengan menggunakan *Van Dorn sampler*. Pengukuran kecepatan arus sungai menggunakan *current meter*. Penelitian dilakukan pada bulan Februari – April 2019 untuk menentukan kelimpahan,

komposisi, karakteristik, dan distribusi *macro debris*. Sampling dilakukan dengan 2 kali pengulangan. Analisis data dilakukan dengan metode statistik sederhana berupa tabel dan grafik.

Kelimpahan rata-rata tertinggi pada setiap kedalaman berada pada titik setelah DAM Jagir di hilir Kali Surabaya, yaitu sebesar 0,59 *item/m*³ dengan konsentrasi 1,16 *g/m*³. Komponen sampah yang dominan pada setiap titik adalah sampah kebun (27%-65%). Adapun *macro debris* jenis plastik yang dominan adalah HDPE (5%-88%). Distribusi ukuran *macro debris* yang paling dominan adalah 4-8 cm (kelas 2). Jumlah *item* tertinggi ditemukan pada titik setelah DAM Jagir, yaitu sebanyak 52 *item*.

Kata kunci: distribusi, Kali Surabaya, *macro debris*, Manta trawl

DISTRIBUTION AND CHARACTERISTICS OF MACRO DEBRIS IN SURABAYA RIVER

Student name : Cindy Fatmawati
Student ID : 0321154000044
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

ABSTRACT

Macro debris are persistent solid material intentionally or unintentionally dumped in the surface water with length range between 2,5 – 100 cm. Macro debris is generally found in river, lake, sea, or other surface water. The waste is originated from household or household-waste-equivalent solid waste. The existence of macro debris could possibly threaten the ecosystem and the surface water quality, including the Surabaya River. The Surabaya River is used as raw water source for public water supply. Macro debris in the raw water could potentially endanger public health and deteriorate the river ecosystem, which is caused by solid waste disposal and accumulation. This research is aimed to identify and to determine the abundance, composition, characteristics and distribution of macro debris in Surabaya River.

This research was conducted from February to April 2019 in six sampling locations from the upper to the lower parts of Surabaya River. Each sampling location was sampled along 3 horizontal paths (left, middle, right) in 3 vertical points (surface, middle and bottom). Samples were collected using manta trawl net of 300 μm pore size. Meso and micro debris were separated prior to identification stage. The macro debris samples were preserved using alcohol 90%. The samples were sorted according to size class box and shape. Water samples for measurement of temperature, pH and density were collected using Van Dorn sampler. The water current was measured using current meter. Sample collection was repeated two times. Simple statistic method (table and graph) was applied for data analysis.

The highest macro debris abundance (0.59 item/m³, or 1.16 g/m³) was observed at the downstream site of the Jagir dam. The main macro debris component was garden waste (27%-65%). HDPE was the most dominant plastic component (5%-88%). Size of the macro debris was mostly 4-8 cm (Class 2). The highest number of items (52) was found in the site downstream of the Jagir dam.

Keywords: *distribution, Surabaya River, macro debris, Manta trawl*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya bagi penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Distribusi dan Karakteristik *Macro Debris* di Kali Surabaya”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir ini, antara lain:

1. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir atas segala ilmu dan kesediaan waktu yang diberikan selama proses bimbingan.
2. Ibu Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT., Bapak Arseto Yekti Bagastyo ST.,MT.,M.Phil,Ph.D, dan Bapak Alfian Purnomo, ST., MT selaku dosen pengarah yang telah memberikan saran dan masukan.
3. Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT. selaku dosen wali atas bimbingannya selama ini.
4. Prieskarinda Lestari, selaku ketua tim penelitian atas bantuan tenaga dan pikirannya.
5. Direktorat Jenderal Sumber Daya Iptek dan Dikti, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas bantuan pendanaan penelitian dalam program beasiswa PMDSU.
6. Pegawai Jasa Tirta I – Divisi Jasa ASA II, nelayan, penarik perahu tambangan Kali Surabaya, dan semua pihak yang telah membantu dalam pengambilan data.
7. Kedua orang tua atas do'a dan dukungan moral maupun material.
8. Seluruh keluarga, sahabat, orang terdekat, teman-teman Teknik Lingkungan 2015 yang selalu mendukung dan memberikan semangat.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak. Terima kasih.

Surabaya, 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis-Jenis Sampah.....	5
2.2 Komponen dan Ukuran <i>Macro Debris</i>	5
2.3 Komponen Sampah Plastik.....	7
2.4 Karakteristik Sampah.....	8
2.4.1 Karakteristik <i>Macro Debris</i>	8
2.4.2 Karakteristik Makro Plastik	9
2.5 Laju Timbulan <i>Macro Debris</i>	10
2.6 Distribusi <i>Macro Debris</i>	11
2.7 Degradasi <i>Macro Debris</i>	11
2.8 Bahaya <i>Macro Debris</i> dan Sampah Plastik di Badan Air	12
BAB 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI.....	15
3.1 Batas Wilayah Studi.....	15
3.2 Kondisi Hidrolis dan Debit Air Kali Surabaya	16
3.3 Fungsi Kali Surabaya.....	17
3.4 Kependudukan	18
3.5 Komposisi Sampah.....	18
BAB 4 METODE PENELITIAN	21
4.1 Deskripsi Umum	21
4.2 Kerangka Penelitian.....	21
4.3 Ide Penelitian.....	24
4.4 Studi Literatur	24

4.5	Pengumpulan Data Sekunder	24
4.6	Persiapan Awal.....	24
4.6.1	Persiapan Sampling.....	24
4.6.2	Persiapan Alat dan Bahan	26
4.7	Pengambilan Sampel.....	27
4.8	Analisis Laboratorium	32
4.9	Analisis Data dan Pembahasan	33
4.10	Kesimpulan dan Saran	35
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
5.1	<i>Reference Sites</i>	37
5.1.1	Kelimpahan Macro Debris di <i>Reference Sites</i> ... 40	40
5.1.2	Komposisi Macro Debris dan Makro Plastik..... 42	42
5.2	Rona Lingkungan Titik Sampling di Kali Surabaya 44	44
5.3	Klasifikasi Ukuran <i>Macro Debris</i>	51
5.4	Kelimpahan <i>Macro Debris</i> di Kali Surabaya	53
5.3.1	Titik Driyorejo.....	54
5.3.2	Titik Bambe	54
5.3.3	Titik Karang Pilang.....	55
5.3.4	Titik Gunungsari.....	55
5.3.5	Titik Joyoboyo.....	55
5.3.6	Titik Setelah DAM Jagir.....	55
5.5	Karakterisasi dan Komposisi <i>Macro Debris</i>	62
5.4.1	Komposisi Sampah.....	62
5.4.1.1	Titik Driyorejo.....	64
5.4.1.2	Titik Bambe.....	64
5.4.1.3	Titik Karang Pilang.....	65
5.4.1.4	Titik Gunungsari.....	65
5.4.1.5	Titik Joyoboyo.....	65
5.4.1.6	Titik Setelah DAM Jagir.....	66
5.4.2	Komposisi Makro Plastik.....	69
5.4.2.1	Titik Driyorejo.....	70
5.4.2.2	Titik Bambe.....	71
5.4.2.3	Titik Karang Pilang.....	71
5.4.2.4	Titik Gunungsari.....	71
5.4.2.5	Titik Joyoboyo.....	71
5.4.2.6	Titik Setelah DAM Jagir.....	72
5.6	Distribusi <i>Macro Debris</i>	75
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		87

6.1	Kesimpulan.....	87
6.2	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....		89
BIOGRAFI PENULIS.....		151

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Ukuran Debris Berdasarkan Lokasi Sampling	7
Gambar 3.1 Aliran Kali Surabaya (tanpa skala)	15
Gambar 4.1 Kerangka Penelitian.....	23
Gambar 4.2 Peta Lokasi Titik Sampling.....	25
Gambar 4.3 Van Dorn Water Sampler	28
Gambar 4.4 Manta trawl untuk Sampling Macro Debris pada Permukaan Air	29
Gambar 4.5 Modified Trawl untuk Sampling Macro Debris pada Setengah dan Dasar Kedalaman.....	31
Gambar 4.6 Pemasangan Manta Trawl dan Modified Trawl pada Perahu	32
Gambar 5.1 Kondisi Titik Sampling di Arboretum.....	38
Gambar 5.2 Kondisi Titik Sampling Sebelum Coban Talun ..	38
Gambar 5.3 Kondisi Titik Sampling di Coban Talun	38
Gambar 5.4 Distribusi Macro Debris di <i>Reference Sites</i>	40
Gambar 5.5 Kelimpahan Macro Debris di <i>Reference Sites</i> ..	41
Gambar 5.6 Bobot Macro Debris di <i>Reference Sites</i>	41
Gambar 5.7 Jenis Sampah Kebun di Reference Site	42
Gambar 5.8 Jenis Sampah Plastik di Reference Site	43
Gambar 5.9 Komposisi Macro Debris di <i>Reference Sites</i>	43
Gambar 5.10 Komposisi Makro Plastik di <i>Reference Sites</i> ...	44
Gambar 5.11 Ukuran <i>Macro Debris</i> pada Permukaan Air	51
Gambar 5.12 Ukuran <i>Macro Debris</i> pada Setengah Kedalaman	52
Gambar 5.13 Ukuran <i>Macro Debris</i> pada Dasar Kedalaman Air	52
Gambar 5.14 Ukuran Macro Debris di Kali Surabaya.....	53
Gambar 5.15 Kelimpahan <i>Macro Debris</i> pada Permukaan Air.....	56
Gambar 5.16 Kelimpahan <i>Macro Debris</i> pada Setengah Kedalaman	57
Gambar 5.17 Kelimpahan <i>Macro Debris</i> pada Dasar Kedalaman Air	57
Gambar 5.18 Kelimpahan <i>Macro Debris</i> di Kali Surabaya....	58
Gambar 5.19 Bobot <i>Macro Debris</i> pada Permukaan Air	59

Gambar 5.20 Bobot <i>Macro Debris</i> pada Setengah Kedalaman	60
Gambar 5.21 Bobot <i>Macro Debris</i> pada Dasar Kedalaman Air.....	60
Gambar 5.22 Bobot <i>Macro Debris</i> di Kali Surabaya.....	61
Gambar 5.23 Sampah Kebun (Kayu, Daun, dan Ranting)....	62
Gambar 5.24 Jenis Sampah Plastik	62
Gambar 5.25 Jenis Sampah Kertas.....	63
Gambar 5.25 Jenis Sampah Logam	63
Gambar 5.26 Jenis Sampah Karet	63
Gambar 5.27 Jenis Sampah Adsorbent.....	63
Gambar 5.28 Jenis Sampah Kaca.....	64
Gambar 5.29 Komposisi <i>Macro Debris</i> pada Permukaan Air	66
Gambar 5.30 Komposisi <i>Macro Debris</i> pada Setengah Kedalaman	67
Gambar 5.31 Komposisi <i>Macro Debris</i> pada Dasar Kedalaman	67
Gambar 5.32 Komposisi <i>Macro Debris</i> di Kali Surabaya.....	68
Gambar 5.33 Makro Plastik di Kali Surabaya.....	70
Gambar 5.34 Komposisi Makro Plastik pada Permukaan Air	72
Gambar 5.35 Komposisi Makro Plastik pada Setengah Kedalaman Air.....	73
Gambar 5.36 Komposisi Makro Plastik pada Dasar Kedalaman Air.....	73
Gambar 5.37 Komposisi Makro Plastik di Kali Surabaya.....	74
Gambar 5.38 Distribusi <i>Macro Debris</i> pada Permukaan Air .	79
Gambar 5.39 Distribusi <i>Macro Debris</i> pada Setengah Kedalaman	80
Gambar 5.40 Distribusi <i>Macro Debris</i> pada Dasar Kedalaman Air.....	81
Gambar 5.41 Distribusi Rata-Rata <i>Macro Debris</i> di Kali Surabaya	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Sampah Kota Surabaya.....	5
Tabel 2. 2 Karakteristik Debris Berdasarkan Ukuran.....	6
Tabel 2. 3 Aplikasi Plastik Berdasarkan Jenisnya	8
Tabel 2. 4 Karakteristik Biologi Macro Debris	9
Tabel 2. 5 Jenis Plastik dan Densitasnya	10
Tabel 2. 6 Laju Timbulan Sampah Berdasarkan Sumbernya	10
Tabel 3. 3 Debit Aliran Kali Surabaya	17
Tabel 3. 5 Komposisi Sampah.....	18
Tabel 4. 1 Lokasi Titik Sampling.....	25
Tabel 4. 2 Koordinat Titik Sampling.....	26
Tabel 5. 1 Koordinat Reference Site.....	37
Tabel 5. 2 Kondisi Rona Lingkungan Reference Site	37
Tabel 5. 3 Distribusi Macro Debris di Reference Site	39
Tabel 5. 4 Waktu dan Kondisi Titik Sampling pada Permukaan Air.....	46
Tabel 5. 5 Waktu dan Kondisi Titik Sampling pada Setengah Kedalaman Air	47
Tabel 5. 6 Waktu dan Kondisi Titik Sampling pada Dasar Kedalaman Air	49
Tabel 5. 7 Distribusi <i>Macro Debris</i> pada Permukaan Air	75
Tabel 5. 8 Distribusi <i>Macro Debris</i> pada Setengah Kedalaman Air.....	76
Tabel 5. 9 Distribusi <i>Macro Debris</i> pada Dasar Kedalaman Air.....	77
Tabel 5. 10 Distribusi <i>Macro Debris</i> di Kali Surabaya	77

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	BORANG MACRO DEBRIS	99
LAMPIRAN B	PROSEDUR PERCOBAAN.....	107
LAMPIRAN C	DATA HASIL ANALISIS	111
LAMPIRAN D	DOKUMENTASI PENELITIAN.....	129
LAMPIRAN E	PETA DISTRIBUSI MACRO DEBRIS	133

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya memiliki luas wilayah $\pm 326,36 \text{ km}^2$ yang terbagi terbagi dalam 31 Kecamatan dan 163 Desa/Kelurahan dengan jumlah penduduk mencapai $\pm 3.016.653$ jiwa di tahun 2016 (BPS, 2017). Padatnya penduduk mengakibatkan tingginya kebutuhan pokok yang dikonsumsi setiap hari, sehingga banyak perindustrian, rumah tangga yang memicu banyaknya limbah industri dan sampah rumah tangga. Semua jenis sampah setiap harinya akan dihasilkan, sehingga jumlah sampah di pulau ini sangat tinggi. Sebagian sampah yang ada di daratan akan terbuang ke laut dari aliran sungai, muara, kegiatan jual-beli di laut, atau pembuangan sampah dengan sengaja ke laut (Purba, 2017). Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (Perda Surabaya No.5 Tahun 2014). Komposisi sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah sampah *biodegradable* sebanyak 60-70% dan sisanya adalah sampah *non biodegradable* 30-40%. Sementara dari sampah *non biodegradable* tersebut komposisi terbanyak kedua yaitu sampah plastik sebesar 14% (Purwaningrum, 2016) dimana 10% dari semua plastik yang baru diproduksi akan dibuang melalui sungai dan berakhir di laut. Hal ini sekitar 165 ribu ton plastik/tahun akan bermuara di perairan laut Indonesia (Hastuti, 2014)

Seringkali sampah menjadi masalah karena pengelolaan yang belum baik mengakibatkan permasalahan sosial, lingkungan, dan kesehatan. Permasalahan lingkungan antara lain terjadinya kerusakan dalam sistem air, sehingga terjadi pencemaran air yang disebabkan oleh aktivitas pembuangan sampah ke badan air. Kegiatan pembuangan sampah ke sungai umumnya dilakukan oleh penduduk yang tinggal dan/atau beraktivitas di bantaran sungai (Indrawati, 2011; Alam *et al.*, 2013). Persentase pelayanan persampahan yang belum menyeluruh akan berdampak terhadap banyaknya sampah yang tidak terkelola. Sebanyak 69% sampah diangkut ke TPA, 9,6 % open dumping,

7,15% dikomposkan, 4,8% dibakar, 2,9% sampah yang tidak terkelola akan dibuang ke sungai, dan lainnya 6,55% (Dhokhikah dan Trihadiningrum, 2012) dan di kawasan muara sungai didapatkan makro plastik dengan komposisi sampah plastik ditemukan dengan kelimpahan terbanyak rata-rata sebesar 77,7% (kisaran 49-96,5%), diikuti *styrofoam* (18,1%), dan karet (2,1%) (Hastuti, 2014). Hal ini dapat menyebabkan terjadinya pencemaran sungai akibat sampah.

Pencemaran sungai akibat sampah plastik juga berdampak terhadap ekosistem perairan. Sampah plastik bersifat persisten, mempengaruhi kualitas air, menyebabkan akumulasi di sedimen, bahkan berdampak terhadap rantai makanan biota di perairan (Horton *et al.*, 2016; Karlsson *et al.*, 2017). Sampah plastik sulit terbiodegradasi, namun akan terdegradasi menjadi bagian lebih kecil akibat pengaruh radiasi ultraviolet dan aliran air sehingga membentuk makro-, meso-, dan makro plastik (Vermaire *et al.*, 2017).

Kali Surabaya adalah bagian dari Sungai Brantas yang merupakan sumber utama air baku air bersih Kota Surabaya, namun telah mengalami penurunan kualitas akibat pembuangan sampah di sungai (Jakoola *et al.*, 2017; Sumiyarsono *et al.*, 2018). Setiap harinya Kota Surabaya menghasilkan sampah 1,241 ton dengan komposisi 72% organik, 12% kertas, 8% plastik (Simpson dan Zimmerman, 2012), namun persentase sampah yang mampu tertangani masih sebesar 51,8% (BPS, 2016). Sampah yang tidak dikelola di TPA oleh masyarakat dibakar, ditimbun, dibuang ke sungai, selokan atau got dan tempat lainnya (Pratama *et al.*, 2016). Sedangkan untuk sampah yang dibuang ke sungai akan berdampak terhadap biodiversitas biota akuatik karena *macro debris* dapat terdistribusi di kolom air tertentu (permukaan, tengah, dasar sungai) sesuai karakteristik densitasnya, sehingga dapat masuk ke jaring makanan akuatik pada berbagai tingkatan trofik (Anderson *et al.*, 2016; Scherer *et al.*, 2018). Resiko bahaya terhadap manusia yang ditimbulkan mikro plastik terhadap organisme biota akuatik melalui rantai makanan dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia (Neves *et al.*, 2015). Pencemaran air sungai tidak hanya merugikan masyarakat yang mendiami daerah bantaran sungai saja akan tetapi seperti air sungai yang mengalir

dari hulu ke hilir yang berarti turut membawa dampak negatif bagi masyarakat lainnya (Puspitasari, 2009). Apalagi Kali Surabaya digunakan sebagai sumber air baku pemenuhan kebutuhan air bersih masyarakat Kota Surabaya. Oleh karena itu diperlukan penelitian tentang distribusi dan karakteristik *macro debris* di Kali Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan yang menjadi dasar penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana kelimpahan *macro debris* di Kali Surabaya?
2. Bagaimana komposisi dan karakteristik *macro debris* di Kali Surabaya?
3. Bagaimana distribusi *macro debris* di Kali Surabaya?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan menentukan kelimpahan *macro debris* di Kali Surabaya.
2. Mengidentifikasi dan menentukan komposisi dan karakteristik *macro debris* Kali Surabaya.
3. Menentukan distribusi *macro debris* di Kali Surabaya.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian dilakukan selama bulan Februari – April 2019.
2. Penentuan titik sampling *macro debris* di Kali Surabaya berdasarkan aksesibilitas sungai.
3. Kegiatan sampling dilakukan di 6 titik sepanjang Kali Surabaya dari hulu di Sungai Brantas hilir (Mlirip, Mojokerto) hingga hilir Kali Surabaya, sedangkan penelitian berbasis laboratorium akan dilaksanakan di Laboratorium Departemen Teknik Lingkungan ITS.
4. Pemilahan komposisi *macro debris* menggunakan parameter jenis sampah kota.
5. Pemilahan komposisi sampah *macro debris* menggunakan parameter jenis (Silva & de Brito, 2018) dan ukuran *macro debris* 2,5-100 cm (Lippiatt *et al.*, 2013) menggunakan *size class box* dan borang (CSIRO, 2018).

6. Alat sampling yang digunakan adalah *manta trawl net* yang dimodifikasi menggunakan pori net 300 μm .
7. Pengambilan sampel dilakukan di 3 perbedaan kedalaman air sungai (permukaan, setengah kedalaman air, dan dasar).

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai data kelimpahan *macro debris* di Kali Surabaya.
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik *macro debris* (jumlah, bentuk, jenis, ukuran, komposisi) di Kali Surabaya.
3. Memberikan informasi sebagai bahan pertimbangan untuk peningkatan pelayanan pengelolaan sampah.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis-Jenis Sampah

Sampah adalah hasil sisa dari produk atau sesuatu yang dihasilkan dari sisa-sisa penggunaan yang manfaatnya lebih kecil dari pada produk yang digunakan oleh penggunanya, sehingga hasil dari sisa ini dibuang atau tidak digunakan kembali (Widawati *et al.*, 2014). Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (UU RI No 18 Tahun 2008). Sedangkan *debris* merupakan bahan padat persisten yang dibuat atau diproses secara langsung atau tidak langsung, sengaja atau tidak sengaja, dibuang ke badan air (NOAA,2018). Komposisi sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah sampah *biodegradable* sebanyak 60-70% dan sisanya adalah sampah *non biodegradable* 30-40%. Sementara dari sampah *non biodegradable* tersebut komposisi terbanyak kedua yaitu sampah plastik sebesar 14% (Purwaningrum, 2016) dimana 10% dari semua plastik yang baru diproduksi akan dibuang melalui sungai dan berakhir di laut. Hal ini sekitar 165 ribu ton plastik/tahun akan bermuara di perairan laut Indonesia (Hastuti, 2014). Sampah di perairan membahayakan ekosistem air dan akumulasi sampah plastik yang mengapung di perairan membahaya lautan dunia, mayoritas *macro debris* berasal dari sampah rumah tangga sebanyak 78,7% (Kataoka *et al.*, 2018).

2.2 Komponen dan Ukuran *Macro Debris*

Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2018), komposisi sampah Kota Surabaya sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Komposisi Sampah Kota Surabaya

No	Komponen Sampah
1	Sisa Makanan Kayu, Ranting, dan
2	Daun
3	Kertas

No	Komponen Sampah
4	Plastik
5	Logam
6	Kain Tekstil
7	Karet Kulit
8	Kaca
9	Residu

Sumber: SIPSN (2018)

Komposisi sampah di kota Surabaya didominasi oleh sampah sisa makanan sebesar 54,31%. Selanjutnya adalah plastik 19,44%; kertas 14,64%; residu 4,61%; karet kulit 2,33%; kayu, ranting, dan daun 1,61%; kain tekstil 1,47; kaca 1,12%; dan logam 0,48%.

Sampah berdasarkan ukurannya dibagi menjadi 5 bagian yaitu dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.1.

Tabel 2. 2 Karakteristik Debris Berdasarkan Ukuran

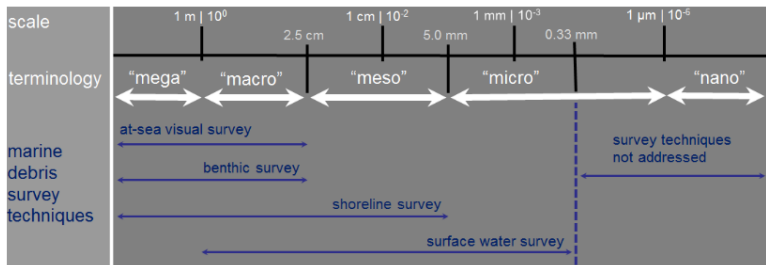
No	Jenis	Skala
1.	Mega (cm)	>100
2.	Makro (cm)	>2,5 – 100
3.	Meso (mm)	>5 – 25
4.	Mikro (μm)	1 – 5000
5.	Nano (μm)	<1

Sumber: Lippiat *et al.* (2013)

Menurut Lippiat *et al.* (2013), ukuran sampah diklasifikasikan menjadi 5 bagian, yaitu:

1. *Mega-debris* merupakan ukuran sampah yang panjangnya lebih dari 1 meter yang pada umumnya didapatkan diperairan lepas.
2. *Macro-debris* merupakan ukuran sampah yang panjangnya berkisar >2,5 cm sampai < 1 m. pada umumnya sampah ini ditemukan di dasar maupun permukaan perairan.
3. *Meso-debris* merupakan sampah laut yang berukuran >5 mm sampai < 2,5 cm. Sampah ini pada umumnya terdapat di permukaan perairan maupun tercampur dengan sedimen.

4. *Micro-debris*, merupakan jenis sampah yang sangat kecil dengan kisaran ukuran 0,33 sampai 5,0 mm. Sampah yang berukuran seperti ini sangat mudah terbawa oleh arus, selain itu sangat berbahaya karena dapat dengan mudah masuk ke organ tubuh organisme laut seperti ikan dan kura-kura.
5. *Nano-debris*, merupakan jenis sampah laut yang ukurannya dibawah $<1 \mu\text{m}$. sama halnya dengan *micro-debris* sampah jenis ini sangat berbahaya karena dapat dengan mudah masuk kedalam organ tubuh organisme.



Gambar 2. 1 Klasifikasi Ukuran Debris Berdasarkan Lokasi Sampling

Sumber: Masura *et al.* (2015)

2.3 Komponen Sampah Plastik

Menurut Mendenhall (2018), fragmen plastik umumnya diidentifikasi oleh ukuran: makro plastik, mikro plastik, dan nano plastik namun terjadi perbedaan pendapat terkait kategori tersebut. Mikroplastik secara alternatif digambarkan $< 5 \text{ mm}$ atau $< 1 \text{ mm}$, dan nano plastik $< 200 \text{ nm}$ atau $< 100 \text{ nm}$. Beberapa peneliti menggunakan karakter tambahan seperti meso plastik dan mega plastik yang menciptakan ketidak konsistensimasuraan dalam penggunaan istilah makro plastik (biasanya $< 5 \text{ mm}$ atau $> 25 \text{ mm}$).

Berdasarkan Gambar 2.1 makro plastik memiliki ukuran 25 – 100 cm. Menurut Silva dan de Brito (2018), plastik dikelompokkan berdasarkan komponen penyusunnya sebagai berikut:

1. Polyethylene Terephthalate (PET)
2. High-density PE (HDPE)
3. Polyvinyl Chloride (PVC)

4. Low-density PE (LDPE)
5. Polypropylene (PP)
6. Polystyrene (PS)/Expanded Polystyrene (EPS)
7. Lainnya (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS), Ethylene-vinyl acetate (EVA), Polycarbonate (PC), dan Polyurethane (PU))

Menurut Breulman *et al.* (2012), plastik memiliki fungsi yang bervariasi sesuai komponen penyusunnya dalam kehidupan sehari-hari. Aplikasi plastik berdasarkan jenisnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Aplikasi Plastik Berdasarkan Jenisnya

Jenis plastik	Aplikasi
PET	Botol minum, bungkus dan wadah makanan
HDPE	Pengemas susu, botol detergen, tas plastik
PVC	Pipa, rangka pintu atau jendela, wadah umum
LDPE	Pengemasan barang, tas plastik
PP	Pengemasan dan wadah secara umum, tutup botol, tali, karpet sintesis, pembungkus makanan, perlengkapan memancing
PS	Pembungkus dan wadah makanan, gelas sekali pakai
Nylon	Tali, jala ikan

Sumber : Breulman *et al.* (2012)

2.4 Karakteristik Sampah

2.4.1 Karakteristik *Macro Debris*

Karakteristik sampah terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Karakteristik fisik sampah adalah berat jenis. Berat jenis merupakan berat material per unit volume (lb/ft^3 , lb/yd^3);
2. Karakteristik kimia sampah meliputi kadar air, *volatile*, *fixed carbon*, abu, dan rasio C/N;
3. Karakteristik biologi sampah meliputi sampah cepat terurai dan lambat terurai.

Berdasarkan sifatnya karakteristik *macro debris* hampir sama dengan karakteristik sampah pada umumnya yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sedangkan berdasarkan jenisnya

terbagi menjadi sampah terurai dan sampah sulit terurai (Tchobanoglous *et al.*, 1993; Karina *et al.*, 2013; Raharjo dan Rima, 2015). Untuk karakteristik berdasarkan komposisi terdapat pada Tabel 2.1. Berikut kemampuan biodegradabilitas sampah berdasarkan komponennya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Karakteristik Biologi Macro Debris

No	Komponen Sampah	Biodegradabilitas	
		<i>Biodegradable</i>	<i>Non Biodegradable</i>
1	Sisa Makanan	√	-
2	Kayu, Ranting, dan Daun	√	-
3	Kertas	√	-
4	Plastik	-	√
5	Logam	-	√
6	Kain Tekstil	-	√
7	Karet Kulit	-	√
8	Kaca	-	√
9	Residu	-	√

Sumber: Tchobanoglous *et al.* (1993)

Komponen sampah yang mudah terurai terdiri dari sisa makanan, kayu, ranting, daun, dan kertas. Sedangkan sampah yang sulit terurai adalah plastik, logam, kain, karet kulit, kaca, dan residu.

2.4.2 Karakteristik Makro Plastik

Berdasarkan fungsi asalnya, makro plastik dapat dikategorikan menjadi 9 kategori yaitu, tas plastik, pembungkus makanan, wadah makanan, wadah makanan dari *foam*, botol minuman, produk perawatan, wadah produk pembersih, jaring ikan, dan lainnya (Bletter *et al.*, 2017; Lahens *et al.*, 2017). Karakteristik makro plastik yang dapat langsung diketahui adalah bentuk. Makro plastik berdasarkan bentuknya yaitu plastik keras, plastik lunak, tali plastik pengikat, *foam*, fiber, dan film (Bletter *et al.*, 2017).

Dapat diketahui bahwa densitas air adalah 1 g/cm³. Sehingga ketika dikaitkan, polimer dengan densitas kurang dari 1 g/cm³ akan cenderung mengapung dan banyak ditemukan di permukaan air. Sedangkan polimer dengan densitas lebih dari 1 g/cm³ akan cenderung banyak di temukan di bawah atau bahkan di sedimen. Nilai densitas tiap jenis plastik dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Jenis Plastik dan Densitasnya

Kode	Jenis Plastik	Singkatan	Densitas (g/cm ³)
1	Polyethylene Terephthalate	PET	1,35 – 1,38
2	High Density Polyethylene	HDPE	0,94-0,96
3	Polyvinyl Chloride	PVC	1,32 – 1,42
4	Low Density Polyethylene	LDPE	0,91 – 0,93
5	Polypropylene	PP	0,90 – 0,92
6	Polystyrene	PS	1,03 1,06
7	Polycarbonate	PC	1,3
	Acrylonitrile butadiene styrene	ABS	1,06

Sumber: Vitz *et al.* (2016)

2.5 Laju Timbulan *Macro Debris*

Sumber sampah dibagi menjadi 2 kelompok besar yaitu: (1) sampah dari pemukiman atau sampah rumah tangga, (2) sampah dari non-pemukiman yang sejenis sampah rumah tangga, seperti dari pasar, daerah komersial (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Sampah yang dihasilkan dari masing-masing sumber tersebut bervariasi satu dengan yang lain. Menurut SNI 3242:2008, Laju timbulan sampah setiap orang/hari berdasarkan sumber sampah dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Laju Timbulan Sampah Berdasarkan Sumbernya

Sumber Sampah	Timbulan Sampah (L/orang.hari)
Rumah Permanen	2,5
Rumah Semi Permanen	2,25
Rumah Non Permanen	2
Kantor	0,5-0,75
Toko	2,5-3,0
Sekolah	0,15

Sumber: SNI 3242:2008

Jambeck (2015) mengatakan bahwa Indonesia masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Hal itu berkaitan dengan data dari kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun saja, telah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik. Jumlah itu ternyata setara dengan luasan 65,7 hektar kantong plastik.

2.6 Distribusi *Macro Debris*

Jumlah sampah di badan air dipengaruhi musim sebelum dan sesudah hujan. Distribusi dan jenis sampah di badan air dapat dipengaruhi oleh arus dan kedalaman (Lee *et al.*, 2013). Aktivitas manusia di sekitar badan air dapat juga mempengaruhi distribusi dan kelimpahan sampah (Assuyuti *et al.*, 2018). Sedangkan untuk jumlah dan distribusi plastik dipengaruhi oleh kedalaman dan pencampuran vertikal, dimana jumlah plastik lebih banyak ditemukan di permukaan. Jarak dengan daratan, musim, angin, lokasi ekosistem dan kegunaan ekosistem perairan mempengaruhi jumlah dan distribusi makro plastik (Uneputy dan Evans, 1997; Abu-Hilal dan Al-Najja, 2004; Reisser *et al.*, 2015). Lippiatt *et al.* (2013) juga mengatakan keberadaan sampah di badan air berasal dari kegiatan di darat dan di badan air yang dapat terdistribusi jauh dari sumbernya oleh adanya angin dan arus. Kelimpahan *macro debris* lebih tinggi saat musim hujan dibandingkan musim kemarau (Costa *et al.*, 2011; Ivar do Sul dan Costa, 2013; Vieira *et al.*, 2013).

2.7 Degradasi *Macro Debris*

Degradasi adalah pemecahan sebagian atau seluruhnya dari polimer di bawah pengaruh satu atau lebih faktor lingkungan seperti air, panas, cahaya, mikroba, dan mekanis. Terdapat lima jenis degradasi dimana plastik dapat terdegradasi di lingkungan laut atau perairan yaitu degradasi hidrolis, oksidasi, degradasi termal, biodegradasi, fotodegradasi, dan degradasi mekanis. (Niaounakis, 2017).

Tabel 2.7 Estimasi Waktu Macro Debris Terdegradasi

Jenis Macro Debris	Waktu Degradasi
Kertas	2-4 Minggu
Koran	6 Minggu
Kardus	2 Bulan
Isi apel	2 Bulan
Karton susu (Tetrapack)	3 Bulan
Sarung tangan Katun	1-5 Bulan
<i>Photodegradable six-pack ring</i>	6 Bulan
Sarung tangan	1 Tahun
Kayu	1-3 Tahun
Kantong plastik	10-20 Tahun
Kaleng timah	50 Tahun
Popok sekai pakai	50-100 Tahun
Botol plastik	100 Tahun
Tempat minuman dari plastik	400 Tahun
Benang pancing monofilament	600 Tahun
Botol dan toples kaca	Tidak dapat ditentukan

Sumber: Mote Marine Laboratory (1993)

Pada penelitian terkait degradasi PET yang dikumpulkan dari laut yaitu botol PET masih tetap kuat selama sekitar 15 tahun. Ada kemungkinan bahwa tahap awal degradasi adalah penyerapan radiasi UV (fotolisis). Kemudian PETs dengan sifat permukaan yang berubah menjadi tenggelam ke dasar laut dan degradasi hidrolitik dimulai dari interaksi ester dengan air. Dalam botol PET yang sudah tua, kemampuan degradasi menjadi lebih lambat karena gugus fungsi ester menghilang (Ioakeimidis *et al.*, 2016).

2.8 Bahaya *Macro Debris* dan Sampah Plastik di Badan Air

Sampah dan limbah cair yang dibuang ke sistem drainase, dan atau tempat pembuangan terbuka dapat menimbulkan berbagai masalah yaitu sampah yang tidak terkumpul dapat menghalangi badai limpasan air yang mengakibatkan banjir, plastik

di lautan dimakan burung, menghasilkan populasi alga yang tinggi di sungai dan laut, dan menurunkan kualitas air (Alam *et al.*, 2013). Potensi efek sampah laut secara kimia cenderung meningkat seiring menurunnya ukuran partikel plastik (mikro plastik), sedangkan efek secara fisik meningkat seiring meningkatnya ukuran makro plastik (UNEP, 2011). Makro plastik memberikan dampak secara fisika seperti menutup permukaan sedimen dan mencegah pertumbuhan benih mangrove (Smith, 2012).

Menurut Stevenson (2011), sampah laut memberikan dampak terhadap kehidupan melalui lima mekanisme yaitu:

1. Melalui sistem pencernaan dan terperangkapnya biota;
2. Terakumulasi dan menyebar ke wilayah lain, bersifat toksik, bioavailability, dan memberikan dampak melalui rantai makanan;
3. Sebagai vektor spesies invasif;
4. Berdampak terhadap habitat dan kehidupan dasar laut;
5. Berdampak secara ekonomi

Oleh karena itu perlu adanya analisa terkait komposisi *macro debris* dan distribusinya di sungai karena air sungai dan beban pencemar sungai akan bermuara ke laut yang dapat merusak ekosistem perairan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

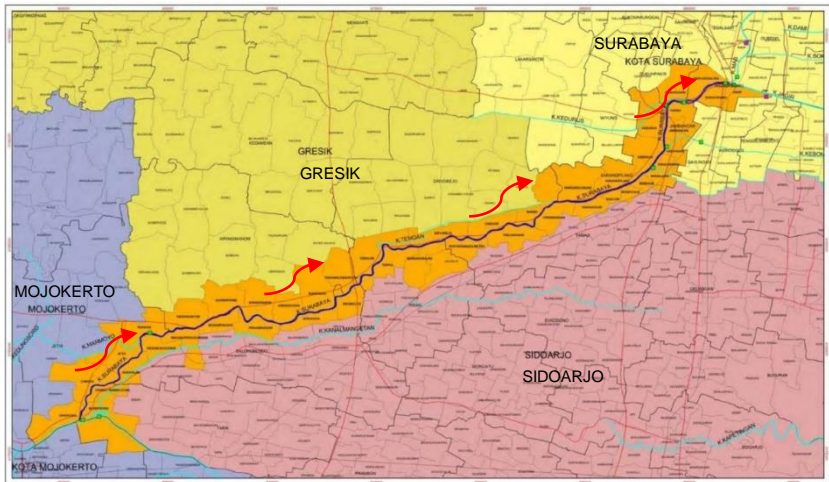
BAB 3

GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

3.1 Batas Wilayah Studi

Wilayah studi dalam penelitian ini adalah segmen hulu hingga hilir Kali Surabaya, Kali Surabaya mengalir sepanjang 41 km dan melewati 4 kabupaten dan atau kota yaitu:

- a. Mojokerto;
- b. Sidoarjo;
- c. Gresik;
- d. Surabaya.



Gambar 3. 1 Aliran Kali Surabaya (tanpa skala)

Batas DAS Kali Surabaya yaitu hulu berada di DAM Mlirip, Mojokerto dan hilirnya di Jembatan Petekan, Surabaya. Dalam penelitian ini batasan wilayah studi Kali Surabaya meliputi 2 kabupaten atau kota yaitu Gresik, dan Surabaya. Luas wilayah kabupaten atau kota studi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Luas Kabupaten atau Kota yang Dilewati Kali Surabaya

No	Kota atau Kabupaten	Luas Wilayah (km ²)
1	Kabupaten Gresik	1.191,25
2	Kota Surabaya	326,81
Total		1.518,06

Sumber: BPS (2018)

3.2 Kondisi Hidrolis dan Debit Air Kali Surabaya

Pada setiap segmen penampang Kali Surabaya tidak seragam. Terdapat dua faktor penting yang merupakan bagian dari sifat hidrolika Kali Surabaya, yaitu kedalaman dan kecepatan air (Suwari, 2010). Menurut Dinas PU Pengairan Jawa Timur dalam Suwari (2010) profil memanjang dan profil melintang Kali Surabaya bervariasi. Bagian hulu mulai dari Mlirip sampai Driyorejo, lebar Kali Surabaya berkisar 30–35 m, kedalaman di tengah 2-3 m, dan kedalaman di tepi 0,5–1,0 m. Bagian hilir mulai Driyorejo sampai Jagir, lebar Kali Surabaya berkisar 50–60 m, kedalaman di tengah 3, –7.0 m, dan kedalaman di tepi 1.0–1,5 m. Kondisi hidrolis Kali Surabaya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kondisi Hidrolis Kali Surabaya

Segmen	Kilometer	Kedalaman Rata-rata (m)	Lebar Rata-rata (m)	Kecepatan Aliran Rata-rata (m/s)	Debit Rata-rata (m ³ /s)
Mlirip - Perning	42,3 – 35,3	3,54	34,4	0,35	41,06
Perning - Legundi	35,3 – 24,0	3,09	41,3	0,40	48,37
Legundi - Cangkir	24,0 – 15,9	3,00	40,1	0,41	47,79
Cangkir - Bambe	15,9 – 11,7	2,92	43,9	0,39	47,58
Bambe - Sepanjang	11,7 – 7,9	4,42	47,2	0,22	45,36
Sepanjang – Gunungsari	7,9 – 2,4	4,06	49,7	0,19	37,19
Gunungsari - Jagir	2,4 – 0,0	3,76	52,5	0,20	34,39

Sumber: Dinas PU Pengairan Prov. Jawa Timur
(dalam Sumiyarsono, 2018)

Menurut Sumiyarsono (2018), debit air Kali Surabaya dipengaruhi oleh curah hujan. Secara kuantitas, Kali Surabaya menunjukkan pola perubahan debit yang seragam sepanjang tahun. Pada bulan Desember sampai Mei, debit air Kali Surabaya di beberapa titik pantau menunjukkan nilai yang besar, antara 50–100 m³/s, sedangkan pada bulan Juni sampai November angka

debit berkisar 20–40 m³/s. Pola perubahan debit dapat dibedakan debit Kali Surabaya karena pengaruh musim hujan dan musim kemarau. Debit Kali Surabaya menjadi besar karena pengaruh jumlah hujan di daerah tangkapan hujan. Rata-rata debit aliran Kali Surabaya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Debit Aliran Kali Surabaya

Lokasi	Debit Air (m ³ /s)		Rata-rata (m ³ /s)
	Musim Hujan	Musim Kemarau	
Dam Mlirip	29,2	21,2	24,18
Jembatan Pening	63,2	33,5	48,34
Dam Gunungsari	50,2	16,2	31,69

Sumber: Pemantauan PJT I 2003-2007 (dalam Suwari, 2010)

3.3 Fungsi Kali Surabaya

Kali Surabaya mengalir sepanjang 41 km dan melewati 4 kabupaten dan atau kota yaitu Mojokerto, Sidoarjo, Gresik, dan Surabaya. Hulu Kali Surabaya berada di DAM Mlirip, Mojokerto dan hilirnya di Jembatan Petekan, Surabaya. Kali Surabaya menjadi sumber bahan baku air bersih PDAM Surabaya dan digunakan untuk irigasi, bahan baku industri, habitat bagi berbagai macam biota sungai. Menurut BLH Kota Surabaya (2009), Kali Surabaya memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Sebagai sumber air baku bagi PDAM Surabaya, kegiatan industri, kawasan perumahan, dan pertanian;
- b. Pengendali banjir Kota Surabaya dan sekitarnya, dengan pengaturan debit di pintu air Mlirip dan Gunungsari;
- c. Pemasok air sebagai aliran dasar (*base flow*) sebesar $\pm 7,5$ m³/s yang berfungsi untuk pengenceran limbah industri, limbah domestik, dan mempertahankan ekosistem sungai, baik di Kali Surabaya sendiri maupun saluran drainase kota;
- d. Sebagai sarana wisata dan olahraga air;
- e. Sebagai sarana transportasi air.

3.4 Kependudukan

Jumlah penduduk di kabupaten atau kota DPS Kali Surabaya dapat mempengaruhi kualitas air sungai karena adanya *macro debris* di sungai disebabkan karena aktivitas masyarakat sekitar membuang sampah ke sungai. Jumlah penduduk di DPS Kali Surabaya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Jumlah Penduduk Wilayah Studi

No	Kota atau Kabupaten	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)
1	Kabupaten Gresik	1.285.018	1.103
2	Kota Surabaya	2.765.487	8.462
Total		4.050.505	9.565

Sumber: BPS (2018)

3.5 Komposisi Sampah

Batas DPS Kali Surabaya berasal dari berbagai kabupaten atau kota yang memiliki kondisi sosial masyarakat yang berbeda dan memiliki aktivitas yang beragam. Aktivitas tersebut menghasilkan sampah atau limbah padat dengan jumlah yang bervariasi. Hal tersebut dapat berpengaruh pada komposisi sampah yang berbeda pula dari kota atau kabupaten tersebut. Komposisi sampah pada kota atau kabupaten DAS Kali Surabaya dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Komposisi Sampah

No	Komponen	Komposisi Jenis Sampah Berdasarkan Kota/Kabupaten (%)			
		Kota Surabaya	Kabupaten Mojokerto	Kota Mojokerto	Kabupaten Gresik
1	Sisa Makanan	54,31	42,00	75,00	40,00
2	Kayu, Ranting, dan Daun	1,61	48,00	5,50	1,00
3	Kertas	14,63	2,00	7,50	11,00
4	Plastik	19,44	3,00	3,00	28,00
5	Logam	0,48	1,00	1,80	1,00
6	Kain Tekstil	1,47	1,00	4,00	3,00
7	Karet Kulit	2,33	1,00	1,20	13,00
8	Kaca	1,12	1,00	0,50	1,00
9	Residu	4,61	1,00	1,50	2,00

No	Komponen	Komposisi Jenis Sampah Berdasarkan Kota/Kabupaten (%)			
		Kota Surabaya	Kabupaten Mojokerto	Kota Mojokerto	Kabupaten Gresik
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Sumber: SIPSN (2018)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Deskripsi Umum

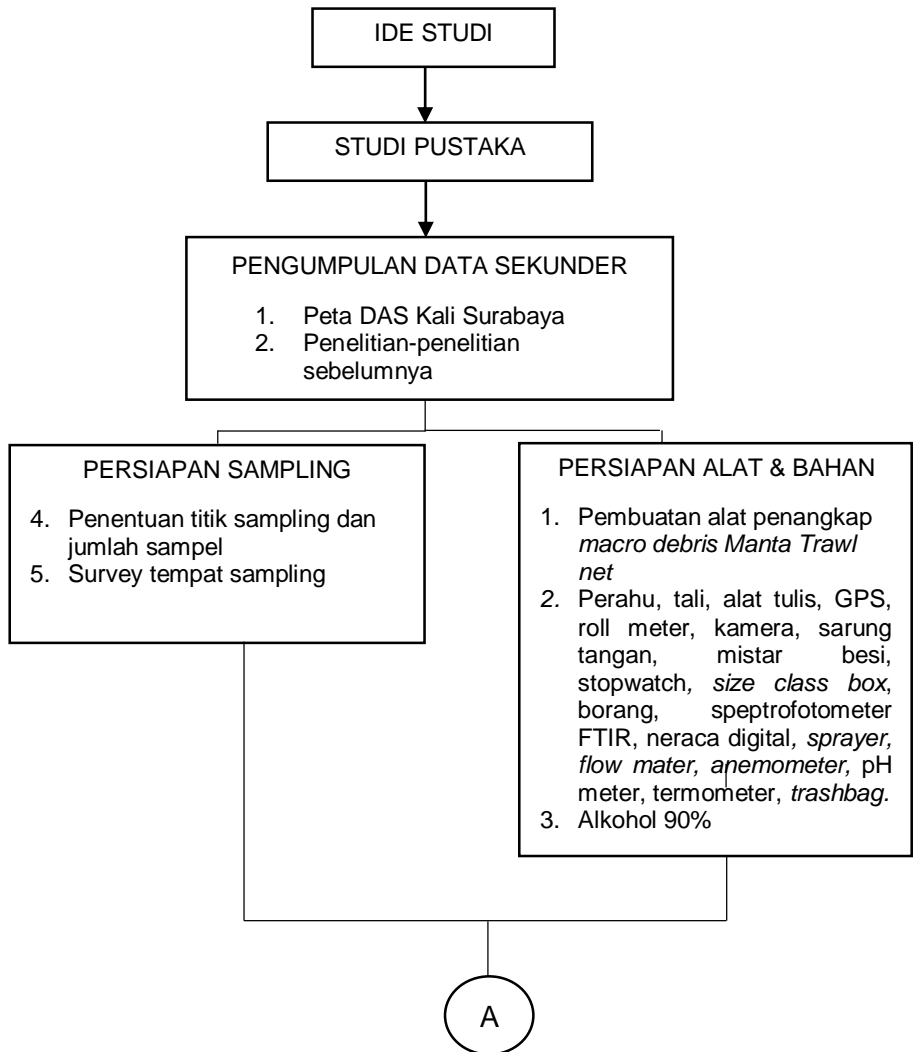
Metode penelitian merupakan bagian yang menjelaskan tahapan dan metode penelitian secara terperinci. Metode tersebut dapat digunakan oleh peneliti untuk mendeskripsikan langkah-langkah penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Secara umum, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi vertikal (kedalaman di kolom air tertentu meliputi permukaan, tengah, dan sedimen badan air), dan distribusi horizontal (Sepanjang longitudinal sungai), komposisi, dan karakteristik (jumlah, jenis, ukuran) *macro debris* di Kali Surabaya.

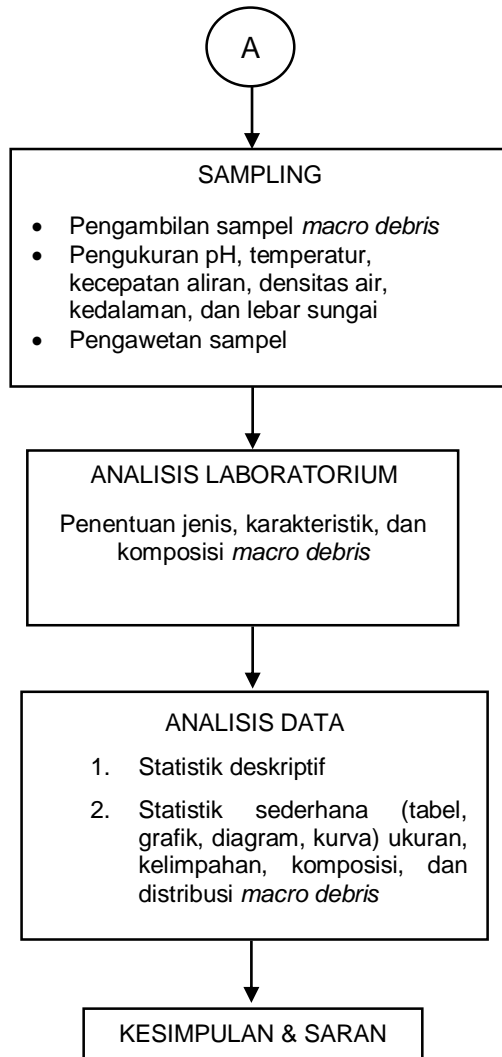
4.2 Kerangka Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini akan menggunakan metode penelitian yang dirancang berdasarkan permasalahan terhadap ide penelitian. Metode penelitian disusun dengan sistematis dan rinci untuk mencapai tujuan dari penelitian yang dilaksanakan. Adapun tujuan dari kerangka penelitian adalah

1. Sebagai gambaran awal mengenai penelitian yang akan dilaksanakan agar praktisian penelitian dapat berjalan dengan lancar
2. Mengetahui tahapan yang harus dilakukan dalam praktisian penelitian dari awal sampai akhir penelitian
3. Mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan praktisian penelitian untuk mencapai tujuan penelitian.
4. Menghindari dan memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan yang terjadi selama penelitian berlangsung .

Kerangka penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.1.





Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian

4.3 Ide Penelitian

Ide studi pada penelitian ini adalah identifikasi distribusi dan karakteristik *macro debris* di Kali Surabaya.

4.4 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan penelitian sehingga dapat memperkuat dasar teori. Studi literatur bisa digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan kegiatan penelitian. Sumber literatur meliputi *text book*, jurnal/artikel ilmiah, laporan penelitian, dan tugas akhir terdahulu yang berhubungan dengan penelitian. Penelitian ini menggunakan studi literatur mengenai jenis-jenis sampah, komposisi dan ukuran *macro debris*, komponen sampah plastik, karakteristik sampah, laju timbunan *macro debris*, distribusi *macro debris*, dan bahaya *macro debris* dan sampah plastik di badan air.

4.5 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah peta sungai yang mengalir dari hulu hingga hilir Kali Surabaya yang diperoleh dari Jasa Tirta Surabaya untuk menentukan titik sampling penelitian.

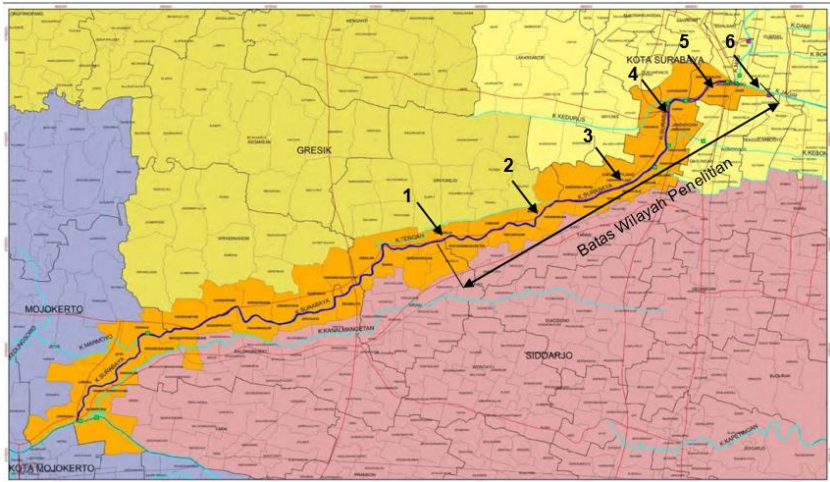
4.6 Persiapan Awal

4.6.1 Persiapan Sampling

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap karakteristik *macro debris* (jumlah, bentuk, jenis, ukuran, komposisi) dan distribusi *macro debris* yang berada di Kali Surabaya. Lokasi sampling direncanakan meliputi hulu hingga hilir Kali Surabaya, dalam penentuan titik sampling dilakukan secara *purposive sampling* berdasarkan jarak dan pembagian segmen Kali Surabaya (Sumiyarsono, 2018). Titik lokasi sampling dalam penelitian ini pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.2.

Tabel 4. 1 Lokasi Titik Sampling

Titik Sampling	Keterangan
1	Kecamatan Driyorejo
2	Jembatan Bambe
3	Sebelum intake PDAM Karang Pilang
4	Bendungan Gunungsari
5	Jembatan Joyoboyo
6	Setelah DAM Jagir



Gambar 4. 2 Peta Lokasi Titik Sampling

Berdasarkan hasil survey titik sampling didapatkan data koordinat menggunakan GPS pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Koordinat Titik Sampling

No	Titik Sampling	Koordinat	
		Lintang Selatan	Bujur Timur
1	Driyorejo	7°21'59.25"	112°37'1.25"
2	Jembatan Bambe	7°21'15.65"	112°39'29.22"
3	Sebelum intake PDAM Karang Pilang	7°21'4.54"	112°40'24.15"
4	Bendungan Gunungsari	7°18'36.76"	112°42'40.79"
5	Jembatan Joyoboyo	7°18'0.39"	112°43'53.16"
6	Setelah DAM Jagir	7°18'38.80"	112°46'49.09"

4.6.2 Persiapan Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- *Manta Trawl net*;
- *Modified Trawl net*
- Perahu;
- Tambangan;
- Tali;
- Alat tulis;
- Global Positioning System (GPS);
- Roll meter;
- Jaring;
- Kamera;
- Sarung tangan;
- Masker;
- Mistar besi;
- Stopwatch;
- Borang;
- Oven;
- Neraca digital;
- Botol penyemprot;

- *Current meter*;
- *Anemometer*;
- pH meter;
- Termometer;
- *Desity meter*;
- *Trashbag* (60 x 100 cm).

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah alkohol 90%.

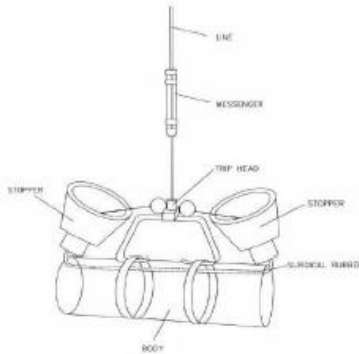
4.7 Pengambilan Sampel

1. Pengukuran kondisi fisik sungai. Kondisi fisik sungai yang diukur meliputi:
 - Lebar dan kedalaman sungai menggunakan roll meter dan kayu untuk mengukur kedalaman;
 - pH air sungai dengan menggunakan pH meter;
 - Suhu dengan menggunakan termometer;
 - Densitas air dengan menggunakan *density meter*
 - Kecepatan arus dengan menggunakan *current mater*;
 - Kecepatan angin dengan menggunakan *anemometer*.

Pengambilan sampel air untuk pengukuran parameter pH, suhu, dan densitas air sungai pada setiap titik sampling menggunakan alat *Van Dorn water sampler* (Gambar 4.3), yang digunakan untuk pengambilan sampel air pada

kedalaman yang diinginkan (permukaan, setengah kedalaman, dan dasar air) (SERAS, 2013).

Gambar 4. 3 Van Dorn Water Sampler



Sumber: SERAS (2013)

Pengambilan sampel air untuk pengukuran parameter suhu, pH, dan densitas air menggunakan Van Dorn Sampler pada berbagai kedalaman (permukaan, setengah kedalaman, dan dasar) dilakukan dengan cara (SERAS, 2013):

1. *Van Dorn water sampler* yang tidak terkontaminasi ditempatkan pada posisi menjauh dari tubuh yang memungkinkan masuknya air ke tabung alat.
2. Perangkat *Van Dorn water sampler* diturunkan ke kedalaman yang telah ditentukan dengan menghindari pengaruh sedimen.
3. Ketika *Van Dorn water sampler* berada di kedalaman yang ditentukan, pemantik dijatuhkan melalui benang untuk menutup *stopper* perangkat sampling.
4. *Van Dorn water sampler* diangkat dan 10-20 mL pertama dibuang dari saluran untuk membersihkan potensi kontaminasi dari katup. Air diambil 100 mL untuk pengukuran parameter suhu, pH, densitas air.

5. Pengukuran parameter dilakukan 2 kali pengulangan.

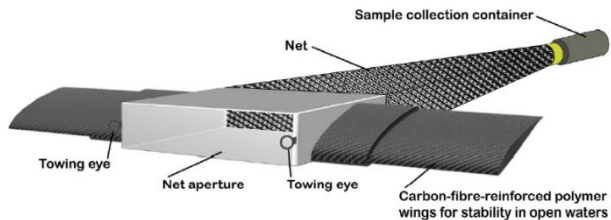
2. Pengambilan sampel *macro debris*.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat *manta trawl net* dengan ukuran pori net 300 μm dan ketinggian alat dapat di atur sesuai kebutuhan kedalaman titik sampling. Pengambilan sampel dilakukan di bagian tepi kanan, kiri dan tengah sungai dengan 3 perbedaan kedalaman;

- a. Permukaan;
- b. Tengah;
- c. Dasar;

Pengambilan sampel pada ke-3 kedalaman dengan 2 kali pengulangan. Pengambilan *macro debris* dilakukan dengan kombinasi pemasangan alat *manta trawl net* selama 20 menit menggunakan perahu atau tambangan dan dengan jaring secara manual. Apabila saat sampling didapatkan *macro debris* yang terlihat akan memasuki alat sampling namun tidak dapat tersaring dikarenakan ukurannya lebih besar dari *Manta trawl* dan *modified trawl* maka sampah diambil dengan jaring untuk mencegah *clogging*.

Sampling *macro debris* pada permukaan air dilakukan dengan menggunakan *Manta Trawl net* dengan ukuran bukaan 0,61 m lebar x 0,16 tinggi, ukuran pori net 300 μm , panjang 3 m dan ukuran *cod-end* 30 x 10 cm^2 (Gambar 4.4). Alat sampling *macro debris* pada permukaan air dapat dilihat pada Gambar 4.4.



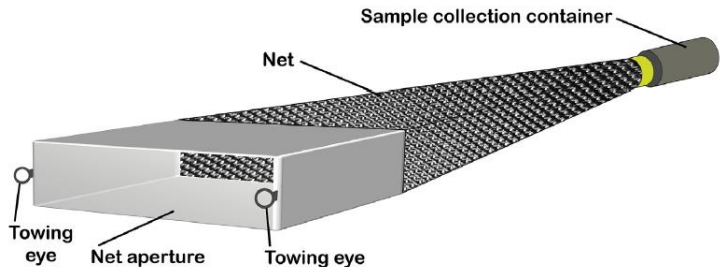
Gambar 4. 4 Manta trawl untuk Sampling Macro Debris pada Permukaan Air

Sumber: Silva *et al.* (2018)

Pengambilan sampel *macro debris* pada permukaan air dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. *Manta trawl* dilemparkan ke sisi kapal sebelah kanan dan tali *manta trawl* dikaitkan pada batang logam yang diposisikan horizontal melakat pada badan perahu agar letak alat berada di luar “*bow wake*” yang ditimbulkan oleh pergerakan perahu.
2. *Manta trawl* dipasang berlawanan arus sungai selama 20 menit dalam keadaan diam.
3. Pada durasi 20 menit, dilakukan pengukuran kecepatan arus sungai untuk mengetahui jumlah air tersaring pada *Manta trawl*.
4. *Manta trawl* diangkat ke perahu, dibilas dari luar mesh dengan *aquades* menggunakan semprotan.
5. Sampel yang tertangkap oleh alat di bagian *net* diambil dan dipindahkan ke trashbag yang diberi label sesuai titik sampling.
6. Sampel diawetkan dengan alkohol 90% untuk kemudian dianalisis di laboratorium.
7. Pengambilan sampel dilakukan 2 kali pengulangan.

Pengambilan sampel *macro debris* pada air setengah kedalaman dan dasar dilakukan dengan mengadopsi spesifikasi alat dan cara yang dilakukan untuk sampling *macro debris* pada permukaan air. Namun dengan beberapa penyesuaian seperti penghilangan sayap apung *manta trawl* dan penambahan struktur logam agar *trawl* dapat bertahan pada posisi kedalaman yang diinginkan. Gambar alat sampling *macro debris* pada air setengah dan dasar kedalaman dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Modified Trawl untuk Sampling Macro Debris pada Setengah dan Dasar Kedalaman

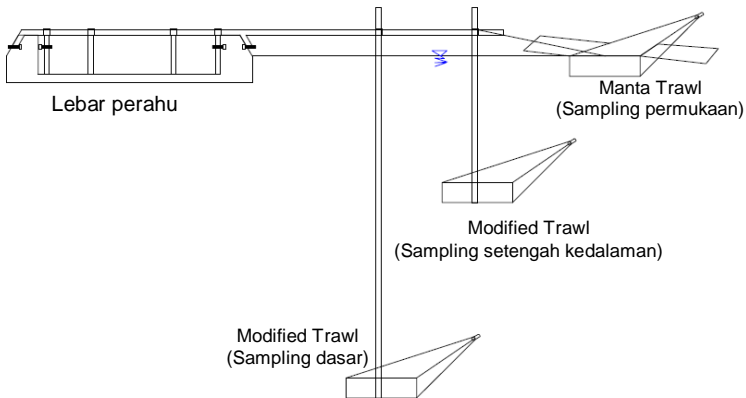
Sumber: Silva *et al.* (2018)

Pengambilan sampel *macro debris* pada setengah kedalaman dan dasar dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Dilakukan pengukuran kedalaman titik sampling menggunakan meteran yang dilengkapi pemberat/tongkat untuk menentukan peletakan posisi *Modified trawl* pada setengah kedalaman dan dasar.
2. *Modified trawl* ditenggelamkan di sisi kapal sebelah kanan dengan struktur logam *Modified trawl* tambahan yang disambungkan pada batang logam yang diposisikan horizontal melakat pada badan perahu agar letak alat berada di luar “*bow wake*” yang ditimbulkan oleh pergerakan perahu.
3. *Modified trawl* dipasang berlawanan arus sungai selama 20 menit dalam keadaan diam.
4. Pada durasi 20 menit, dilakukan pengukuran kecepatan arus sungai untuk mengetahui jumlah air tersaring pada *Modified trawl*.
5. *Modified trawl* diangkat ke perahu, dibilas dari luar mesh dengan *aquades* menggunakan semprotan.
6. Sampel yang tertangkap oleh alat di bagian *net* diambil dan dipindahkan ke trashbag yang diberi label sesuai titik sampling.

7. Sampel diawetkan dengan alkohol 90% untuk kemudian dianalisis di laboratorium.
8. Pengambilan sampel dilakukan 2 kali pengulangan.

Pengambilan sampel *macro debris* dilakukan dalam waktu yang bersamaan dengan alat yang dipasang pada frame besi untuk membantu pemasangan dan pengaturan saat terjadi perbedaan kedalaman antar titik sampling. Alat dapat diatur peletakannya sesuai kedalaman yang diinginkan seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Pemasangan Manta Trawl dan Modified Trawl pada Perahu

4.8 Analisis Laboratorium

Setelah dilakukan pengambilan sampel di setiap titik sampling kemudian dilakukan analisis laboratorium yang meliputi:

1. Sampel yang diperoleh dibilas dengan air bersih kemudian di letakkan di loyang aluminium dan dimasukkan ke dalam oven 60-90°C selama 24 jam.
2. Dilakukan pengambilan sampel untuk dilakukan identifikasi, karakteristik (jenis, ukuran, jumlah), dan komposisi *macro debris*.
3. Identifikasi *macro debris* pada setiap sampel menggunakan borang yang terlampir pada Lampiran A.

4. Penentuan jenis dan ukuran sampah menggunakan *size class box* (Lampiran A) pada sampel menggunakan klasifikasi menurut CSIRO (2018) sebagai berikut;
 - a. Kelas 1 = 2 - 4 cm²;
 - b. Kelas 2 = 4 - 8 cm²;
 - c. Kelas 3 = 8 -16 cm²;
 - d. Kelas 4 = 16-21 cm²;
 - e. Kelas 5 = >22 cm².
5. Setelah data jenis dan ukuran *macro debris* diperoleh, dilakukan klasifikasi ukuran dengan menggunakan tabel pada Lampiran A.
6. Komposisi sampah diukur berdasarkan berat menggunakan neraca analitik dan dilakukan dengan 2 jenis komposisi yaitu:
 - a. Komposisi sampah non plastik didapatkan dengan pemilahan manual sesuai komponen sampah seperti pada Tabel 2.1 yaitu (1) sisa makanan, (2) kayu, ranting, dan daun, (3) kertas, (4) logam, (5) kain tekstil, (6) karet kulit, (7) kaca, (8) residu.
 - b. Komposisi makro plastik didapatkan dengan pemilahan manual sesuai jenis sampah plastik yang di dapatkan seperti pada Tabel 2.3 yaitu (1) PET, (2) HDPE, (3) PVC, (4) LDPE, (5) PP, (6) PS, dan (7) Lainnya (SAN, ABS, PC, Nylon). Identifikasi sampel berdasarkan literatur.

Komposisi setiap jenis sampah dihitung berdasarakan persamaan dihitung berdasarakan persamaan berikut:

$$komposisi\ sampah = \frac{berat\ setiap\ jenis\ sampah}{berat\ sampah\ total} \times 100\%$$

.....(1)

4.9 Analisis Data dan Pembahasan

Data yang akan didapat dari hasil analisis lapangan dan laboratorium, kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif

dan statistik sederhana (tabel, grafik, diagram, dan kurva) terkait kelimpahan, karakteristik, komposisi macro debris pada masing-masing kedalaman titik sampling.

1. Data kelimpahan *macro debris* di Kali Surabaya

Data kelimpahan didapatkan dari rumus:

$$\frac{\text{Jumlah item macro debris}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Volume} = v.A.t$$

Keterangan:

v = kecepatan arus

A = Luas bukaan mulut *manta trawl* atau *modified trawl* (0,61 m x 0,16 m)

t = waktu sampling (20 menit)

Data kelimpahan didapatkan dari setiap titik sampling dan kedalaman sampling (permukaan, setengah kedalaman, dan dasar)

2. Data karakteristik (jenis, ukuran, komposisi) *macro debris* di Kali Surabaya
3. Data komposisi, jenis, ukuran sampah non plastic dan sampah plastik pada setiap titik sampling dan masing-masing kedalaman sampling.
4. Data distribusi vertikal dan horizontal *macro debris* di Kali Surabaya

Data distribusi vertikal didapatkan dari kelimpahan setiap titik sampling pada kedalaman sampling (permukaan, tengah, dan dasar). Untuk distribusi horizontal didapatkan dari setiap titik sampling dari titik 1-9 pada setiap lapisan kedalaman.

4.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berisi tentang jawaban dari rumusan masalah yang telah ditentukan pada penelitian ini. Saran diberikan untuk memberikan perbaikan terhadap penelitian yang telah dilakukan sehingga penelitian yang serupa selanjutnya dapat dilakukan lebih baik lagi.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Reference Sites

Reference sites merupakan kondisi lingkungan asli yang paling sedikit terganggu atau tercemar oleh aktivitas manusia. *Reference sites* dijadikan standar untuk mengukur keberhasilan restorasi ekosistem yang dapat membantu mengidentifikasi kendala atau permasalahan dalam kegiatan restorasi. Hal ini digunakan untuk membandingkan kondisi *reference sites* dengan kondisi di titik yang lainnya (*non-reference sites*).

Dalam penelitian ini dilakukan sampling di daerah *reference sites* sumber Brantas yang berada di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan kepadatan penduduk 454 orang/km², terdapat 3 titik sampling yaitu titik 0 Km Sumber Brantas (Arboretum), titik antara Arboretum dengan Air Terjun Coban Talun, dan setelah Air Terjun Coban Talun pada satu kedalaman dengan 2 kali pengulangan. Untuk koordinat, waktu, dan kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.1 sampai 5.2.

Tabel 5. 1 Koordinat Reference Site

No	Titik Sampling	Koordinat	
		Lintang Selatan	Bujur Timur
1	Arboretum	7°45'32,0"	112°31'39"
2	Sebelum Coban Talun	7°47'60,0"	112°30'55,9"
3	Coban Talun	7°48'17,5"	112°31'01,2"

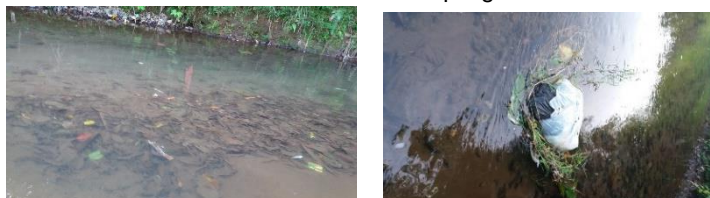
Tabel 5. 2 Kondisi Rona Lingkungan Reference Site

Titik	Waktu (WIB)		Suhu air (°C)	pH	Salinitas (%)	Densitas (g/cm ³)	Suhu Udara (°C)	V udara (m/s)	V air (m/s)
	Ulangan 1	Ulangan 2							
Arboretum	10.15	10.35	11	7	0	0,998	25	0	0,1
Sebelum Coban Talun	16.20	16.40	19,1	7,7	1,5	0,995	19,1	0	0,2
Coban Talun	15.05	15.25	16,7	8	0	0,995	20,2	1,4	0,3

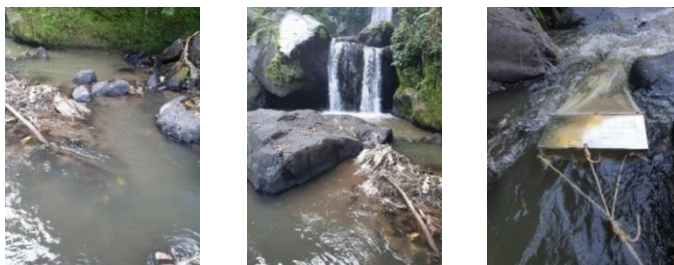
Pada 3 titik sampling ini di dapatkan kualitas air dengan suhu berkisar 11-19,1°C, pH netral pada 7-8 , Salinitas 0-1,5 %, Densitas air 0,995-0,998 g/cm³ , sedangkan untuk kualitas udara dengan suhu 19,1-25 °C semakin turun suhu udara dikarenakan semakin sore pengambilan sampel yang dilakukan sehingga suhu udara semakin turun dan kecepatan angin 0-1,4 m/s pada kondisi kecepatan angin 0 m/s hal ini dikarenakan titik sampling berada diantara bukit-bukit. Untuk kondisi titik sampling *reference sites* dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai 5.3.



Gambar 5. 1 Kondisi Titik Sampling di Arboretum



Gambar 5. 2 Kondisi Titik Sampling Sebelum Coban Talun

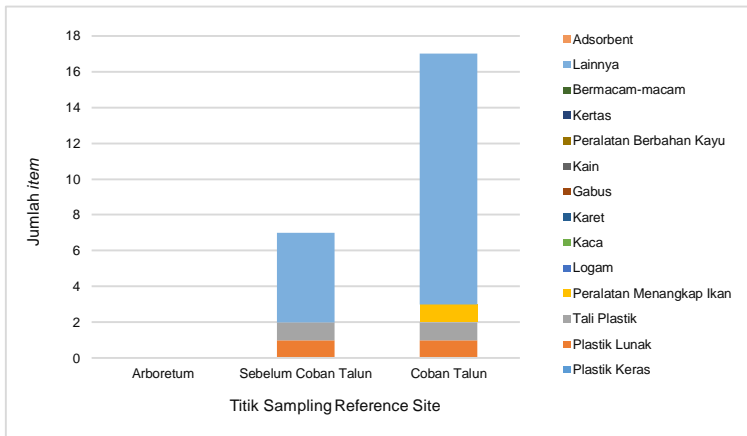


Gambar 5. 3 Kondisi Titik Sampling di Coban Talun

Sampling ini bertujuan untuk mengetahui distribusi dan kelimpah macro debris di *reference sites* sehingga dapat dibandingkan dengan kelimpahan yang berada di Kali Surabaya. Terjadi peningkatan jumlah sampah dari titik Arboretum hingga titik Air Terjun Coban Talun seperti pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.4.

Tabel 5. 3 Distribusi Macro Debris di Reference Site

No	Jenis Sampah	Arboretum	Sebelum Coban Talun	Coban Talun
1	Plastik Keras	ND	ND	ND
2	Plastik Lunak	ND	1	1
3	Tali Plastik	ND	1	1
4	Peralatan Menangkap Ikan	ND	ND	1
5	Logam	ND	ND	ND
6	Kaca	ND	ND	ND
7	Karet	ND	ND	ND
8	Gabus	ND	ND	ND
9	Kain	ND	ND	ND
10	Peralatan Berbahan Kayu	ND	ND	ND
11	Kertas	ND	ND	ND
12	Bermacam-macam	ND	ND	ND
13	Lainnya	ND	5	14
14	<i>Adsorbent</i>	ND	ND	ND
Jumlah		0	7	17

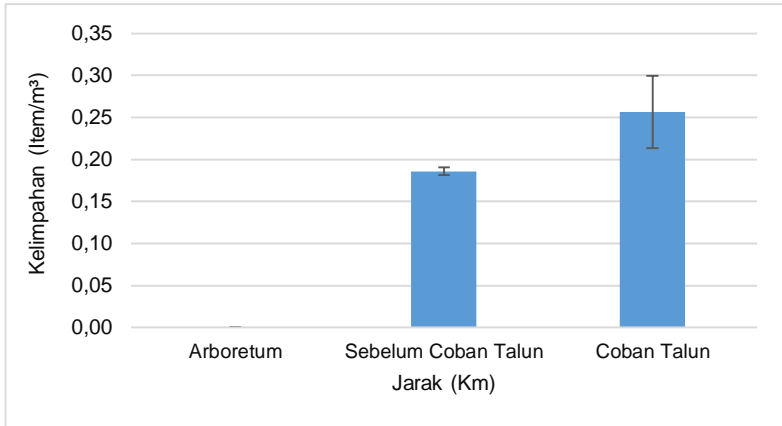


Gambar 5. 4 Distribusi Macro Debris di *Reference Sites*

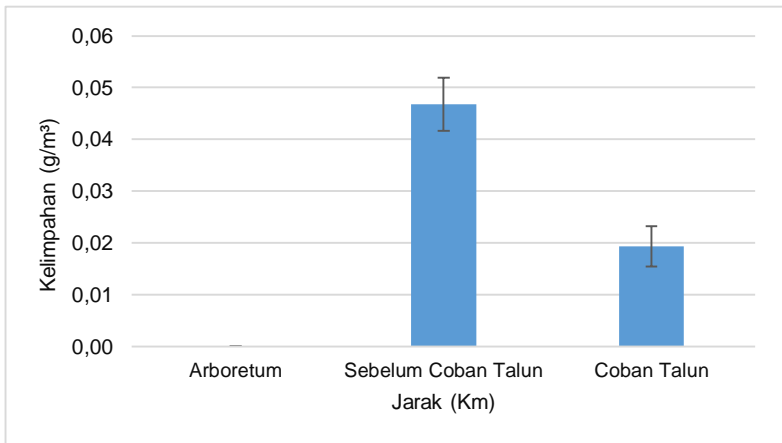
Berdasarkan Tabel 5.3 dan Gambar 5.4 distribusi macro debris *upstream* menuju *downstream* 0 km Sumber Brantas semakin melimpah jumlah *item* yang diperoleh. Hal ini dikarenakan terdapat tempat wisata dan permukiman warga setempat sehingga sampah tersebut berasal dari aktivitas antropogenik yaitu wisatawan, penduduk sekitar yang berjualan dan yang tinggal di sekitar aliran Sumber Brantas. Pada titik 0 km sumber Brantas berdasarkan hasil pengamatan ketika sampling air masih jernih dan tidak ditemukan *macro debris* karena titik ini merupakan daerah konservasi yang tidak semua orang bisa kesana (sedikit aktivitas antropogenik) sehingga sedikit atau hampir tidak ada sumber pencemar.

5.1.1 Kelimpahan Macro Debris di *Reference Sites*

Kelimpahan macro debris dari titik Arboretum hingga Coban Talun mengalami peningkatan (Gambar 5.5 sampai 5.6 dan) di titik Arboretum tidak ditemukan *macro debris*, di titik sebelum Coban Talun kelimpahan *macro debris* sebesar $0,19 \text{ item/m}^3$ dengan bobot $0,05 \text{ g/ m}^3$ sedangkan pada titik Coban Talun sebesar $0,26 \text{ item/m}^3$ dengan bobot $0,02 \text{ g/ m}^3$. Semakin meningkatnya kelimpahan macro debris ini dipengaruhi oleh aktivitas manusia di sekitar *Reference sites*.



Gambar 5. 5 Kelimpahan Macro Debris di *Reference Sites*



Gambar 5. 6 Bobot Macro Debris di *Reference Sites*

Berdasarkan Gambar 5.4 sampai 5.5, titik sampling sebelum Air Terjun Coban Talun ditemukan jenis sampah kebun dan plastik, terdapat sampah yang mengendap di dasar (Gambar 5.2). Pada titik sebelum Coban Talun ini aliran sungai telah melewati daerah permukiman, perkebunan, dan pariwisata yang menghasilkan sampah dan terdapat kemungkinan dibuang ke sungai.

Titik sampling di Air Terjun Coban Talun semakin melimpah dari titik Arboretum dikarenakan semakin besar kecepatan air dan aliran sungai melewati daerah pariwisata dan bertambahnya aktivitas manusia di daerah tersebut sehingga terjadi peningkatan dan akumulasi. Dalam penelitian di *reference sites* ini dapat disimpulkan dari 0 km Sumber Brantas semakin menuju *downstream* kelimpahan *macro debris* semakin melimpah dikarenakan bertambahnya aktivitas manusia disekitar sungai, bertambah penduduk sehingga semakin beragam sumber pencemar atau sampah. Meningkatnya pencemaran di sungai secara umum disebabkan oleh aktivitas antropogenik yang bersumber dari pertanian, perkebunan, limbah rumah tangga, pasar tradisional, perindihan tumpukan sampah, maupun industri yang berada di sekitar bantaran sungai (Sudarso *et al.*,2013)

5.1.2 Komposisi Macro Debris dan Makro Plastik

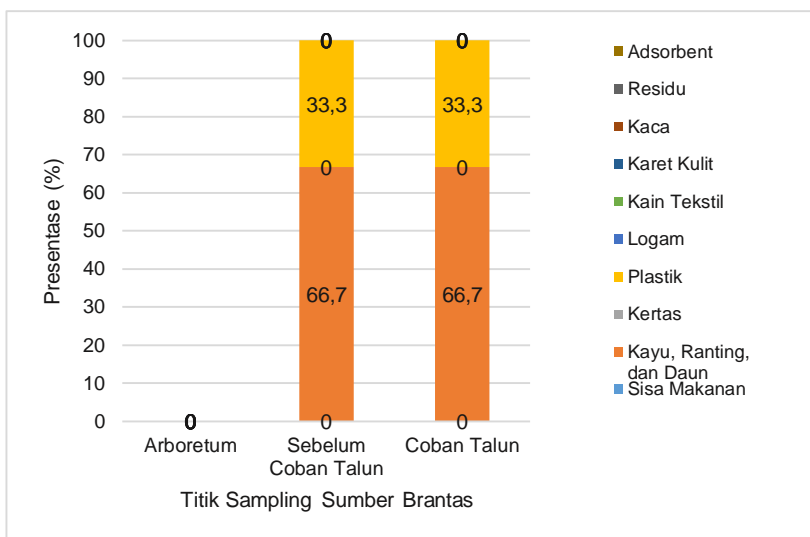
Jenis sampah yang ditemukan di 3 titik sampling Sumber Brantas yaitu jenis sampah kebun dan sampah plastik, sampah kebun ini berasal dari pepohonan yang ada di sekitar aliran sumber Brantas yang terbawa oleh angin dan arus sedangkan untuk jenis sampah plastik berasal dari kegiatan pariwisata dan warga setempat. Jumlah sampah berdasarkan jenisnya semakin menjauhi sumber brantas semakin meningkat karena terakumulasi sepanjang aliran sumber Brantas. Jenis sampah kebun dan plastik pada titik sampling sumber Brantas dapat dilihat pada Gambar 5.7 sampai 5.8.



Gambar 5. 7 Jenis Sampah Kebun di Reference Site

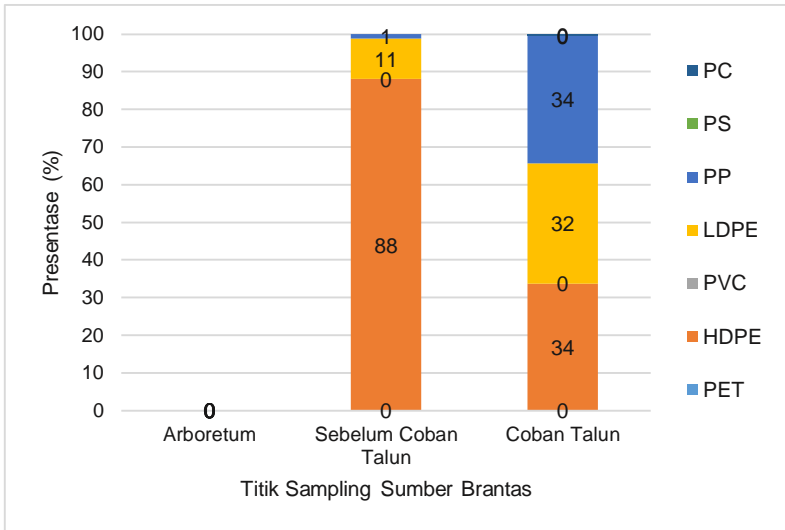


Gambar 5. 8 Jenis Sampah Plastik di Reference Site



Gambar 5. 9 Komposisi Macro Debris di *Reference Sites*

Berdasarkan Gambar 5.9, komposisi *macro debris* didominasi oleh sampah kebun sebesar 66,7% kemudian plastik sebesar 33,3%. Komposisi sampah di *reference sites* tidak terlalu bervariasi karena belum terlalu banyak sumber sampah.



Gambar 5. 10 Komposisi Makro Plastik di *Reference Sites*

Komposisi makro plastik didominasi oleh jenis plastik HDPE (34-88)%. Jenis plastik yang ditemukan dari kantong plastik dan pembungkus makanan. Jenis sampah plastik belum terlalu bervariasi karena masih sedikit sumber pencemarnya yang sebagian besar dari kegiatan pariwisata.

5.2 Rona Lingkungan Titik Sampling di Kali Surabaya

Pengambilan sampel dilakukan di 6 titik dari titik Driyorejo hingga titik setelah dam jagir Kali Surabaya untuk mengetahui pH, suhu, salinitas, massa jenis, kecepatan arus, kecepatan angin serta distribusi dan kelimpahan *macro debris* di Kali Surabaya yang menjadi objek penelitian. Pengukuran karakteristik air sungai dilakukan di bagian tepi kanan, kiri dan tengah sungai dengan 3 perbedaan kedalaman dengan 2 kali pengulangan. Distribusi dan kelimpahan *macro debris* sangat dipengaruhi oleh suhu, densitas, kecepatan arus dan kecepatan angin. Sampel *macro debris* diambil pada waktu dan kondisi tertentu (Tabel 5.4 - Tabel 5.6). Pengambilan sampel dilakukan pada waktu yang berbeda

sehingga sangat berpengaruh terhadap rona lingkungan lokasi sampling.

Pengukuran dilakukan bersamaan ketika *manta trawl* terpasang di perahu. Pengukuran suhu air menggunakan termometer digital, pengukuran pH menggunakan pH meter. Densitas air menggunakan *density* meter, pengukuran kecepatan air menggunakan current meter. Sedangkan untuk pengukuran suhu dan kecepatan angin menggunakan *anemometer*.

Pada parameter suhu air Kali Surabaya berkisar 26,6°C-30,7 °C hal ini dipengaruhi waktu pengambilan sampel yang mengakibatkan suhu air berbeda antar titik. Sedangkan untuk pH air berkisar 8,0-8,8, kadar salinitas 0,0-4,0 dapat dipengaruhi oleh pasang surut air laut, densitas berkisar 0,99-1,0, kecepatan aliran sungai berkisar 0,05-1 m/s hal ini dapat dipengaruhi oleh debit air sungai yang disebabkan adanya hujan atau tidak yang menyebabkan kecepatan arus semakin deras. Kondisi udara ketika pengambilan sampel dengan suhu berkisar 24,9 °C -37,9 °C hal ini dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel yang mempengaruhi intensitas cahaya matahari, kecepatan udara berkisar 0,0-2,4 m/s kecepatan udara ini dapat mempengaruhi distribusi dan kelimpahan dari *macro debris*.

Tabel 5. 4 Waktu dan Kondisi Titik Sampling pada Permukaan Air

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	Densitas	T udara (oC)	V udara (m/s)	V air permukaan (m/s)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2							
1	23/03/2019	24/03/2019	Kanan	30,4	8,3	1,0	35,8	0,6	0,2
			Tengah	30,7	8,5	1,0	30,0	0,9	0,6
			Kiri	29,6	8,6	1,0	29,2	0,7	0,2
2	07/03/2019	07/03/2019	Kanan	26,8	8,3	1,0	29,4	0,8	0,1
			Tengah	26,9	8,1	1,0	29,8	1,1	1,0
			Kiri	26,7	8,4	1,0	30,4	1,5	0,6
3	02/03/2019	02/03/2019	Kanan	29,1	8,2	1,0	30,8	1,2	0,2
			Tengah	28,6	8,5	1,0	29,6	1,2	0,5
			Kiri	30,0	8,8	1,0	30,7	0,1	0,0
4	23/02/2019	24/03/2019	Kanan	29,1	8,0	1,0	31,8	0,8	0,3
			Tengah	28,9	8,1	1,0	31,8	2,1	0,6
			Kiri	29,1	8,4	1,0	31,4	1,3	0,4
5	05/03/2019	05/03/2019	Kanan	27,6	8,4	1,0	25,5	1,0	0,4
			Tengah	27,4	8,2	1,0	24,9	1,8	0,5
			Kiri	27,6	8,2	1,0	25,7	0,0	0,4

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	Densitas	T udara (oC)	V udara (m/s)	V air permukaan (m/s)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2							
6	21/02/2019	21/02/2019	Kanan	29,4	8,1	1,0	37,7	0,7	0,4
			Tengah	29,7	8,1	1,0	37,9	2,4	0,5
			Kiri	29,7	8,3	1,0	37,7	0,7	0,4

Tabel 5. 5 Waktu dan Kondisi Titik Sampling pada Setengah Kedalaman Air

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	densitas	V air (m/s)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2					
1	23/03/2019	24/03/2019	Kanan	29,8	8,6	1,0	0,1
			Tengah	30,1	8,5	1,0	0,6
			Kiri	29,4	8,6	1,0	0,1
2	07/03/2019	07/03/2019	Kanan	29,0	8,5	1,0	0,2
			Tengah	26,7	8,4	1,0	1,0
			Kiri	26,6	8,3	1,0	0,6
3	02/03/2019	02/03/2019	Kanan	29,0	8,5	1,0	0,2
			Tengah	28,5	8,3	1,0	0,6

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	densitas	V air (m/s)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2					
4	23/02/2019	24/03/2019	Kiri	29,8	8,8	1,0	0,0
			Kanan	29,7	8,0	1,0	0,3
			Tengah	28,8	8,0	1,0	0,8
5	05/03/2019	05/03/2019	Kiri	29,2	8,0	1,0	0,4
			Kanan	27,8	8,2	1,0	0,4
			Tengah	27,8	8,2	1,0	0,5
6	21/02/2019	21/02/2019	Kiri	27,6	8,1	1,0	0,4
			Kanan	30,3	8,3	1,0	0,4
			Tengah	29,5	8,4	1,0	0,5
			Kiri	29,8	8,1	1,0	0,4

Tabel 5. 6 Waktu dan Kondisi Titik Sampling pada Dasar Kedalaman Air

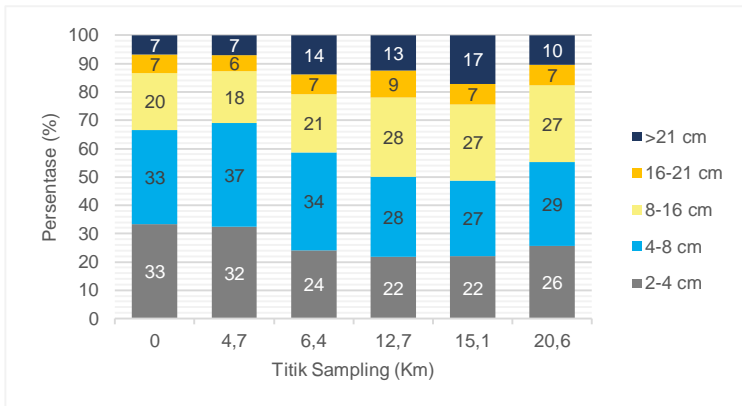
Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	densitas	V air (m/s)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2					
1	23/03/2019	24/03/2019	Kanan	29,9	8,3	0,99	0,1
			Tengah	30,0	8,5	0,99	0,7
			Kiri	29,7	8,6	0,99	0,1
2	07/03/2019	07/03/2019	Kanan	26,7	8,2	0,99	0,1
			Tengah	26,6	8,2	0,99	1,0
			Kiri	26,6	8,3	0,99	0,6
3	02/03/2019	02/03/2019	Kanan	29,1	8,4	1,00	0,2
			Tengah	28,5	8,4	1,00	0,6
			Kiri	29,9	8,8	0,99	0,0
4	23/02/2019	24/03/2019	Kanan	29,1	8,1	1,00	0,3
			Tengah	28,9	8,1	1,00	0,6
			Kiri	28,7	8,0	1,00	0,4
5	05/03/2019	05/03/2019	Kanan	27,4	8,3	0,99	0,4
			Tengah	27,8	8,2	0,99	0,5
			Kiri	28,0	8,1	0,99	0,4

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	densitas	V air (m/s)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2					
6	21/02/2019	21/02/2019	Kanan	29,6	8,1	0,99	0,4
			Tengah	29,5	8,3	0,99	0,5
			Kiri	29,7	8,1	0,99	0,4

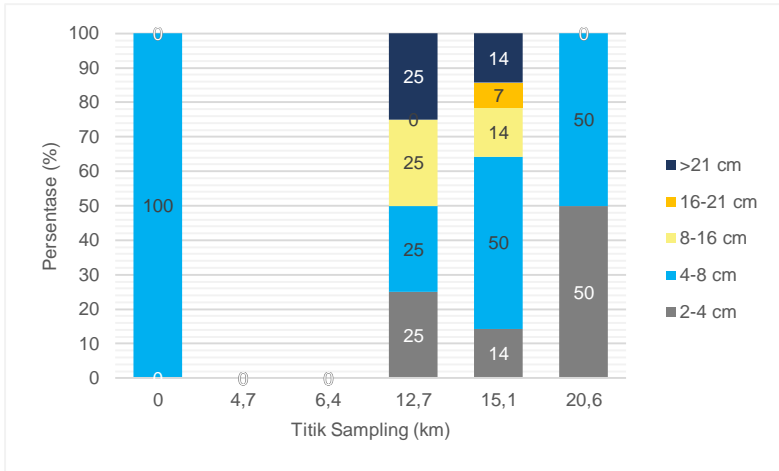
5.3 Klasifikasi Ukuran *Macro Debris*

Macro debris memiliki rentang ukuran 2-100 cm, untuk mengetahui apakah jenis sampah tersebut termasuk dalam kriteria makro maka perlu pengukuran panjang sampah. Klasifikasi ukuran *macro debris* dibagi menjadi 5 bagian (CSIRO, 2018) dengan spesifikasi rentang panjang pada masing-masing ukuran yang berbeda yaitu (1) 2-4 cm, (2) 4-8 cm, (3) 8-16 cm, (4) 16-21 cm, dan (5) >21 cm . Pengukuran panjang *macro debris* menggunakan mika plastik berukuran 21 cm x 29,7 cm yang dapat dilihat pada Lampiran A (*Size Class Box*).

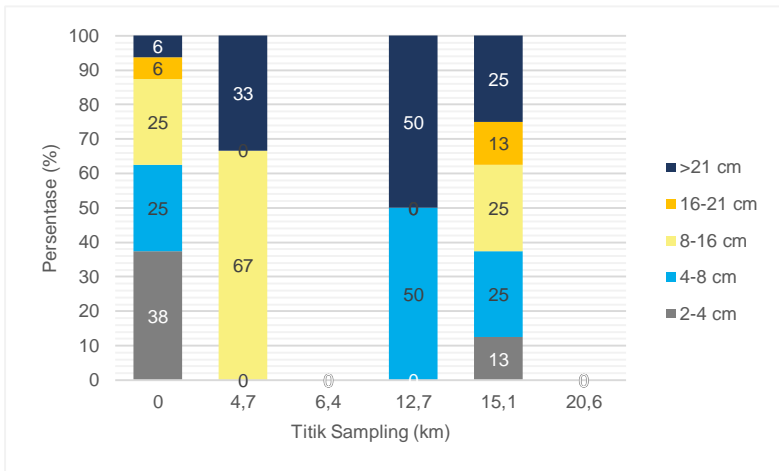
Macro debris dengan ukuran kelas 2 adalah yang paling melimpah di semua titik sampling permukaan air, setengah kedalaman, dan dasar. Pada permukaan air ukuran panjang sampah 4-8 cm dengan persentase 27-37% (Gambar 5.11), pada setengah kedalaman air dengan persentase antara 25-100% (Gambar 5.12) dan pada dasar kedalaman air dengan persentase antara 25-50% (Gambar 5.13). Persebaran ukuran *macro debris* pada setiap titik sampling dengan persentase 30-35% sampah berukuran 4-8 cm (Gambar 5.14). Sampah di Kali Surabaya didominasi pada ukuran 4-8 cm yang terdiri dari sampah organik maupun sampah anorganik.



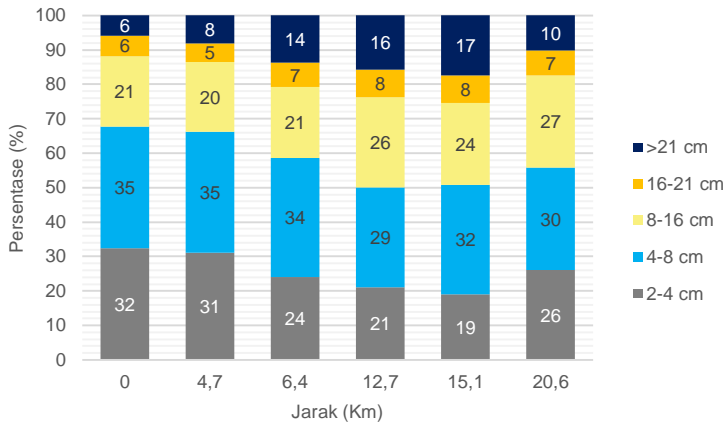
Gambar 5. 11 Ukuran *Macro Debris* pada Permukaan Air



Gambar 5. 12 Ukuran *Macro Debris* pada Setengah Kedalaman



Gambar 5. 13 Ukuran *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman Air



Gambar 5. 14 Ukuran Macro Debris di Kali Surabaya

Ukuran panjang *macro debris* yang dominan yaitu berkisar 4-8 cm dikarenakan keterbatasan ukuran *Manta trawl* sehingga sampah yang berukuran lebih besar dari bukaan mulut *Manta* tidak dapat tersaring hal ini juga berpengaruh pada kelimpahan *macro debris*.

5.4 Kelimpahan *Macro Debris* di Kali Surabaya

Kelimpahan *macro debris* dilakukan untuk mengetahui jumlah sampah di Kali Surabaya. Kelimpahan pada setiap kedalaman yang didapatkan dari rata-rata kelimpahan titik sampling bagian kanan, kiri, dan tengah pada setiap kedalaman. Pengukuran kelimpahan didapatkan dari perhitungan jumlah *item macro debris* di setiap titik kemudian dibagi dengan volume air yang tersaring oleh *Manta trawl*. Kelimpahan dapat dinyatakan dalam satuan jumlah *item* per volume air tersaring (*item/m³*) atau berat sampah per volume air tersaring (*g/m³*). Kelimpahan pada setiap kedalaman air dapat dilihat pada Gambar 5.15 sampai 5.17 dan Gambar 5.9 sampai 5.11. Sedangkan untuk kelimpahan setiap titik sampling dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.22.

5.3.1 Titik Driyorejo

Berdasarkan hasil pengamatan manual, kelimpahan berdasarkan jumlah *item* pada permukaan air sebesar 0,38 *item/m*³ dengan bobot 0,12 g/m³, sedangkan pada setengah kedalaman sebesar 0,07 *item/m*³ dengan bobot sebesar 0,0004 g/m³, dan pada dasar kedalaman air sebesar 0,97 *item/m*³ dengan bobot sebesar 0,05 g/m³. Kelimpahan terbesar pada titik Driyorejo berada pada dasar kedalaman namun berdasarkan bobot sampah yang paling kecil pada setengah kedalaman. Hal ini dikarenakan jumlah *item* pada setengah kedalaman paling sedikit dibandingkan dengan yang lainnya yaitu 2 *item* sedangkan pada permukaan dan dasar sebesar 14 *item* dapat juga dipengaruhi oleh kecepatan air pada permukaan sebesar 0,31 m/s, setengah kedalaman sebesar 0,27 m/s, dan dasar kedalaman sebesar 0,3 m/s kecepatan terbesar berada pada permukaan air selanjutnya pada dasar dan setengah kedalaman. Pada permukaan air memiliki kelimpahan paling besar karena adanya pengaruh kecepatan angin yang membuat *macro debris* melimpah di permukaan yaitu sebesar 0,73 m/s. Kelimpahan di titik ini juga dipengaruhi oleh akumulasi dari sampah yang dibawa dari daerah yang dilewati sungai yang rata-rata di tepi sungai terdapat pemukiman yang masih membuang sampah di tepi sungai kemudian masuk kedalam badan air karena terbawa angin dan saat debit air sungai tinggi. Sumber *Macro debris* di setiap titik sampling diindikasikan berasal dari daerah lain, yang terbawa oleh arus yang melewati tempat pengambilan sampel (Purba *et al.*, 2018).

5.3.2 Titik Bambe

Pada permukaan air kelimpahan *macro debris* sebesar 0,70 *item/m*³ dengan bobot 0,60 g/m³, pada setengah kedalaman tidak ditemukan sampah, dan pada dasar kedalaman sebesar 0,14 *item/m*³ dengan bobot 0,70 g/m³. Kelimpahan terbesar pada titik bambe berada pada permukaan air namun bobot terbesar berada pada dasar hal ini dikarenakan kecepatan arus air permukaan lebih besar dipermukaan meskipun berat sampah pada permukaan sebesar 68,04 g, sedangkan pada dasar sebesar 5,01 g.

5.3.3 Titik Karang Pilang

Kelimpahan *macro debris* pada permukaan air sebesar 0,29 *item/m*³ dengan bobot sebesar 0,42 *g/m*³, pada setengah kedalaman tidak ditemukan sampah, dan pada dasar kedalaman juga tidak ada sampah yang tersaring *di Manta trawl*. Hal ini ketika sampling di titik Karang pilang pada pukul 13.00 dan kondisinya sampah berada di bagian tengah sungai pada permukaan air yang melimpah karena kecepatan air di tengah sebesar 0,49 m/s sedangkan bagian tepi kanan sebesar 0,21 m/s, dan tepi kiri sebesar 0,03 m/s.

5.3.4 Titik Gunungsari

Kelimpahan *macro debris* pada permukaan air sebesar 0,55 *item/m*³ dengan bobot sebesar 1,10 *g/m*³, pada setengah kedalaman sebesar 0,07 *item/m*³ dengan bobot sebesar 0,004 *g/m*³, dan pada dasar kedalaman sebesar 0,01 *item/m*³ dengan bobot 0,003 *g/m*³. Pada titik Gunungsari terlihat bahwa kelimpahan yang paling banyak berada pada permukaan air hal ini dipengaruhi oleh massa jenis sampah terhadap air sungai yang mana sampah cenderung berada di permukaan air karena massa jenis sampah yang sebagian besar dari sampah kebun dan plastik lebih kecil massa jenisnya dibandingkan air sungai berkisar 0,99-1.

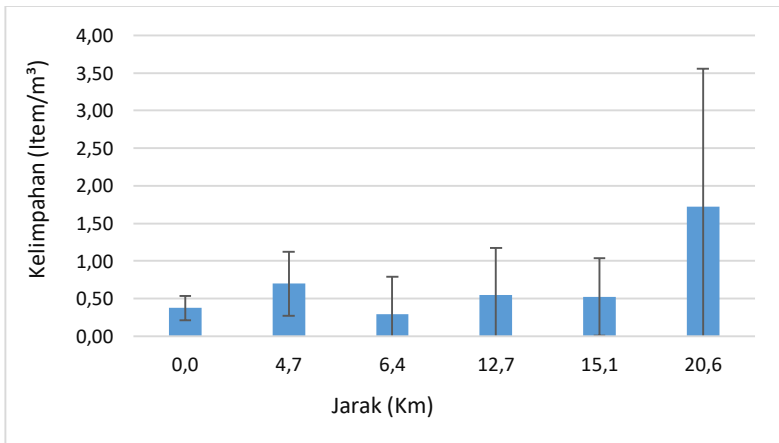
5.3.5 Titik Joyoboyo

Kelimpahan *macro debris* pada permukaan air sebesar 0,52 *item/m*³ dengan bobot sebesar 1,28 *g/m*³, pada setengah kedalaman sebesar 0,26 *item/m*³ dengan bobot sebesar 0,33 *g/m*³, dan pada dasar kedalaman sebesar 0,14 *item/m*³ dengan bobot sebesar 0,58 *g/m*³. Kelimpahan terbesar pada titik joyoboyo berada pada permukaan air dikarenakan kelimpahan jumlah sampah lebih banyak dibandingkan dengan setengah kedalaman dan dasar. Namun berdasarkan bobot sampah, pada dasar lebih besar dikarenakan adanya sampah *adsorbent* (pembalut, *diapers*) yang banyak mengandung lumpur.

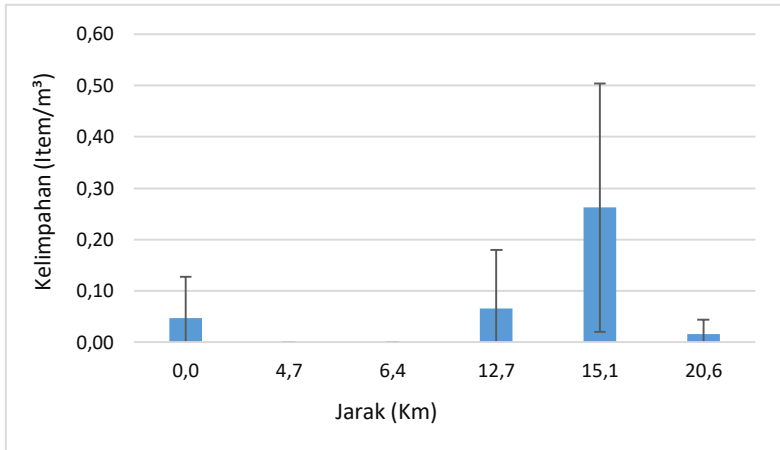
5.3.6 Titik Setelah DAM Jagir

Pada titik hilir Kali Surabaya didapatkan kelimpahan *macro debris* pada permukaan air sebesar 1,73 *item/m*³ dengan bobot

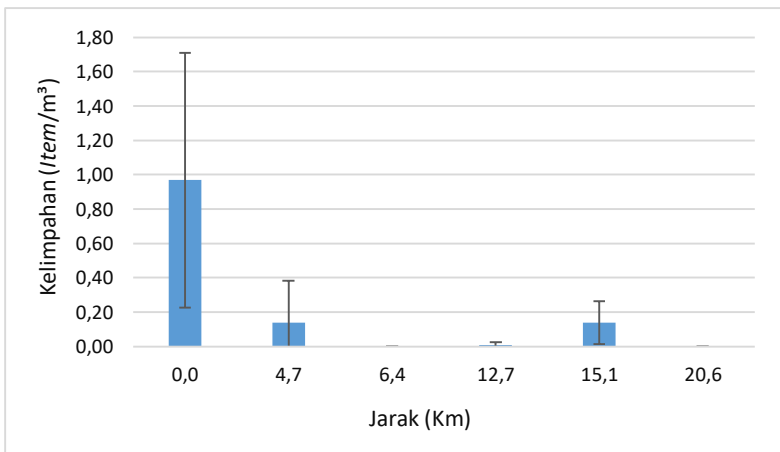
sebesar 3,49 g/m³ , pada setengah kedalaman sebesar 0,02 item/m³ dengan bobot sebesar 0,0005 g/m³ , dan pada dasar kedalaman air tidak ada sampah yang tersaring pada Manta trawl . Kelimpahan macro debris terbesar berada pada hilir Kali Surabaya dengan kepadatan penduduk Kota Surabaya 8 kali lebih besar dibandingkan titik hulu yaitu Kabupaten Gresik hal ini pula yang mempengaruhi kelimpahan macro debris terbesar di hilir Kali Surabaya selain karena terjadinya akumulasi sampah dari titik hulu menuju ke hilir dan jumlah timbulan yang semakin meningkat.



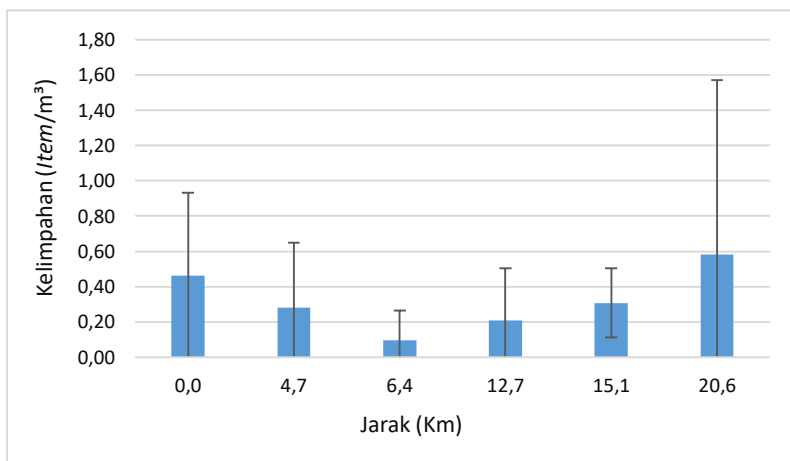
Gambar 5. 15 Kelimpahan *Macro Debris* pada Permukaan Air



Gambar 5. 16 Kelimpahan *Macro Debris* pada Setengah Kedalaman



Gambar 5. 17 Kelimpahan *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman Air

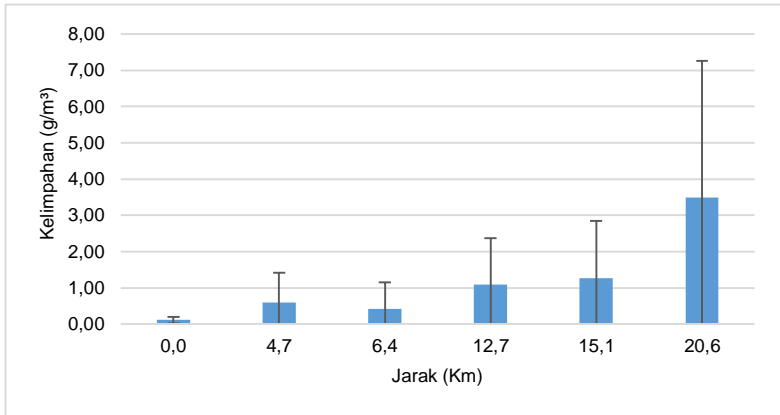


Gambar 5. 18 Kelimpahan *Macro Debris* di Kali Surabaya

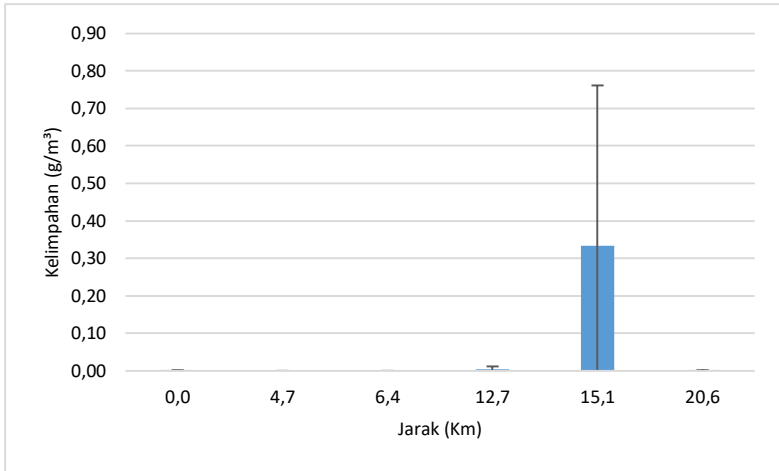
Kelimpahan *macro debris* pada setiap kedalaman berbeda-beda dan fluktuatif antar titik sampling yang disebabkan beberapa faktor yang menurut Lee *et al.*, (2013) distribusi dan jenis sampah di badan air dapat dipengaruhi oleh arus dan kedalaman serta menurut Lippiat *et al.* (2013) juga mengatakan keberadaan sampah di badan air berasal dari kegiatan di darat dan di badan air yang dapat terdistribusi jauh dari sumbernya oleh adanya angin dan arus.

Sampah di Kali Surabaya cenderung berada pada bagian tengah badan sungai dan pada permukaan air hal ini dipengaruhi oleh kecepatan arus dan kecepatan angin. Kecepatan arus di bagian tengah permukaan air paling dominan dibandingkan dengan tepi kanan dan kiri (Tabel 5.4) yaitu sebesar 0,46-1,01 m/s. Sedangkan untuk kecepatan angin sebesar 0,9-2,4 m/s oleh karena itu kelimpahan *macro debris* pada permukaan air paling besar dibandingkan setengah kedalaman dan dasar. Pada permukaan air kelimpahan terbesar terdapat pada titik hilir Kali Surabaya yaitu setelah DAM Jagir sebesar 1,73 *item/m*³ dan yang paling kecil kelimpahannya di titik Karangpilang. Semakin ke hilir kelimpahan *macro debris* meningkat dikarenakan adanya

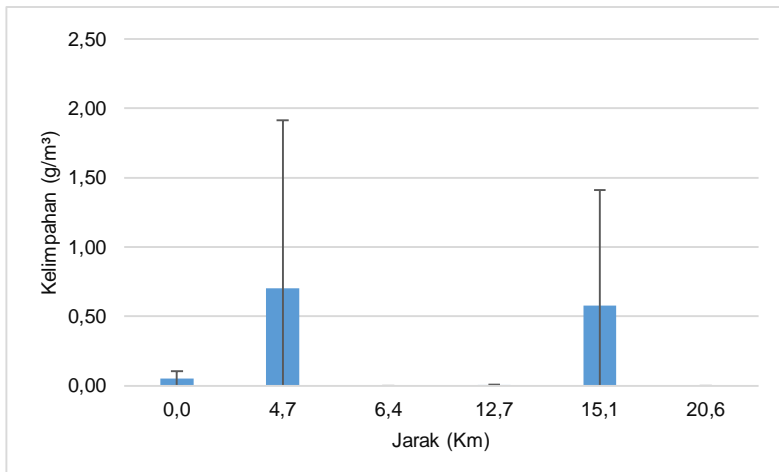
akumulasi sepanjang badan air. Sampah yang melimpah disetiap titik berasal dari daerah yang dilewati aliran sungai dan pencemaran lingkungan sungai juga disebabkan oleh masyarakat di daerah dekat sungai (Mulasari *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil pengamatan ketika sampling, tepi Kali Surabaya terdapat permukiman warga dan Jalan yang merupakan sumber sampah di sungai.



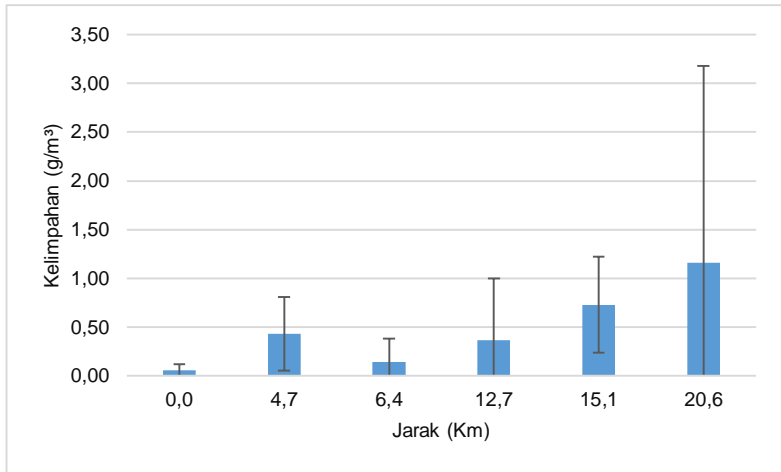
Gambar 5. 19 Bobot *Macro Debris* pada Permukaan Air



Gambar 5. 20 Bobot *Macro Debris* pada Setengah Kedalaman



Gambar 5. 21 Bobot *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman Air



Gambar 5. 22 Bobot *Macro Debris* di Kali Surabaya

Kelimpahan di wilayah studi menunjukkan terjadinya perbedaan kondisi lingkungan terhadap *reference sites* dimana tidak ditemukan adanya *macro debris* di Arboretum (tidak terdapat pencemar) hal ini juga terbukti dengan meningkatnya kelimpahan *macro debris* karena adanya aktivitas antropogenik pada titik Sebelum Coban Talun dan Coban Talun (Gambar 5.5). Kelimpahan tertinggi pada *reference sites* 0,26 *item/km*² sedangkan pada Kali Surabaya tertinggi 0,58 *item/km*². Data tersebut mendukung adanya pengaruh aktivitas antropogenik yang mempengaruhi kelimpahan *macro debris* dibandingkan dengan titik Arboretum yang masih murni belum terdapat beban pencemar akibat aktivitas manusia. Kepadatan penduduk daerah *reference sites* penelitian ini sebesar 454 jiwa/*km*² sedangkan di daerah yang dilewati Kali Surabaya kepadatan penduduknya lebih besar yaitu Kecamatan Gresik 1.103 jiwa/*km*² dan Kota Surabaya 8.462 jiwa/*km*² (BPS, 2018) hal ini yang mempengaruhi perbedaan timbulan sampah yang dihasilkan dan kelimpahan *macro debris* yang berada di sungai.

5.5 Karakterisasi dan Komposisi *Macro Debris*

5.4.1 Komposisi Sampah

Analisis komposisi sampah dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis sampah di Kali Surabaya. Pengukuran komposisi sampah menggunakan prosedur pada SNI 3242:2008, yaitu dengan melakukan pemilahan sampah dan penimbangan terhadap berat kering sampel *macro debris* yang tersaring pada *Manta trawl* yang telah dioven selama 24 jam pada suhu 60-90°C. Jenis sampah yang dipilah adalah sampah yang berukuran 2-100 cm untuk komposisi *macro debris* menggunakan komposisi sampah kota menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dan adanya tambahan komponen *adsorbent*. Sampah dipilah berdasarkan jenisnya yaitu sisa makanan, sampah kebun (kayu, ranting, dan daun), kertas, plastik, kain tekstil, karet kulit, kaca, residu, dan adsorbent (pembalut dan *diapers*) (Gambar 5.23 sampai 5.29). Komposisi *macro debris* di Kali Surabaya dapat dilihat pada Gambar 5.30 sampai 5.33.



Gambar 5. 23 Sampah Kebun (Kayu, Daun, dan Ranting)



Gambar 5. 24 Jenis Sampah Plastik



Gambar 5.25 Jenis Sampah Kertas



Gambar 5. 25 Jenis Sampah Logam



Gambar 5. 26 Jenis Sampah Karet



Gambar 5. 27 Jenis Sampah Adsorbent



Gambar 5. 28 Jenis Sampah Kaca

Komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persentase. Persentase setiap jenis sampah didapatkan dengan membagi berat setiap jenis sampah dengan berat total sampah pada setiap sub titik sampling. Komposisi *macro debris* pada setiap kedalaman dapat dilihat pada Gambar 5.30 sampai 5.32, sedangkan untuk komposisi *macro debris* rata-rata di setiap titik sampling dapat dilihat pada Gambar 5.33.

5.4.1.1 Titik Driyorejo

Komposisi sampah pada permukaan permukaan didominasi oleh jenis sampah kebun (kayu, ranting, dan daun) sebesar 62%, kemudian sampah plastik sebesar 38%, pada setengah kedalaman didominasi oleh sampah kebun sebesar 63% dan sampah plastik sebesar 37%, dan pada dasar kedalaman komposisi sampah kebun sebesar 90% dan sampah plastik sebesar 10%. Pada titik Driyorejo terdapat jenis sampah kebun dan plastik.

5.4.1.2 Titik Bambe

Jenis sampah pada titik Bambe lebih bervariasi dibandingkan titik Driyorejo, komposisi sampah pada permukaan terdiri dari jenis sampah kebun sebesar 48%; plastik 16%; kaca 16%; *adsorbent* 13%; karet kulit 4%; logam 1%; dan kertas 1%, pada setengah kedalaman tidak terdapat sampah, dan pada dasar terdiri dari jenis sampah plastik 68%, sampah kebun 23%, dan kertas 9%. Jenis sampah plastik dan sampah kebun memiliki persentase yang besar dibandingkan jenis sampah lainnya.

5.4.1.3 Titik Karang Pilang

Komposisi sampah pada permukaan terdiri dari jenis sampah kebun 52%; plastik 33%; *adsorbent* 13%; dan kertas 1%, pada setengah kedalaman dan dasar tidak diperoleh sampah. Pada saat sampling di titik Karang Pilang sampah cenderung di bagian tengah permukaan karena kecepatan arus permukaan di tengah deras dibandingkan tepi kanan dan kiri sehingga sampah dominan di tengah permukaan air.

5.4.1.4 Titik Gunungsari

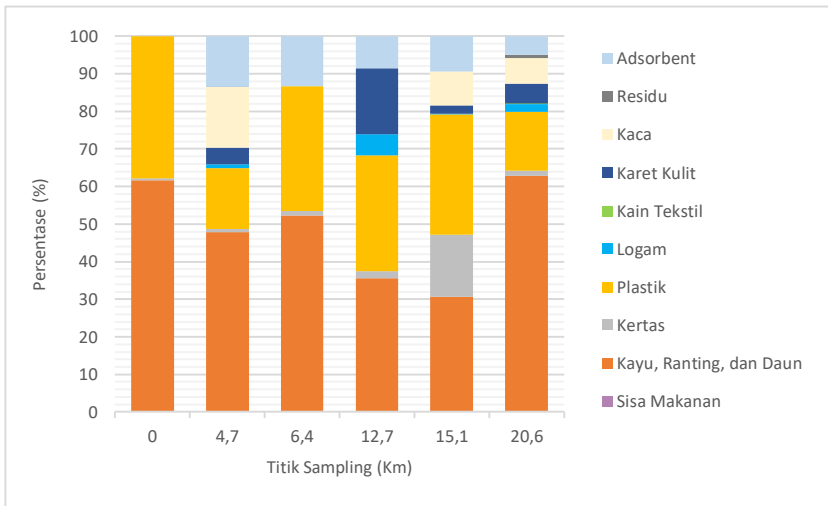
Komposisi sampah pada permukaan terdiri dari jenis sampah kebun 36%; plastik 31%; karet kulit 18%; *adsorbent* 9%; logam 6%; kertas 2%, pada setengah kedalaman terdiri dari jenis sampah plastik 82%; dan sampah kebun 18%, dan pada dasar kedalaman terdapat satu jenis sampah yaitu plastik 100%. Sampah plastik mendominasi pada setengah dan dasar kedalaman. Dari titik Karang Pilang ke titik Gunungsari terdapat pemukiman di bantaran sungai dengan kondisi sampah dibiarkan di tepi sungai atau bahkan dibakar. Sampah ini dapat terbawa oleh arus sungai ketika debit tinggi dan terbang karena terbawa angin.

5.4.1.5 Titik Joyoboyo

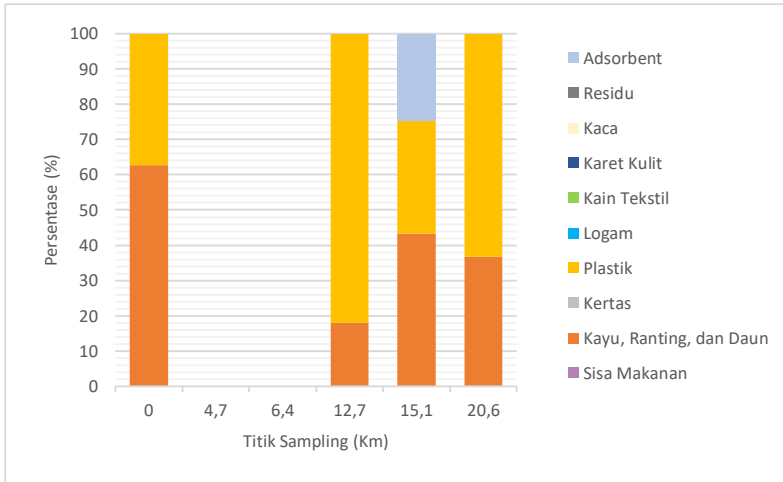
Komposisi sampah pada permukaan terdiri dari jenis sampah plastik 32%; sampah kebun 31%; kertas 17%; kaca 9%; *adsorbent* 9%; dan karet kulit 2%, pada setengah kedalaman terdiri dari jenis sampah kebun 43%; plastik 32%; dan *adsorbent* 25%, dan pada dasar kedalaman terdiri dari jenis sampah *adsorbent* 65%; dan 29%. Komposisi sampah pada titik ini yang memiliki persentase besar yaitu sampah plastik, sampah kebun, dan *adsorbent*, diperoleh sampah *adsorbent* pada setengah dan dasar kedalaman hanya pada titik ini dengan kondisi sampah terdapat lumpur, hal ini terjadi karena sampah *adsorbent* terbawa arus dalam rentang waktu cukup lama sehingga terjadi *biofouling* yang mengakibatkan penambahan berat *adsorbent* sehingga massa jenisnya lebih besar dibandingkan air sungai.

5.4.1.6 Titik Setelah DAM Jagir

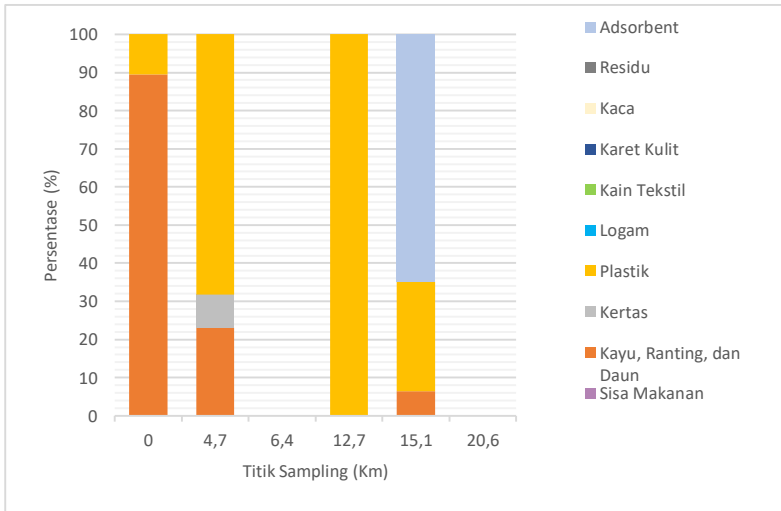
Sampah pada titik ini memiliki berat total terbesar dibandingkan titik yang lainnya yaitu sebesar 91,10 g hal ini terjadi dikarenakan titik ini merupakan titik hilir Kali Surabaya sehingga terdapat akumulasi sampah dari hulu Kali Surabaya yang menyebabkan sampah pada titik ini melimpah. Komposisi sampah pada permukaan terdiri dari jenis sampah kebun 63%; plastik 16%; kaca 7%; *adsorbent* 5%; karet kulit 5%; logam 2%; kertas 1%; dan residu 1%, pada setengah kedalaman terdapat jenis sampah plastik 63%, dan pada dasar tidak diperoleh sampah.



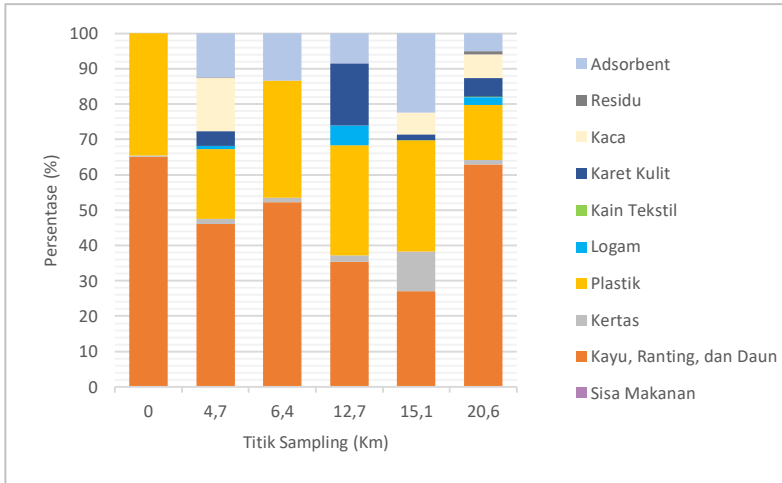
Gambar 5.29 Komposisi *Macro Debris* pada Permukaan Air



Gambar 5. 29 Komposisi *Macro Debris* pada Setengah Kedalaman



Gambar 5. 30 Komposisi *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman



Gambar 5. 31 Komposisi *Macro Debris* di Kali Surabaya

Komponen sampah yang dominan pada setiap kedalaman berbeda-beda. Pada permukaan air yaitu kayu, ranting, dan daun (sampah kebun) dengan persentase 31-63% (Gambar 5.19), pada setengah kedalaman air komponen sampah yang dominan adalah plastik dengan persentase antara 32-82% (Gambar 5.20) begitu juga pada dasar kedalaman air komponen sampah yang dominan adalah plastik dengan persentase 10-100% (Gambar 5.21). Komponen sampah yang dominan di setiap titik adalah sampah kebun sebesar 27-65% kemudian sampah plastik dengan persentase 16-34%, hal ini berhubungan dengan penelitian yang dilakukan di Teluk Jakarta *macro debris* yang ditemukan terdiri dari sampah organik maupun anorganik yang mana jenis sampah yang mendominasi adalah sampah kebun dan plastik penelitian (Dwiyitno *et al.*, 2018). Jenis sampah kebun banyak ditemui pada setiap titik dikarenakan sepanjang sungai terdapat pepohonan, sedangkan untuk plastik dan jenis sampah lainnya berasal dari sampah penduduk sekitar sungai, dan terbawa arus dari hulu Kali Surabaya yang terakumulasi menuju ke hilir sungai.

Berdasarkan data komposisi sampah di *reference sites* Sungai Brantas, komposisi sampah yang mendominasi yaitu jenis sampah kebun dan sampah plastik. Hal ini sama dengan komposisi sampah di Kali Surabaya namun di *refrence site* belum bervariasi jenis sampahnya karena jenis aktivitas manusia masih sebatas dari pemukiman, pariwisata, dan perkebunan. Sedangkan di wilayah studi merupakan daerah yang padat penduduk sehingga menghasilkan sampah banyak dari sumber aktivitas yang bermacam-macam. Komposisi sampah bervariasi tiap daerah tergantung pada gaya hidup, situasi ekonomi, peraturan pengelolaan limbah dan stuktur industri di wilayah tersebut (Shafy dan Mansour, 2018).

5.4.2 Komposisi Makro Plastik

Jenis sampah plastik merupakan sampah dengan jumlah terbesar kedua setelah sampah kebun, namun plastik ini merupakan sampah organik yang sulit terurai menurut Tchobanoglous *et al.*, (1993), dibutuhkan waktu yang cukup lama agar plastik dapat terdegradasi, disisi lain dampak dari plastik di badan air yang dapat merusak ekosistem perairan dengan keberadaan plastik

yang meningkat namun tidak seimbang dengan waktu yang diperlukan agar plastik dapat terdegradasi. Plastik berdasarkan polimernya dibagi menjadi 7 yaitu PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, Others. Komposisi plastik dapat dilihat pada Gambar 5.35 sampai 5.38.



Gambar 5. 32 Makro Plastik di Kali Surabaya

5.4.2.1 Titik Driyorejo

Komposisi jenis plastik pada permukaan yaitu HDPE 89%; PET 8%; dan LDPE 3%, pada setengah dan dasar kedalaman hanya terdapat jenis plastik LDPE 100%. Hal ini karena jenis plastik LDPE sering ditemui dalam bentuk kantong plastik dan bungkus makanan sedangkan untuk PET sebagian besar sampah botol minuman. Secara keseluruhan dari rata-rata tiap kedalaman,

komposisi plastik titik Driyorejo yaitu HDPE 88%; PET 7%; dan 4% LDPE.

5.4.2.2 Titik Bambe

Komposisi plastik pada permukaan terdiri dari jenis plastik PP 36%; HDPE 22%; Others 20%; LDPE 12%; dan PS 11%, pada setengah kedalaman tidak diperoleh sampah plastik, sedangkan pada dasar kedalaman terdapat HDPE 70%; dan 30%. Secara keseluruhan dari rata-rata tiap kedalaman, komposisi plastik titik Bambe lebih bervariasi dibandingkan titik Driyorejo yaitu PP 34%; HDPE 24%; Others 21%; LDPE 11%; dan PS 10%.

5.4.2.3 Titik Karang Pilang

Komposisi plastik pada permukaan terdiri dari jenis plastik PS 55%; PET 25%; LDPE 15%; HDPE 5%; dan PP1%, pada setengah dan dasar kedalaman tidak diperoleh sampah. Jenis plastik PS dominan pada titik ini yaitu berasal dari sampah plastik *styrofoam* wadah makanan.

5.4.2.4 Titik Gunungsari

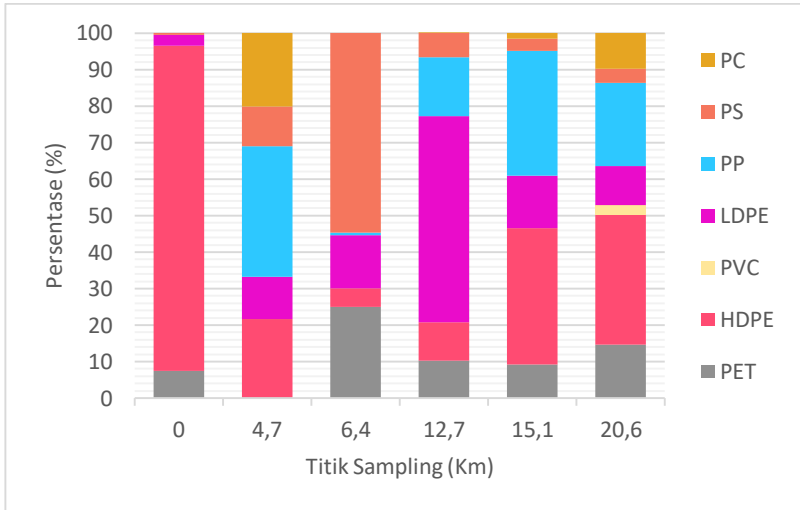
Komposisi plastik pada permukaan terdiri dari jenis plastik LDPE 56%; PP 16%; PET 10%; HDPE 10%; dan PS 7%, pada setengah dan dasar kedalaman hanya terdapat jenis plastik LDPE 100%. Plastik jenis LDPE ini banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari baik berupa kantong plastik dan yang lainnya. Jenis plastik yang dominan adalah LDPE 57%; selanjutnya PP16%; PET 10%;HDPE 10%; dan PS 6%.

5.4.2.5 Titik Joyoboyo

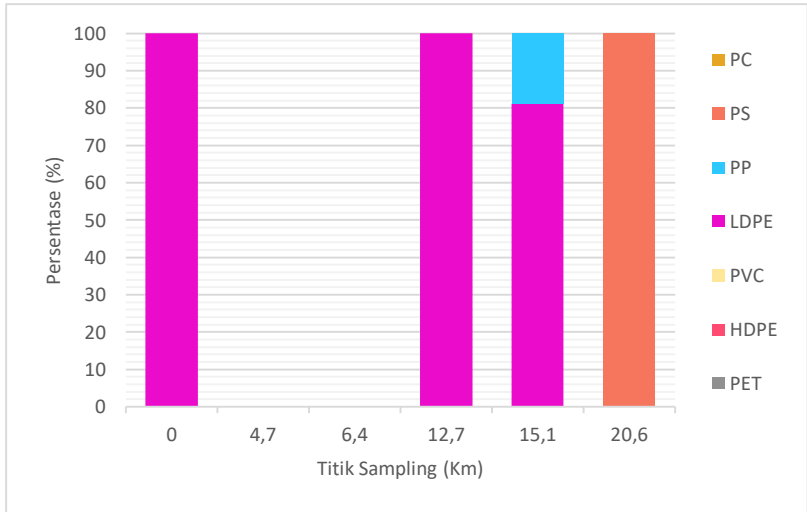
Komposisi plastik semakin menuju ke titik hilir semakin bervariasi jenisnya yaitu HDPE 37%; PP 34%; LDPE 14%; PET 9%; PS 3%; dan *Others* 2%, pada setengah kedalaman terdapat LDPE 81%; dan PP 19%, dan pada dasar terdapat 66% LDPE; HDPE28%; PP 4%; dan *Others* 2%. Jenis plastik yang dominan pada titik Joyoboyo adalah LDPE sebesar 32%, selanjutnya HDPE 31%; PP 27%; PET 6%; PS 2%; *Others* 1%.

5.4.2.6 Titik Setelah DAM Jagir

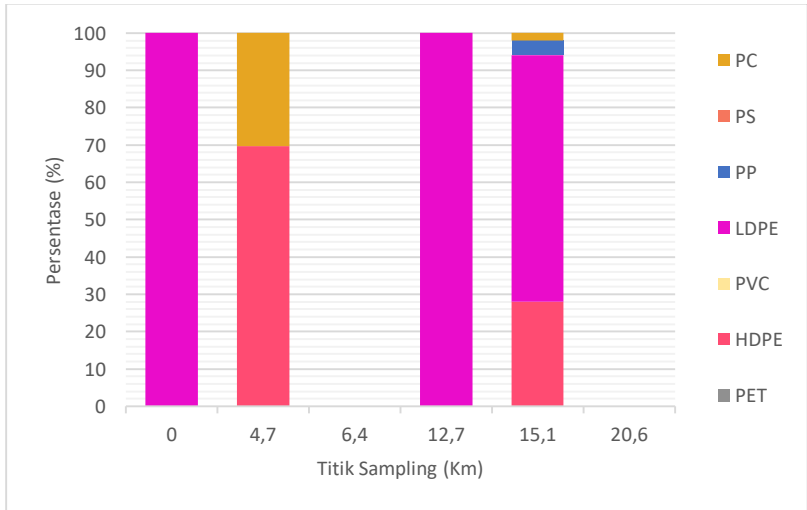
Komposisi plastik pada titik ini terdapat 7 jenis plastik, semakin menuju ke hilir Kali Surabaya jenis plastik yang didapatkan semakin bervariasi. Pada permukaan terdiri dari jenis plastik HDPE 36%; PP 23%; PET 15%; LDPE 11%; *Others* 10%, PS 4%; dan PVC 3%, pada setengah kedalaman hanya terdapat jenis plastik PP 100%, dan pada dasar tidak diperoleh sampah. Jenis sampah yang dominan pada titik ini adalah HDPE 36%;PP 23%; PET 15%; LDPE 11%; *Others* 10%; PS 4%; dan PVC 3%. Pada titik lain tidak dijumpai jenis plastik PVC namun pada titik hilir ini terdapat jenis plastik PVC yang tersaring.



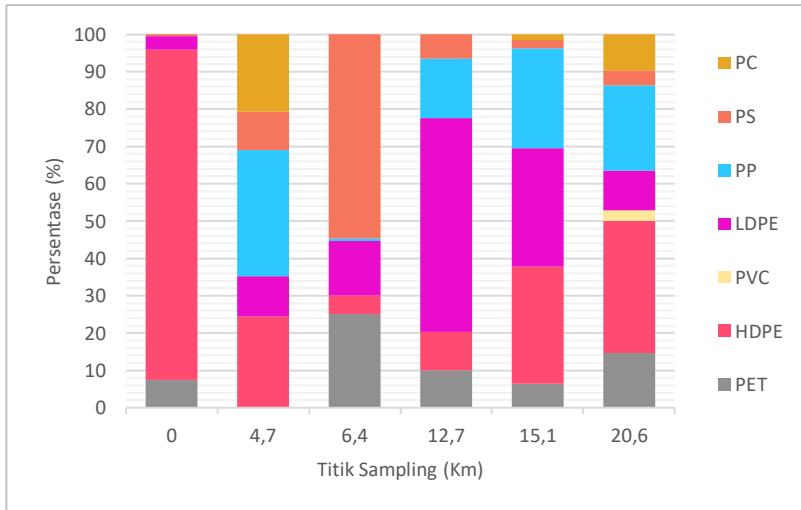
Gambar 5. 33 Komposisi Makro Plastik pada Permukaan Air



Gambar 5. 34 Komposisi Makro Plastik pada Setengah Kedalaman Air



Gambar 5. 35 Komposisi Makro Plastik pada Dasar Kedalaman Air



Gambar 5. 36 Komposisi Makro Plastik di Kali Surabaya

Komposisi Makro plastik dibagi menjadi 7 berdasarkan jenis polimernya. Jenis makro plastik yang dominan pada setiap kedalaman bervariasi. Pada permukaan air jenis plastik HDPE memiliki persentase yang sama 10-89% (Gambar 5.35), pada setengah kedalaman air LDPE dominan dibandingkan dengan jenis plastik lainnya dengan presentase LDPE 81-100% (Gambar 5.36), dan pada dasar kedalaman air yang mendominasi adalah jenis plastik LDPE dengan presentase antara 66-100% (Gambar 5.37). Jenis plastik yang ditemui pada setiap titik adalah jenis plastik HDPE dan LDPE yang dominan berupa kantong plastik, begitu pula *macro debris* di perairan Pulau Untung Jawa sampah dominan yang ditemukan adalah jenis pembungkus makanan (Maharani *et al.*, 2017). Jenis plastik HDPE memiliki massa jenis 0,94-0,96 g/cm³ dan LDPE 0,91-0,93 g/cm³ (Vitz *et al.*, 2016) Hal ini menjadi wajar apabila keberadaan LDPE dan HDPE di permukaan air karena massa jenisnya lebih kecil dibandingkan massa jenis air sungai. Ketika LDPE mendominasi di setengah dan dasar kedalaman dikarenakan keberadaan plastik yang cukup lama di air yang mengakibatkan bertambahnya massa plastik karena *biofouling*. *Biofouling* merupakan fenomena yang

dipengaruhi oleh suhu, tingkat nutrient di badan air, jenis substrat, kecepatan, dan turbulensi aliran di sekitarnya (Fazey *et al.*, 2016). Tenggelamnya plastik juga dipengaruhi dengan tumbuhnya biofilm dan mineral yang terperangkap, pertumbuhan biofilm dapat menyebabkan plastik yang mulanya terapung di permukaan air menjadi tenggelamnya (Chen *et al.*, 2019)

5.6 Distribusi *Macro Debris*

Terdapat 3 distribusi *macro debris* dalam penelitian ini yaitu distribusi ukuran *macro debris*, distribusi komposisi *macro debris* dan makro plastik, dan distribusi jenis *macro debris* yang terdiri dari 7 jenis pada Lampiran A (Borang Jenis *Macro Debris*). Distribusi jenis *macro debris* terdiri dari 7 komponen yaitu plastik keras; plastik lunak; tali plastik; peralatan memancing; logam; kaca; karet; gabus; kain; peralatan berbahan kayu; kertas; bermacam-macam; lainnya; dan *adsorbent*. Pada setiap komponen terdapat sub komponen yang dapat dilihat pada Lampiran A.

Tabel 5. 7 Distribusi *Macro Debris* pada Permukaan Air

No	Jenis Sampah	Jarak Antar Titik (Km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Plastik Keras	1	2	1	3	3	5
2	Plastik Lunak	3	6	2	7	7	15
3	Tali Plastik	1	1	ND	1	1	1
4	Peralatan Menangkap Ikan	ND	ND	ND	1	ND	ND
5	Logam	ND	1	ND	1	1	1
6	Kaca	ND	1	ND	ND	1	1
7	Karet	ND	1	ND	2	1	1
8	Gabus	ND	3	1	1	1	6
9	Kain	ND	1	ND	ND	ND	1
10	Peralatan Berbahan Kayu	1	ND	1	1	ND	ND
11	Kertas	1	1	ND	1	5	2
12	Bermacam-macam	1	1	ND	1	2	ND

No	Jenis Sampah	Jarak Antar Titik (Km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
13	Lainnya	9	55	22	16	22	102
14	Adsorbent	ND	1	1	1	1	2
Jumlah		17	74	28	36	45	137

Tabel 5. 8 Distribusi Macro Debris pada Setengah Kedalaman Air

No	Jenis Sampah	Jarak Antar Titik (Km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Plastik Keras	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	Plastik Lunak	2	ND	ND	1	2	ND
3	Tali Plastik	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	Peralatan Menangkap Ikan	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	Logam	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	Kaca	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	Karet	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	Gabus	ND	ND	ND	ND	ND	1
9	Kain	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	Peralatan Berbahan Kayu	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	Kertas	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	Bermacam-macam	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	Lainnya	3	ND	ND	1	10	1
14	Adsorbent	ND	ND	ND	ND	1	ND
Jumlah		5	0	0	2	13	2

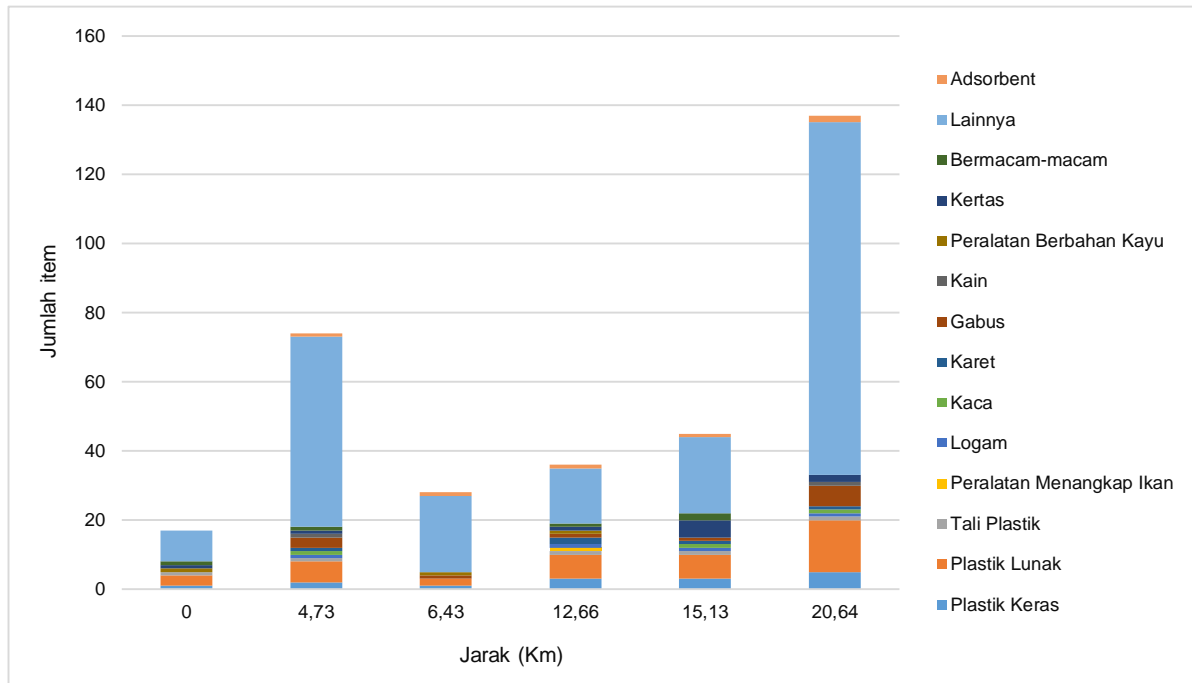
Tabel 5. 9 Distribusi *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman Air

No	Jenis Sampah	Jarak Antar Titik (Km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Plastik Keras	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	Plastik Lunak	3	1	ND	1	4	ND
3	Tali Plastik	ND	ND	ND	ND	1	ND
4	Peralatan Menangkap Ikan	ND	1	ND	ND	1	ND
5	Logam	ND	ND	ND	ND	1	ND
6	Kaca	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	Karet	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	Gabus	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	Kain	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	Peralatan Berbahan Kayu	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	Kertas	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	Bermacam-macam	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	Lainnya	8	1	ND	ND	8	ND
14	Adsorbent	ND	ND	ND	ND	1	ND
Jumlah		11	3	0	1	16	0

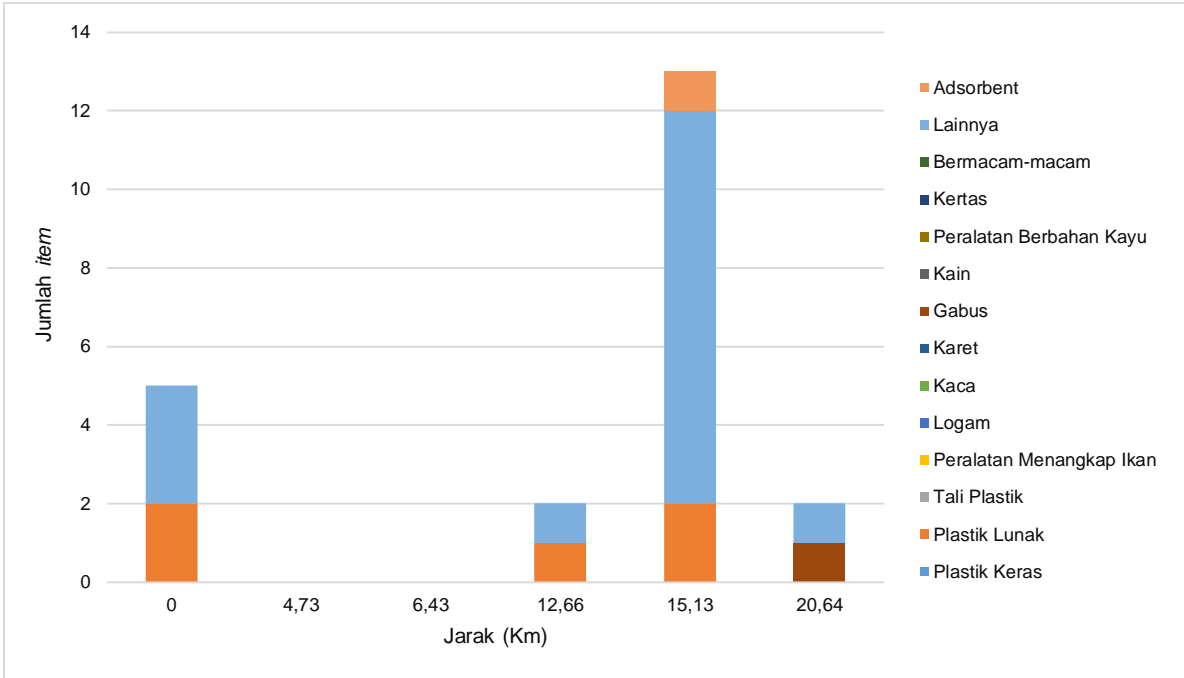
Tabel 5. 10 Distribusi *Macro Debris* di Kali Surabaya

No	Jenis Sampah	Jarak Antar Titik (Km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Plastik Keras	1	1	1	1	1	2
2	Plastik Lunak	3	3	1	3	5	5
3	Tali Plastik	1	1	ND	1	1	1
4	Peralatan Menangkap Ikan	ND	1	ND	1	1	ND
5	Logam	ND	1	ND	1	1	1
6	Kaca	ND	1	ND	ND	1	1
7	Karet	ND	1	ND	1	1	1

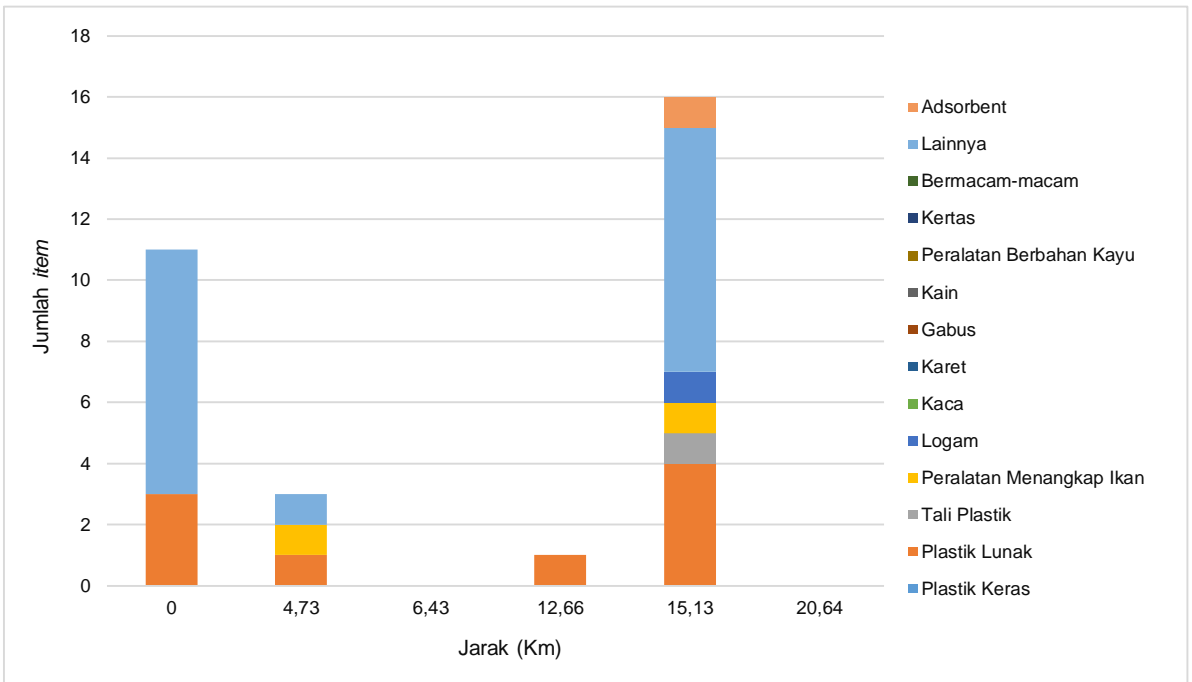
No	Jenis Sampah	Jarak Antar Titik (Km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
8	Gabus	ND	1	1	1	1	3
9	Kain	ND	1	ND	ND	ND	1
10	Peralatan Berbahan Kayu	1	ND	1	1	ND	ND
11	Kertas	1	1	ND	1	2	1
12	Bermacam-macam	1	1	ND	1	1	ND
13	Lainnya	7	19	8	6	14	35
14	Adsorbent	ND	1	1	1	1	1
	Jumlah	15	33	13	19	30	52



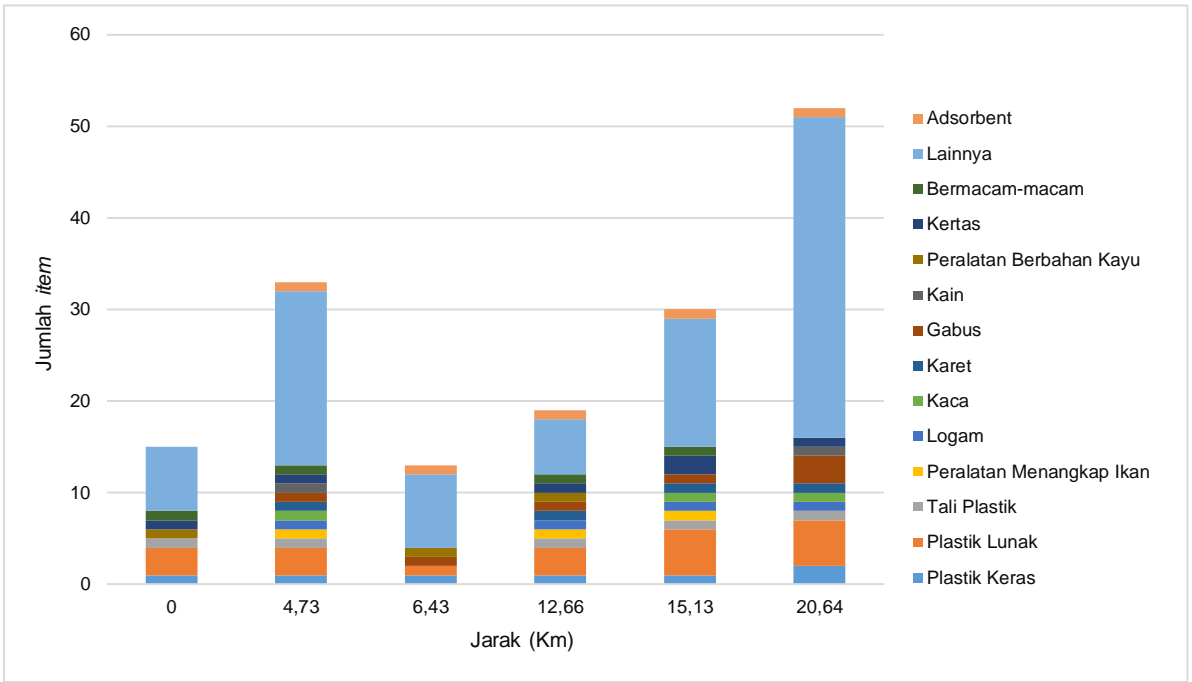
Gambar 5. 37 Distribusi *Macro Debris* pada Permukaan Air



Gambar 5. 38 Distribusi *Macro Debris* pada Setengah Kedalaman



Gambar 5. 39 Distribusi *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman Air



Gambar 5. 40 Distribusi Rata-Rata *Macro Debris* di Kali Surabaya

Berdasarkan Tabel 5.7 sampai 5.10 dan Gambar 5.39 sampai 5.42. Distribusi *macro debris* pada permukaan air didominasi oleh jenis sampah lainnya (sampah *biodegradable*) seperti daun, kayu, ranting, bonggol jagung, kulit pete, kulit pohon pisang, buah jambu, mengkudu dan lain-lain sebesar 226 *item* dan titik yang mempunyai jumlah *item* terbesar adalah titik setelah DAM Jagir sebesar 137 *item*, pada setengah kedalaman ditemukan plastik lunak seperti kantong plastik dan bungkus makanan serta sampah *biodegradable* masing-masing sebesar 5 *item* dan titik Joyoboyo merupakan titik dengan jumlah *item* tertinggi yaitu sebesar 13 *item*, dan pada dasar kedalaman jenis sampah yang mendominasi adalah sampah *biodegradable* sebesar 17 *item* serta titik Joyoboyo yang mendominasi sebesar 16 *item*. Pada *reference sites* jumlah *macro debris* terbanyak pada titik Air Terjun Coabn Talun sebesar 17 *item* sedangkan di Kali Surabaya terbanyak pada titik Setelah DAM Jagir (titik hilir) 52 *item* distribusi *macro debris* tertinggi pada titik hilir.

Distribusi rata-rata pada setiap titik di Kali Surabaya didominasi oleh sampah *biodegradable*. Sampah terdistribusi dari hulu hingga hilir sepanjang Kali Surabaya terjadi akumulasi dari sumber sampah yang bervariasi dari kegiatan di darat maupun di badan air sehingga jumlah sampah terbanyak berada pada titik hilir yaitu titik setelah DAM Jagir. Terjadi fluktuatif di titik Bambe sampai titik Karang Pilang karena kondisi hidrolis sungai yang berkelok, waktu pengambilan sampel dapat mempengaruhi kecepatan arus sungai dimana kecepatan arus rata-rata di titik Bambe paling tinggi dibandingkan titik Driyorejo dan Karangpilang serta jarak antar titik sehingga berpengaruh terhadap distribusi *macro debris*.

Melimpahnya sampah di sungai hal ini dipengaruhi oleh aktivitas manusia (antropogenik) di bantaran sungai dan aktivitas di badan air hal ini didukung dengan data kelimpahan maupun distribusi di *reference sites* dimana semakin menuju ke hilir kelimpahan *macro debris* semakin meningkat dengan adanya aktivitas manusia, padatnya penduduk dan kegiatan disekitar badan air yang berpengaruh pada jenis dan jumlah sampah yang dihasilkan. Kepadatan penduduk Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik lebih besar dibandingkan dengan *reference sites* hal ini

yang mempengaruhi jumlah timbulan sampah yang dihasilkan dan kelimpahan *macro debris* di Sungai.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan oleh Sudarwanto (2010) di Kecamatan Godean Kabupaten Sleman, sampah yang dibuang pada TPS ilegal berasal dari orang yang melintasi jalan raya. Tempat pembuangan sampah ilegal terbesar adalah di sungai, sampah di sungai tersebut beragam, seperti cangkang keong yang berasal dari warung makan dipinggir jalan, sisa sayuran dari rumah tangga, dan sampah plastik yang dibuang oleh warga sekitar.

Menurut Susmarkanto (2002), sumber pencemaran sungai bukan hanya disebabkan oleh limbah industri saja tetapi juga berasal dari buangan limbah rumah tangga (permukiman). Bahkan buangan limbah manusia yang berupa sampah, air kotor (tinja), deterjen dan sisa minyak andilnya lebih besar bila dibandingkan dengan limbah industri. Penelitian yang dilakukan di DKI Jakarta oleh P4L (Pusat Penelitian Pengembangan Perkotaan dan Lingkungan DKI Jakarta) bahwa terdapat 80% sumber pencemaran sungai yang mengalir di Jakarta ini berasal dari limbah rumah tangga dan hanya 20% yang berasal dari buangan limbah industri.

Pencemaran air sungai sangat besar pengaruhnya bagi orang banyak karena berbagai kepentingan terkait di dalamnya, antara lain untuk cuci, mandi, sumber air minum, transportasi, perikanan dan irigasi sawah. Bahkan sungai juga dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik, olah raga dan rekreasi. Namun dalam perkembangan peradapan manusia, sungai dipergunakan sebagai tempat pembuangan sampah dan limbah yang praktis dan murah. Menurut BLH Kota Surabaya (2009), Kali Surabaya memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Sebagai sumber air baku bagi PDAM Surabaya, kegiatan industri, kawasan perumahan, dan pertanian;
- b. Pengendali banjir Kota Surabaya dan sekitarnya, dengan pengaturan debit di pintu air Mlirip dan Gunungsari;
- c. Pemasok air sebagai aliran dasar (*base flow*) sebesar $\pm 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ yang berfungsi untuk pengenceran limbah industri, limbah domestik, dan mempertahankan

ekosistem sungai, baik di Kali Surabaya sendiri maupun saluran drainase kota;

d. Sebagai sarana wisata dan olahraga air;

e. Sebagai sarana transportasi air.

Akibatnya kondisi perairan sungai semakin kritis karena keberadaan sampah dan harus segera dibenahi pengendalian dan pengelolaannya jika tidak ingin perairan sungai menjadi kehilangan fungsi sesuai dengan peruntukannya.

Kegiatan membuang sampah di sungai dilakukan karena adanya kemudahan yang didapat seperti posisi rumah dekat dengan sungai. Selain itu, adanya kontrol dalam diri individu serta adanya dukungan dari *significant person* seperti keluarga dan tetangga memiliki peranan yang cukup besar dalam memunculkan intensi membuang sampah (Ghassani dan Yusuf, 2014). Menurut Lawal (2017), intervensi diperlukan dalam hal mendidik penduduk yang tumbuh di kota metropolitan tentang penerapan pengelolaan sampah dan perlu adanya kolaborasi kemitraan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sementara adalah sebagai berikut:

1. Kelimpahan *macro debris* pada setiap kedalaman yang dominan tidak pada titik yang sama. Pada permukaan air tertinggi pada titik Setelah DAM Jagir sebesar $1,73 \text{ item/m}^3$ dengan bobot $3,49 \text{ g/m}^3$, pada setengah kedalaman kelimpahan terbesar pada titik Joyoboyo sebesar $0,26 \text{ item/m}^3$ dengan bobot $0,33 \text{ g/m}^3$, dan pada dasar kelimpahan terbesar pada titik Driyorejo sebesar $0,97 \text{ item/m}^3$ dengan bobot $0,7 \text{ g/m}^3$. Untuk kelimpahan rata-rata pada setiap kedalaman terbesar berada pada titik setelah DAM Jagir hilir Kali Surabaya yaitu sebesar $0,59 \text{ item/m}^3$ dengan bobot $1,16 \text{ g/m}^3$. Kelimpahan *macro debris* di Kali Surabaya lebih besar dibandingkan dengan *reference sites*.
2. Komponen sampah yang dominan pada permukaan adalah sampah kebun (31-63)% sedangkan untuk jenis plastik yang dominan adalah HDPE (5-89)%, pada setengah kedalaman komponen sampah yang dominan adalah plastik (32-82)% sedangkan untuk jenis plastik yang dominan adalah jenis plastik LDPE (81-100)%, dan pada dasar kedalaman komponen sampah yang dominan adalah plastik (10-100)% sedangkan untuk jenis plastik yang dominan adalah jenis plastik LDPE (66-100)%. Komponen sampah yang dominan pada setiap titik adalah sampah kebun (27-65)% sedangkan untuk jenis plastik yaitu HDPE (5-88)%. Jenis sampah yang mendominasi di Kali Surabaya sama dengan *reference sites* yaitu jenis sampah kebun dan sampah plastik.
3. Distribusi *macro debris* berdasarkan ukurannya yang paling dominan adalah kelas 2 yaitu sampah dengan panjang 4-8 cm dengan presentase antara (29-35)%, untuk distribusi jumlah sampah setiap *item* pada

permukaan jumlah *item* terbanyak pada titik Jagir sebesar 137 *item*, pada setengah kedalaman jumlah *item* terbanyak pada titik Joyoboyo sebesar 13 *item*, dan pada dasar kedalaman jumlah *item* terbanyak terdapat pada titik Joyoboyo sebesar 16 *item*. Jumlah *item* rata-rata terbanyak berada pada titik setelah DAM Jagir yaitu sebesar 52 *item*. Jumlah sampah Kali Surabaya lebih banyak dibandingkan *reference sites*.

6.2 Saran

Setelah dilakukan distribusi dan karakteristik *macro debris* di Kali Surabaya, disarankan adanya penelitian lanjutan terkait partisipasi masyarakat dalam membuang sampah di Kali Surabaya serta adanya peningkatan pengelolaan sampah, dan perlu adanya penelitian terkait *macro debris* dengan metode yang berbeda sebagai bahan perbandingan karena *Manta trawl* mempunyai keterbatasan ukuran sehingga dapat dilakukan dengan metode transek dan menggunakan analisis FTIR untuk menentukan jenis plastik bukan hanya menggunakan studi literatur saja..

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Hilal, A., & Al-Najjar, T, 2004. *Litter Pollution on the Jordanian Shores of the Gulf of Aqaba (Red Sea)*. Mar. Environ. Res. 58:39-63.
- Aderson, J. C., Park, B. J., Palace, V. P. 2016. *Microplastic in Aquatic Environments: Implications For Canadian Ecosystems*. Environmental Pollution Vol. 218 Hal. 269 -280
- Alam, P dan Ahmade, K. 2013. *Impact of Solid Waste on Health and The Environment*. IJSDGE Vol. 2 No. 1 Hal. 2315-4721.
- Assuyuti, Y.M., Zikrillah, R.B., dan Tanzil, M.A. 2018. *Distribusi dan Jenis Sampah Laut serta Hubungannnya terhadap Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pramuka, Panggang, Air, dan Kotok Besar di Kepulauan Seribu Jakarta*. A Scientific Journal. Vol.35(2) Hal. 91-102.
- Blettler, M.C.M., Ulla, M.A., Rabufetti, A.P., Garello, N. 2017. *Plastic Pollution In Freshwater Ecosystem : Macro-, Meso-, and Microplastic Debris in a Floodplain Lake*. Environmental Monitoring Assesment Vol. 189 Hal. 581-594.
- BPS Kecamatan Bumiaji.2018. *Kecamatan Bumiaji Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Kota Batu.
- BPS Kabupaten Gresik. 2018. *Kabupaten Gresik Dalam Angka 2017*.Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik.
- BPS Kota Surabaya.2018. *Kota Surabaya Dalam Angka 2017*.Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Breulman, G., Nironiya, I., dan Ogino, K. 2012. *Distribution Characteristics of Mineral Elements in*

Three Leaves of a Mixed Dipterocarp Forest in Sarawak Malaysia. Topics Vol. 6 (112).

- Chen, X., Xiong, X., Jiang, X., Shi, H., dan Wu, C. 2019. *Sinking of Floating Plastic Debris caused by Biofilm Development in a Freshwater Lake.* *Journal of Chemosphere.* Vol. 222 (856-864)
- Costa, M.F., Silva-Cavalcanti, J.S, Barbosa, C.C, Portugal, J.L., dan Barletta, M. 2011. *Plastics buried in the inter-tidal plain of a tropical estuarine ecosystem.* *Journal of Coastal Research.* (64):339-343.
- CSIRO. 2018. *Survey Methodology Resources: Marine Debris Item List.* Marine Debris Research. <https://research.csiro.au/marinedebris/resources/>. Diakses pada tanggal 25 Desember 2018.
- Darmawan, A. 2014. *Perilaku Masyarakat dalam Mengelola Sampah di Kota Bima Nusa Tenggara Barat.* *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota.* Vol. 10 No. 2 Hal. 175-186.
- Dhokhikah, Y dan Trihadiningrum, Y. 2012. *Solid Waste Management In Asian Developing Countries: Challenges And Opportunies.* *Journal of Applied Environmental and Biological Science* Vol. 2 No. 7 Hal. 329-335.
- Dwiyitno, Wibowo, S., Januar, H.I., Andayani, F., Yusuf, G., Barokah, G.R., Annisah, U., Putri, A.K. 2018. *Ancaman Cemaran Marin Debris dan Mikroplastik pada Lingkungan Perairan dan Produk Perikanan dalam dalam Policy Brief.* Jakarta: Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.

- Fazey, F.M.C., dan Ryan, P.G. 2016. *Biofouling on buoyant marine plastics: An experimental study into the effect size on surface longevity*. Journal of Environmental Pollution. Vol.210 Hal.354-360.
- Gewert, B., Martin, O., Andreas, B., dan Matthew, M. 2017. *Abundance and Composition of Near Surface Microplastics and Palastic debris in the Stockholm Archipelago, Baltic Sea*. Elsevier.
- Ghassani, R., dan Yusuf, U. 2014. *Studi Mengenai Intensi Membuang Sampah di Sungai Cikapundung pada Ibu-Ibu RW 15 Kelurahan Tamansari Bandung*. Fakultas Psikologi : Universitas Islam Bandung.
- GVR, 2015. *Plastics Market Analysis by Product (PE, PP, PVC, PET, Polystyrene, Engineering Thermoplastics), by Application (Film & Sheet, Injection Molding, Textiles, Packaging, Transportation, Construction) and Segment Forecast to 2020*. Grand View Research, San Francisco, CA, 360
- Hastuti, A. R. 2014 '*Distribusi Spasial Sampah Laut Di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk Jakarta*', 4(December), p. 41. doi: 10.13057/bonorowo/w040203.
- Horton, A.A., Svendsen, C., Williams, R.J., Spurgeon, D.J., Lahive, E., 2016. *Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK - abundance, sources and methods for effective quantification*. Mar. Pollut. Bull. 114 (1), 218e226. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.004>.
- Indrawati, D. 2011 '*Upaya Pengendalian Pencemaran Sungai yang diakibatkan oleh sampah*', Tjl, Vol 5 No.(6), pp. 193–200.

- Ivar do Sul JA, Costa MF. 2013. *Plastic pollution risks in an estuarine conservation unit. Journal of Coastal Research.* (65):48-53.doi:10.2112/SI65- 009.1.
- Jain, A. 2016. *Waste Management in Asean Countries: United Nations Environment Summary Reports.* https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21134/waste_mgt_asean_summary.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diakses pada tanggal 1 Desember 2018.
- Jaakola, H., Thalheim, B., Kiyoki, Y. 2017. *Information Modelling and Knowledge Bases.* Edisi XXVIII. IOS Press BV. Amsderdam, Belanda.
- Jambeck, J.R. 2015. *Plastic Waste Inputs from Land intoThe Ocean.* Science 347, 768-771.
- Karina, S.N., Dwiyono, H.U., dan Budijanto. 2013. *Analisis Karakteristik dan Prakiraan Volume Sampah Tahun 2013-2020 di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gedangkaret Kabupaten Jombang.*
- Karlsson., M.T., A. Dick Vethaak., Bethanie, C.A., Freek Ariese., Martin, V.V., Martin Hassellov., Heather A. Leslie. 2017. *Screening For Microplastic In Sediment, Water, Marine Invertebrates And Fish : Method Development And Microplastic Accumulation.* Marine Pollution Bulletin Vol. 122 No.1-2 Hal. 403-408.
- Lahens, L., Strady, E., Le, T.C.K., Dris, R., Boukerma, K., Rinnert, E., Gasperi, J., dan Tassin, B. 2018. *Macroplastic and Microplastic Contamination Assessment of a Tropica; River (Saigon River, Vietnam) Transversed By a Developing Megacity.* Environmental Pollution Vol. 236 Page. 663-671.

- Lawal, A.S. 2017. Population Growth and Waste Management in Metropolitan Lagos. *Journal of Sociology and Antropology*. Vol.10(84-100)
- Lee, J.S., Hong, Y.K., Song, S.H., Hong, Y.C., Jang, M., Jang, N.W., Heo, G.M., Han, M.J., Lee, D., Kang., dan Shim. W.J., 2013. *Relationships Among the Abundances of Plastic Debris in Different Size Classes on Beaches in South Korea*. *Marine pollution bulletin*. 77:349-354.
- Lippiatt, S., Opfer, S., dan Arthur, C. 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment. *NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46*, (November). Retrieved from http://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt_et_al_2013.pdf
- Maharani, A., Handyman, D.I., Salafy, A., Nurrahman, Y., dan Purba, N.P. 2017. *Kondisi Macro Debris di Mangrove Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu*.
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., dan Arthur, C. 2015. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. *NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48*.
- Mendenhall, E. 2018. Oceans of plastic: A research agenda to propel policy development, *Marine Policy*. Elsevier Ltd, (April), pp. 0–1. doi: 10.1016/j.marpol.2018.05.005.
- Morritt, D., Paris, V.S., Dave, P., Oliver A.C., dan Paul, F.C. 2014 *'Plastic in the Thames: A river runs through it'*, *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier Ltd, 78(1–2), pp. 196–200. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.10.035.
- Mote Marine Laboratory. *Marine debris biodegradation*

- time line*. 1993. Available from:
<http://cmore.soest.hawaii.edu/cruises/super/biodegradation.html>.
- Mulasari, A., Husodo, A.H., dan Muhadjir, N. 2016 Analisis Situasi Permasalahan Sampah Kota Yogyakarta dan Kebijakan Penanggulangannya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas>
- Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J.L., Pereira, T. 2015. *Ingestion of Microplastic by Commercial Fish Off the Portuguese Coast*. *Marine Pollution Bulletin*
- Niaounakis, M. 2017. *Management of Marine Plastic Debris "Prevention, Recycling, and Waste Management"*. Elsevier.
<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-44354-8.00003-3>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 2018. Ocean Facts "What is Marine Debris?".
<https://oceanservice.noaa.gov/facts/marinedebris.html>, 06/25/18
- Peraturan Daerah Kota Surabaya. 2014. Perda No 5 tahun 2014 tentang Pengolahan Sampah dan Kebersihan di Kota Surabaya. Surabaya: Walikota Surabaya.
- Pratama, R.A., Kiki, P.U., dan Dian, R.J. 2016. *Perilaku Masyarakat dalam Membuang Sampah di Tempat Penampung Sementara (TPS) di Kecamatan Pontianak Barat Kota Pontianak*.
- Purba, N.P. 2017. *Status Sampah Laut Indonesia*.
https://www.researchgate.net/publication/312586557_Status_Sampah_Laut_Indonesia. Diakses pada tanggal 5 November 2018.
- Purwaningrum, P. 2016. 'Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan', *Jtl*, 8(2), pp. 141–

147. Available at:
<https://media.neliti.com/media/publications/64124-ID-none.pdf>.

- Puspitasari, D.E. 2009. *Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Prespektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta)*. MIMBAR HUKUM Vol.21 No.1 Hal.23-34.
- Raharjo, S., dan Rima G. 2015. *Studi Timbulan, Komposisi, Karakteristik, dan Potensi Daur Ulang Sampah Non Domestik Kabupaten Tanah Datar*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND. Vol.12 No.1 Hal. 27-37.
- Reisser, J., Slat, B., Noble, K., Du Plessis, K., Epp, M., Proietti, M., dan Pattiaratchi, C., 2015. *The vertical distribution of buoyant plastics at sea: an observational study in the North Atlantic Gyre*. *Biogeosciences*, 12(4), 1249.
- Scherer, C., Weber, A., Lambert, A., Wagner, M. 2018. *Interaction of Micropastics with Freshwater Biota*. Freshwater Microplastics. In: Wagner M, Lambert S(eds) Freshwater Microplastics: Emerging Environmental Contaminants. Springer, Heidelberg.
- SERAS. 2013. Standard Operating Procedure. Surface Water Sampling (1-14).
- Shafy, H.I.A. and Mansour, M.S.M. 2018. Solid Waste issue: *Source, Composition, Disposal, Recycling, and Valorization*. *Egyption Journal of Petroleum*. Vol.27(1275-1290)

- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. 2018. <http://sipsn.menlhk.go.id/?q=3a-komposisi-sampah>
- Silva, R. V. and de Brito, J. 2018. *Plastic wastes, Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-08-102156-9.00007-9.
- Silva, A. B., Bastos, A. S., Justino, C. I. L., da Costa, J. P., Duarte, A. C., dan Rocha-Santos, T. A. P. 2017. *Microplastics in the Environment: Challenges in Analytical Chemistry – A Review*. *Analytica Chimica Acta* 1017:1-19.
- Simpson, R dan Monika Z. 2012. *The Economy Of Green Cities: A World Compendium on The Green Urban Economy Local Sustainability*. Springer Science & Bussines Media.
- Smith SDA, Markic A. 2013. *Estimate of marine debris accumulation on beaches are strongly affected by the temporal scale of sampling*. *Plos One*.8(12) :1-6. doi:10.1371/journal.pone.0083694
- Sudarso, J., Yusli, W., Daniel, D.S., dan Woro, A. 2013. *Pengaruh Aktivitas Antropogenik di Sungai Ciliwung Terhadap Komunitas Larva Trichoptera*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Vol.20(68-83).
- Sudarwanto, S. 2010. Peran Strategis Perempuan Dalam Pengelolaan Limbah Padat Bernilai Ekonomi. *Jurnal EKOSAINS*, 2(1): 65-74
- Sumiyarsono, E. 2018. *Model Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya*. Disertasi. Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Susmarkanto. 2002. *Pencemaran Lingkungan Perairan Sungai Salah Satu Faktor Penyebab Banjir di*

Jakarta. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.3 (13-16).

SNI 3242:2008. Pengelolaan Sampah di Pemukiman.

Suwari. 2010. *Model Pengendalian Pencemaran Air Pada Wilayah Kali Surabaya*. Disertasi. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., dan Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. Mc. Graw-Hill, Inc: New York.

UNEP. 2011. *Marine Plastic Debris and Microplastics – Global Lessons and Research to Inspire Action and Guide Policy Change* Nairobi.

Undang Undang Republik Indonesia No 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah

Uneputty, P. A., & Evans, S. M., 1997. *Accumulation of beach litter on islands of the Pulau Seribu Archipelago, Indonesia*. *Marine Pollution Bulletin*, 34(8), 652-655.

Vermaire, J.C., Pomeroy, C., Herczegh, S.M., Haggart, O., Murphy, M. 2017. *Microplastic Abundance and Distribution in The Open Water and Sedimentt Of The Ottawa River, Canada, and Its Tribution*. FACETS Vol.2 No.1 Hal. 302-3014.

Vieira, B.P., Dias, D., Nakamura, E.M., Arai, T.I., dan Hanazaki, N. 2013. *Is there temporal variation on solid waste stranding in mangroves? A case study in Ratones mangrove, Florianopolis, Brazil*. *Biotemas*. 26(1):79-86.doi:10.5007/2175-7925.2013v26n1p79.

Vitz, E., Moore, J.W., Shorb, J., Resina X.P., Wendorff, T., dan Hahn, A. 2016. *Sorting Recyclable Plastics by Density*. https://chem.libretexts.org/Ancillary_Materials/Exemplars_and_Case_Studies/Exemplars/Environmental_and_Green_chemistry/Sorting_Recyclable_Plastics_by_Density. Diakses pada tanggal 8 Januari 2019.

LAMPIRAN A
BORANG MACRO DEBRIS

JENIS MACRO DEBRIS

(Sumber: CSIRO, 2018)

Lokasi Titik Sampling :

Tanggal Sampling :

Nama Surveyor :

Jenis Sampah		Kode	Ukuran
Jenis Plastik Keras	Pipa / PVC	H1	
	Botol Minuman <1L	H2	
	Botol Lainnya	H3	
	Tutup botol	H4	
	Wadah makanan	H5	
	Perkakas/piring/mangkok	H6	
	Ember	H7	
	Korek Api	H8	
	Stik lolipop/stik pembersih telinga	H9	
	Lainnya	H10	
Jenis Plastik Lunak	Kantong Plastik	S1	
	Bungkus makanan	S2	
	Terpal	S3	
	Cangkir/tutup cangkir/gelas	S4	
	Sedotan	S5	
	Lainnya	S6	
Tali Pita stik	Tali/pita	BP1	

Jenis Sampah		Kode	Ukuran
	Packing strap	BP2	
	Gulungan kabel	BP3	
	Lainnya	BP4	
Peralatan Menangkap Ikan	Jaring	F1	
	Senar pancing	F2	
	Umpan memancing	F3	
	Pelampung	F4	
	<i>Glow stick</i> /umpan pancing	F5	
	Kail ikan	F6	
	Lainnya	F7	
Logam	Pipa	M1	
	Kawat	M2	
	Tabung aerosol	M3	
	Kaleng minuman	M4	
	Kaleng makanan	M5	
	Tutup	M6	
	Bungkus makanan	M7	
	Aluminium foil	M8	
	Ember	M9	
Lainnya	M10		
Kaca	Botol minuman	G1	
	Kaleng	G2	
	Tabung	G3	
	Lainnya	G4	
Karet	Tali sepatu	R1	
	Roda ban	R2	

Jenis Sampah		Kode	Ukuran
	Balon	R3	
	Gelang karet	R4	
	Lainnya	R5	
Gabus	Wadah makan	D1	
	Cangkir/piring/mangkok	D2	
	Busa	D3	
	Lainnya	D4	
Kain	Tali	C1	
	Pakaian/handuk	C2	
	Kain lap	C3	
	Solasi	C4	
	Lainnya	C5	
Kayu	Kayu	T1	
	Peralatan/supit	T2	
	Tutup botol	T3	
	Palet	T4	
	Lainnya	T5	
Kertas	Rokok/putung rokok	P1	
	Kertas	P2	
	Majalah/koran	P3	
	Tas	P4	
	Kardus	P5	
	Wadah makanan	P6	
	Pembungkus makanan	P7	
	Wadah minuman	P8	
	Cangkir/gelas	P9	

Jenis Sampah		Kode	Ukuran
	Piring/mangkok	P10	
	Lainnya	P11	
Bermacam-macam	Baterai	Z1	
	Batu bata/semen	Z2	
	Karpet	Z3	
	Keramik	Z4	
	Sampah elektronik	Z5	
	Furnitur	Z6	
	Peralatan kecil	Z7	
	Alat elektronik yang berukuran besar (mesin cuci, blender, kulkas)	Z8	
	Komponen mobil	Z9	
	Komponen perahu	Z10	
	Tas/ kotak sampah domestik	Z11	
	Pelet plastik	Z12	
Lainnya	Sisa Makanan	O1	
	Kayu	O2	
	Ranting	O3	
	Daun	O4	
	Bunga	O5	
	Biji	O6	
	Lainnya	O7	
Adsorbent	Pembalut	O8	
	Diapers	O9	
	Lainnya	O10	

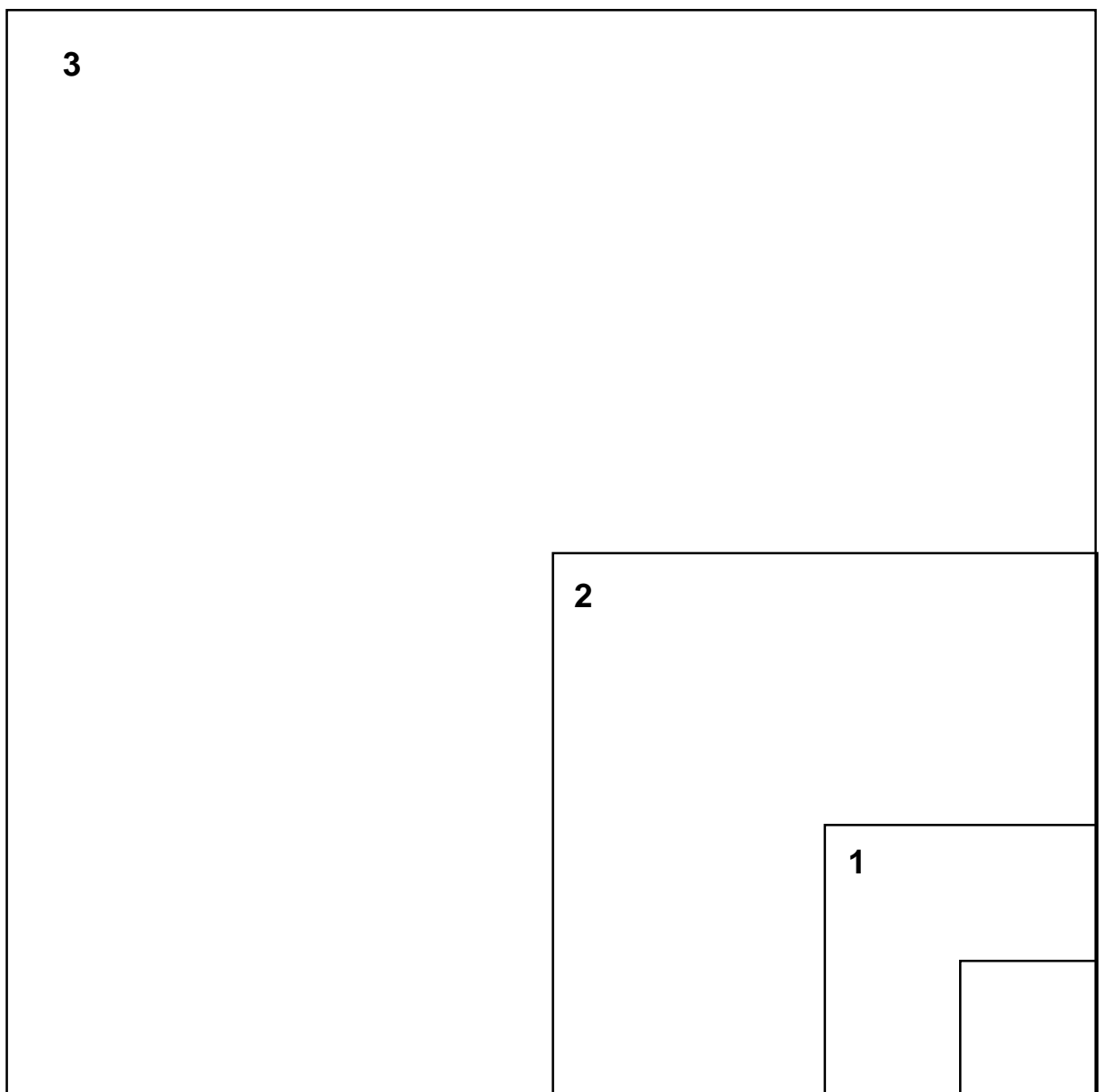
SIZE CLASS BOX

(Sumber: CSIRO, 2018)

Bagan Ukuran *Macro Debris*

Panduan:

- Bagan ini dapat membantu dalam klasifikasi ukuran macro debris
- Kotak dibawah menggambarkan perbedaan klasifikasi ukuran sebagai berikut:
1 = 2-4 cm²; **2** = 4-8 cm²; **3** = 8-16 cm²; **4** = 16-21 cm²; **5** = >21 cm²
- Untuk klasifikasi ukuran **4** (sesuai ukuran kertas A4), dan **5** (lebih besar dari ukuran kertas A4)
- Untuk estimasi ukuran, panjang sampah harus sesuai sepenuhnya di dalam kotak klasifikasi ukuran *macro debris*.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

TABEL KLASIFIKASI UKURAN *MACRO DEBRIS*

(Sumber: CSIRO, 2018)

No	Kode	Size Class	No	Kode	Size Class
1			25		
2			26		
3			27		
4			28		
5			29		
6			30		
7			31		
8			32		
9			33		
10			34		
11			35		
12			36		
13			37		
14			38		
15			39		
16			40		
17			41		
18			42		
19			43		
20			44		
21			45		
22			45		
23			47		
24			48		

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B PROSEDUR PERCOBAAN

A. Sampling *Macro Debris* Pada Permukaan Air

Pengambilan sampel mikroplastik pada permukaan air dilakukan dengan cara Free *et al.*, 2014; Lusher *et al.*, 2015)

1. Sampling dilakukan menggunakan *manta trawl* dengan ukuran bukaan 0,61 m lebar x 0,16 tinggi, ukuran pori 333 μm mesh, panjang 3 m dan ukuran *cod-end* 30 x 10 cm^2 (Gambar 4.4).
2. *Manta trawl* dilemparkan ke sisi kapal sebelah kanan dan tali *manta trawl* dikaitkan pada batang logam yang diposisikan horizontal melakat pada badan kapal agar letak alat berada di luar “*bow wake*” yang ditimbulkan oleh pergerakan kapal.
3. Dipasang jaring untuk mencegah *clogging* pada *Manta trawl* yang diakibatkan oleh macro debris yang tersaring dan membantu dalam pengambilan sampel.
4. *Manta trawl* dibiarkan selama 20 menit.
5. Pada durasi 20 menit, panjang lintasan bervariasi dengan arus permukaan, menyebabkan volume air yang disaring untuk setiap penarikan tidak standar. Sehingga *current meter* diletakkan di mulut *manta trawl* untuk memungkinkan perhitungan jumlah air yang disaring.
6. *Manta trawl* diangkat ke kapal, dibilas dari luar mesh dengan *aquades* menggunakan semprotan.
7. Semua sampel macro debris dimasukkan ke dalam *trash bag* dan diberi label
8. Semua sampel diawetkan dengan alkohol 90% untuk kemudian dianalisis di laboratorium.
9. Pengambilan sampel dilakukan dengan pengulangan sebanyak 2 kali.
10. Perhitungan dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$V = A \times v \times t$$

Keterangan:

V : volume air tersaring (m^3)

A : Luas Bukaan Mulut Manta (m^2)

v : Kecepatan arus air (m/s)

t : Durasi Sampling (s)

$$\text{Kelimpahan macro debris} = \frac{\text{Jumlah item}}{\text{Volume air tersaring}}$$

B. Sampling Macro Debris pada Setengah Kedalaman dan Dasar Kedalaman

Pengambilan sampel mikroplastik pada setengah kedalaman air

1. Sampling dilakukan menggunakan *modified trawl* dengan ukuran bukaan 0,61 m lebar x 0,16 tinggi, ukuran pori 333 μm mesh, panjang 3 m dan ukuran *cod-end* 30 x 10 cm^2 (Gambar 4.5).
2. Kedalaman lokasi sampling diukur dengan menggunakan meteran yang dilengkapi pemberat.
3. *Modified trawl* diteggelamkan di sisi kapal sebelah kanan dengan struktur logam *trawl* tambahan yang disambungkan pada batang logam yang diposisikan horizontal melekat pada kapal agar letak alat berada pada setengah dan dasar kedalaman di luar “*bow wake*” yang ditimbulkan oleh pergerakan kapal.
4. *Modified trawl* dibiarkan selama 20 menit.
5. Pada durasi 20 menit, panjang lintasan bervariasi dengan arus permukaan, menyebabkan volume air yang disaring untuk setiap penarikan tidak standar. Sehingga *current meter* diletakkan di mulut *modified trawl* untuk memungkinkan perhitungan jumlah air yang disaring.
6. *Modified trawl* diangkat ke kapal, dibilas dari luar mesh dengan *aquades* menggunakan semprotan.
7. Semua sampel macro debris dimasukkan ke dalam *trash bag* dan diberi label
8. Semua sampel diawetkan dengan alkohol 90% untuk kemudian dianalisis di laboratorium.
9. Pengambilan sampel dilakukan dengan pengulangan sebanyak 2 kali.

C. Sampling Air untuk Pengukuran Parameter

Pengambilan sampel air untuk pengukuran salinitas, pH dan suhu pada berbagai kedalaman (permukaan, setengah kedalaman dan dekat sedimen) dilakukan dengan cara (SERAS, 2013):

1. Sampling dilakukan menggunakan *Van Dorn sampler* (Gambar 4.3)
2. *Van Dorn sampler* yang tidak terkontaminasi ditempatkan pada posisi menjauh dari tubuh yang memungkinkan air masuk ke tabung.
3. Perangkat diturunkan ke kedalaman yang telah ditentukan dengan menghindari pengaruh sedimen.
4. Ketika *Van Dorn sampler* berada di kedalaman yang ditentukan, pemantik dijatuhkan melalui benang untuk menutup *stopper* perangkat sampling.
5. *Van Dorn sampler* diangkat dan 10-20 mL pertama dibuang dari saluran untuk membersihkan potensi kontaminasi dari katup. Air diambil 100 mL untuk pengukuran salinitas, suhu, densitas dan pH.
6. Pengukuran parameter dilakukan sebanyak 2 kali.

D. Penanganan Sampel

1. Sampel *macro debris* yang telah disimpah dan diberi alkohol dimasukkan kedalam baskom untuk dibilas dengan air kran.

Prosedur ini bertujuan untuk membersihkan *macro debris* dari debris berukuran meso maupun mikro.

2. Sampel diletakkan di loyang aluminium kemudian dioven selama 1x24 jam.
3. Dipindahkan kedalam baskom dan dibiarkan selama 1x24 jam agar sampel dalam suhu yang normal.
4. Dilakukan pengukuran panjang sampel untuk menentukan apakah sampel masuk dalam kriteria ukuran makro dengan menggunakan *size class box* (Lampiran A).
5. Dipilah berdasarkan jenis sampah (Tabel 2.1)

6. Sampel ditimbang berdasarkan jenisnya untuk menentukan komposisi macro debris dan makro plastik.

7. Perhitungan dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Komposisi} = \frac{\text{massa sampel berdasarkan jenisnya}}{\text{massa total sampel}} \times 100\%$$

LAMPIRAN C
DATA HASIL ANALISIS

A. Reference Sites

Tabel 1. *Size Class Macro Debris* di *Reference Sites*

Size Class	Arboretum	Sebelum Coban Talun	Coban Talun
2-4 cm	0	25	33
4-8 cm	0	38	48
8-16 cm	0	13	14
16-21 cm	0	13	5
>21 cm	0	13	0

Tabel 2. *Komposisi Macro Debris* di *Reference Sites*

No	Jenis Sampah	Arboretum	Sebelum Coban Talun	Coban Talun
1	Sisa Makanan	0%	0%	0%
2	Kayu, Ranting, dan Daun	0%	67%	67%
3	Kertas	0%	0%	0%
4	Plastik	0%	33%	33%
5	Logam	0%	0%	0%
6	Kain Tekstil	0%	0%	0%
7	Karet Kulit	0%	0%	0%
8	Kaca	0%	0%	0%
9	Residu	0%	0%	0%
10	<i>Adsorbent</i>	0%	0%	0%

Tabel 3. *Komposisi Makro Plastik* di *Reference Sites*

Jenis Plastik	Arboretum	Sebelum Coban Talun	Coban Talun
PET	0%	0%	0%
HDPE	0%	88%	11%
PVC	0%	0%	0%
LDPE	0%	11%	11%

Jenis Plastik	Arboretum	Sebelum Coban Talun	Coban Talun
PP	0%	1%	11%
PS	0%	0%	0%
PC	0%	0%	0%

B. Data Distribusi dan Karakteristik *Macro Debris* di Kali Surabaya

Tabel 6. *Size Class Macro Debris* pada Permukaan Air

<i>Size Class</i>	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
2-4 cm	33	32	24	22	22	26
4-8 cm	33	37	34	28	27	29
8-16 cm	20	18	21	28	27	27
16-21 cm	7	6	7	9	7	7
>21 cm	7	7	14	13	17	10

Tabel 7. *Size Class Macro Debris* pada Setengah Kedalaman

<i>Size Class</i>	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
2-4 cm	ND	ND	ND	25	14	50
4-8 cm	100	ND	ND	25	50	50
8-16 cm	ND	ND	ND	25	14	ND
16-21 cm	ND	ND	ND	ND	7	ND
>21 cm	ND	ND	ND	25	14	ND

Tabel 8. *Size Class Macro Debris* pada Dasar Kedalaman

Size Class	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
2-4 cm	38	0	0	0	13	0
4-8 cm	25	0	0	50	25	0
8-16 cm	25	67	0	0	25	0
16-21 cm	6	0	0	0	13	0
>21 cm	6	33	0	50	25	0

Tabel 9. *Size Class Macro Debris* Rata-Rata di Kali Surabaya

Size Class	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
2-4 cm	32	31	24	21	19	26
4-8 cm	35	35	34	29	32	30
8-16 cm	21	20	21	26	24	27
16-21 cm	6	5	7	8	8	7
>21 cm	6	8	14	16	17	10

Tabel 11. Berat *Macro Debris* pada Permukaan Air

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
(gram)							
1	Sisa Makanan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Kayu, Ranting, dan Daun	3,4	32,5	19,8	22,7	30,6	171,8
3	Kertas	0,0	0,6	0,4	1,2	16,5	3,6
4	Plastik	2,1	11,1	12,6	19,7	32,0	42,7
5	Logam	0,0	0,6	0,0	3,6	0,2	5,8
6	Kain Tekstil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
7	Karet Kulit	0,0	3,0	0,0	11,2	2,2	14,6
8	Kaca	0,0	11,1	0,0	0,0	9,0	18,6

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
		(gram)					
9	Residu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
10	Adsorbent	0,0	9,1	5,1	5,5	9,4	13,7
Total		5,4	68,0	37,9	63,9	99,8	273,3

Tabel 12. Komposisi *Macro Debris* pada Permukaan Air

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Sisa Makanan	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Kayu, Ranting, dan Daun	62%	48%	52%	36%	31%	63%
3	Kertas	0%	1%	1%	2%	17%	1%
4	Plastik	38%	16%	33%	31%	32%	16%
5	Logam	0%	1%	0%	6%	0%	2%
6	Kain Tekstil	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Karet Kulit	0%	4%	0%	18%	2%	5%
8	Kaca	0%	16%	0%	0%	9%	7%
9	Residu	0%	0%	0%	0%	0%	1%
10	Adsorbent	0%	13%	13%	9%	9%	5%

Tabel 13. Berat *Macro Debris* pada Setengah Kedalaman

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
		(gram)					
1	Sisa Makanan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Kayu, Ranting, dan Daun	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0
3	Kertas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
		(gram)					
4	Plastik	0,0	0,0	0,0	0,2	5,1	0,0
5	Logam	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Kain Tekstil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Karet Kulit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Kaca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Residu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	<i>Adsorbent</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0
Total		0,0	0,0	0,0	0,2	15,9	0,0

Tabel 14. Komposisi *Macro Debris* pada Setengah Kedalaman

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Sisa Makanan	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Kayu, Ranting, dan Daun	63%	0%	0%	18%	43%	37%
3	Kertas	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	Plastik	37%	0%	0%	82%	32%	63%
5	Logam	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	Kain Tekstil	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Karet Kulit	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	Kaca	0%	0%	0%	0%	0%	0%
9	Residu	0%	0%	0%	0%	0%	0%
10	<i>Adsorbent</i>	0%	0%	0%	0%	25%	0%

Tabel 15. Berat *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
(gram)							
1	Sisa Makanan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Kayu, Ranting, dan Daun	0,7	1,2	0,0	0,0	1,9	0,0
3	Kertas	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Plastik	0,1	3,4	0,0	0,2	8,6	0,0
5	Logam	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Kain Tekstil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Karet Kulit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Kaca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Residu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	<i>Adsorbent</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4	0,0
Total		0,8	5,0	0,0	0,2	30,0	0,0

Tabel 16. Komposisi *Macro Debris* pada Dasar Kedalaman

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Sisa Makanan	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Kayu, Ranting, dan Daun	90%	23%	0%	0%	6%	0%
3	Kertas	0%	9%	0%	0%	0%	0%
4	Plastik	10%	68%	0%	100%	29%	0%
5	Logam	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	Kain Tekstil	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Karet Kulit	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	Kaca	0%	0%	0%	0%	0%	0%
9	Residu	0%	0%	0%	0%	0%	0%

10	<i>Adsorbent</i>	0%	0%	0%	0%	65%	0%
----	------------------	----	----	----	----	-----	----

Tabel 17. Berat *Macro Debris* Rata-rata di Kali Surabaya

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
		(gram)					
1	Sisa Makanan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Kayu, Ranting, dan Daun	1,4	11,2	6,6	7,6	13,1	57,3
3	Kertas	0,0	0,4	0,1	0,4	5,5	1,2
4	Plastik	0,7	4,8	4,2	6,7	15,3	14,2
5	Logam	0,0	0,2	0,0	1,2	0,1	1,9
6	Kain Tekstil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
7	Karet Kulit	0,0	1,0	0,0	3,7	0,7	4,9
8	Kaca	0,0	3,7	0,0	0,0	3,0	6,2
9	Residu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
10	<i>Adsorbent</i>	0,0	3,0	1,7	1,8	10,9	4,6
Total		2,1	24,3	12,6	21,4	48,6	91,1

Tabel 18. Komposisi *Macro Debris* Rata-rata di Kali Surabaya

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
1	Sisa Makanan	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Kayu, Ranting, dan Daun	65%	46%	52%	35%	27%	63%
3	Kertas	0%	1%	1%	2%	11%	1%
4	Plastik	34%	20%	33%	31%	31%	16%
5	Logam	0%	1%	0%	6%	0%	2%
6	Kain Tekstil	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	Karet Kulit	0%	4%	0%	17%	1%	5%

No	Jenis Sampah	Jarak Titik Sampling (km)					
		0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
8	Kaca	0%	15%	0%	0%	6%	7%
9	Residu	0%	0%	0%	0%	0%	1%
10	Adsorbent	0%	13%	13%	9%	22%	5%

Tabel. 19 Berat Makro Plastik pada Permukaan Air

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
(gram)						
PET	1,15	0,00	3,15	1,90	2,91	5,94
HDPE	13,62	2,03	0,64	1,95	11,88	14,40
PVC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13
LDPE	0,48	1,08	1,83	10,48	4,58	4,32
PP	0,00	3,36	0,09	3,00	10,86	9,22
PS	0,06	1,01	6,88	1,23	1,08	1,58
PC	0,00	1,89	0,00	0,01	0,48	3,95
Total	15,31	9,39	12,59	18,55	31,79	40,54

Tabel. 20 Komposisi Makro Plastik pada Permukaan Air

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
PET	8%	0%	25%	10%	9%	15%
HDPE	89%	22%	5%	10%	37%	36%
PVC	0%	0%	0%	0%	0%	3%
LDPE	3%	12%	15%	56%	14%	11%
PP	0%	36%	1%	16%	34%	23%
PS	0%	11%	55%	7%	3%	4%
PC	0%	20%	0%	0%	2%	10%

Tabel. 21 Berat Makro Plastik pada Setengah Kedalaman

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
	(gram)					
PET	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HDPE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PVC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LDPE	0,01	0,00	0,00	0,15	4,17	0,00
PP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00
PS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
PC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,01	0,00	0,00	0,15	5,13	0,02

Tabel. 22 Komposisi Makro Plastik pada Setengah Kedalaman

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
PET	0%	0%	0%	0%	0%	0%
HDPE	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PVC	0%	0%	0%	0%	0%	0%
LDPE	100%	0%	0%	100%	81%	0%
PP	0%	0%	0%	0%	19%	0%
PS	0%	0%	0%	0%	0%	100%
PC	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabel. 23 Berat Makro Plastik pada Dasar Kedalaman

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
	(gram)					
PET	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HDPE	0,00	0,38	0,00	0,00	2,42	0,00

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
	(gram)					
PVC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LDPE	0,08	0,00	0,00	0,18	5,68	0,00
PP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00
PS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00
Total	0,08	0,55	0,00	0,18	8,61	0,00

Tabel. 24 Komposisi Makro Plastik pada Dasar Kedalaman

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
PET	0%	0%	0%	0%	0%	0%
HDPE	0%	70%	0%	0%	28%	0%
PVC	0%	0%	0%	0%	0%	0%
LDPE	100%	0%	0%	100%	66%	0%
PP	0%	0%	0%	0%	4%	0%
PS	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PC	0%	30%	0%	0%	2%	0%

Tabel. 25 Komposisi Makro Plastik Rata-Rata di Kali Surabaya

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
	(gram)					
PET	0,38	0,00	1,05	0,63	0,97	1,98
HDPE	4,54	0,81	0,21	0,65	4,77	4,80
PVC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
LDPE	0,19	0,36	0,61	3,60	4,81	1,44
PP	0,00	1,12	0,03	1,00	4,06	3,07

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
	(gram)					
PS	0,02	0,34	2,29	0,41	0,36	0,53
PC	0,00	0,69	0,00	0,00	0,22	1,32
Total	5,13	3,31	4,20	6,30	15,18	13,52

Tabel. 26 Komposisi Makro Plastik Rata-Rata di Kali Surabaya

Jenis Plastik	Jarak Titik Sampling (km)					
	0	4,7	6,4	12,7	15,1	20,6
PET	7%	0%	25%	10%	6%	15%
HDPE	88%	24%	5%	10%	31%	36%
PVC	0%	0%	0%	0%	0%	3%
LDPE	4%	11%	15%	57%	32%	11%
PP	0%	34%	1%	16%	27%	23%
PS	0%	10%	55%	6%	2%	4%
PC	0%	21%	0%	0%	1%	10%

Tabel 27. Kelimpahan Macro Debris di *Reference Sites*

Titik	Pengulangan	Tanggal		V air permukaan (m/s)	Td (menit)	Luas Penampang (0,16x0,61) (m ²)	Volume (m ³)	Volume Jaring (m ³)	Jumlah Item Manta	Jumlah Item Jaring	Kelimpahan Manta (Item/m ³)	Kelimpahan Jaring (Item/m ³)	Kelimpahan (Item/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (Item/m ³)
		Pengulangan 1	Pengulangan 2											
Arboretum	1	20-Jun-19		0,18	20	0,098	21,4	34,9	0	0	0	0	0	0
	2			0,03	20	0,098	3,6	5,8	0	0	0	0	0	
Sebelum Coban Talun	1			0,15	20	0,098	17,8	29,1	1	9	0,06	0,31	0,18	0,19
	2			0,15	20	0,098	17,8	29,1	0	11	0,00	0,38	0,19	
Coban Talun	1			0,46	20	0,098	53,5	87,2	15	15	0,28	0,17	0,23	0,26
	2			0,37	20	0,098	42,8	69,8	16	14	0,37	0,20	0,29	

Tabel 28. Bobot Macro Debris di *Reference Sites*

Titik	Pengulangan	Tanggal		V air permukaan (m/s)	Td (menit)	Luas Penampang (0,16x0,61) (m ²)	Volume (m ³)	Volume Jaring (m ³)	Massa Macro Debris Manta (g)	Massa Macro Debris Jaring (g)	Kelimpahan Manta (gr/m ³)	Kelimpahan Jaring (gr/m ³)	Kelimpahan (gr/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (gr/m ³)
		Pengulangan 1	Pengulangan 2											
Arboretum	1	20-Jun-19		0,18	20	0,098	21,4	34,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	2			0,03	20	0,098	3,6	5,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sebelum Coban Talun	1			0,15	20	0,098	17,8	29,1	1,80	0,00	0,10	0,00	0,05	0,05
	2			0,15	20	0,098	17,8	29,1	0,00	2,51	0,00	0,09	0,04	
Coban Talun	1			0,46	20	0,098	53,5	87,2	1,36	1,64	0,03	0,02	0,02	0,02
	2			0,37	20	0,098	42,8	69,8	0,76	1,09	0,02	0,02	0,02	

Tabel 29. Kelimpahan Pada Permukaan Air Berdasarkan Jumlah *Item Macro Debris*

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	V air permukaan (m/s)	Td (menit)	Luas Penampang (m ²)	Volume (m ³)	Volume Jaring (m ³)	Jumlah Item Manta	Jumlah Item Jaring	Kelimpahan Manta (Item/m ³)	Kelimpahan Jaring (Item/m ³)	Kelimpahan (Item/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (Item/m ³)	
	Pengulangan 1	Pengulangan 2													
1	23/03/2019	24/03/2019	Kanan	0,2	20	0,098	23,2	37,8	13	6	0,56	0,16	0,36	0,38	
			Tengah	0,6	20	0,098	67,8	110,5	21	15	0,31	0,14			0,22
			Kiri	0,2	20	0,098	17,8	29,1	9	17	0,50	0,58			0,54
2	07/03/2019	07/03/2019	Kanan	0,1	20	0,098	7,1	11,6	5	8	0,70	0,69	0,70	0,70	
			Tengah	1,0	20	0,098	117,8	191,9	137	209	1,16	1,09			1,13
			Kiri	0,6	20	0,098	73,2	119,2	19	34	0,26	0,29			0,27
3	02/03/2019	02/03/2019	Kanan	0,2	20	0,098	23,2	37,8	0	0	0,00	0,00	0,29	0,29	
			Tengah	0,5	20	0,098	57,1	93,0	10	145	0,18	1,56			0,87
			Kiri	0,0	20	0,098	3,6	5,8	0	0	0,00	0,00			0,00
4	23/02/2019	24/03/2019	Kanan	0,3	20	0,098	30,3	49,4	18	96	0,59	1,94	0,55	0,55	
			Tengah	0,6	20	0,098	71,4	116,3	4	33	0,06	0,28			0,17
			Kiri	0,4	20	0,098	46,4	75,6	11	14	0,24	0,19			0,21
5	05/03/2019	05/03/2019	Kanan	0,4	20	0,098	48,2	78,5	0	174	0,00	2,22	0,52	0,52	
			Tengah	0,5	20	0,098	53,5	87,2	0	28	0,00	0,32			0,16
			Kiri	0,4	20	0,098	41,1	66,9	14	17	0,34	0,25			0,30
6	21/02/2019	21/02/2019	Kanan	0,4	20	0,098	42,8	69,8	40	67	0,93	0,96	1,73	1,73	
			Tengah	0,5	20	0,098	62,5	101,7	212	431	3,39	4,24			3,81
			Kiri	0,4	20	0,098	41,1	66,9	18	26	0,44	0,39			0,41

Tabel 30. Kelimpahan Pada Permukaan Air Berdasarkan Bobot *Macro Debris*

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	V air permukaan (m/s)	Td (menit)	Luas Penampang (m ²)	Volume (m ³)	Volume Jaring (m ³)	Massa Macro Debris Manta (g)	Massa Macro Debris Jaring (g)	Kelimpahan Manta (gr/m ³)	Kelimpahan Jaring (gr/m ³)	Kelimpahan (gr/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (gr/m ³)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2												
1	23/03/2019	24/03/2019	Kanan	0,2	20	0,098	23,2	37,8	0,93	1,38	0,04	0,04	0,04	0,12
			Tengah	0,6	20	0,098	67,8	110,5	7,51	11,61	0,11	0,11	0,11	
			Kiri	0,2	20	0,098	17,8	29,1	2,17	9,05	0,12	0,31	0,22	
2	07/03/2019	07/03/2019	Kanan	0,1	20	0,098	7,1	11,6	0,16	2,87	0,02	0,25	0,13	0,60
			Tengah	1,0	20	0,098	117,8	191,9	126,45	388,94	1,07	2,03	1,55	
			Kiri	0,6	20	0,098	73,2	119,2	1,17	24,71	0,02	0,21	0,11	
3	02/03/2019	02/03/2019	Kanan	0,2	20	0,098	23,2	37,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
			Tengah	0,5	20	0,098	57,1	93,0	13,10	214,56	0,23	2,31	1,27	
			Kiri	0,0	20	0,098	3,6	5,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	23/02/2019	24/03/2019	Kanan	0,3	20	0,098	30,3	49,4	4,83	245,40	0,16	4,97	2,56	1,10
			Tengah	0,6	20	0,098	71,4	116,3	3,35	65,85	0,05	0,57	0,31	
			Kiri	0,4	20	0,098	46,4	75,6	2,84	60,95	0,06	0,81	0,43	
5	05/03/2019	05/03/2019	Kanan	0,4	20	0,098	48,2	78,5	4,21	479,97	0,09	6,11	3,10	1,28
			Tengah	0,5	20	0,098	53,5	87,2	0,00	75,40	0,00	0,86	0,43	
			Kiri	0,4	20	0,098	41,1	66,9	1,60	37,91	0,04	0,57	0,30	
6	21/02/2019	21/02/2019	Kanan	0,4	20	0,098	42,8	69,8	94,36	143,55	2,20	2,06	2,13	3,49
			Tengah	0,5	20	0,098	62,5	101,7	478,75	796,84	7,66	7,83	7,75	
			Kiri	0,4	20	0,098	41,1	66,9	30,25	28,90	0,74	0,43	0,58	

Tabel 31. Kelimpahan Pada Setengah Kedalaman Air Berdasarkan Jumlah *Item* dan Bobot *Macro Debris*

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	V air permukaan (m/s)	Td (menit)	Luas Penampang (m ²)	Volume (m ³)	Jumlah Item Manta	Kelimpahan (Item/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (Item/m ³)	Massa Macro Debris Manta (g)	Kelimpahan (gr/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (gr/m ³)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2											
1	23/03/2019	24/03/2019	Kanan	0,1	20	0,098	14,3	2	0		0	0	
			Tengah	0,7	20	0,098	67,8	0	0,14006	0,04669	0,0797	0,0012	0,00039
			Kiri	0,1	20	0,098	14,3	0	0		0	0	
2	07/03/2019	07/03/2019	Kanan	0,1	20	0,098	23,2	0	0		0	0	
			Tengah	1,0	20	0,098	117,8	0	0	0	0	0	0,00000
			Kiri	0,6	20	0,098	73,2	0	0		0	0	
3	02/03/2019	02/03/2019	Kanan	0,2	20	0,098	23,2	0	0		0	0	
			Tengah	0,6	20	0,098	67,8	0	0	0	0	0	0,00000
			Kiri	0,0	20	0,098	5,4	0	0		0	0	
4	23/02/2019	24/03/2019	Kanan	0,3	20	0,098	30,3	6	0,19774		0	0	
			Tengah	0,6	20	0,098	91,0	0	0	0,06591	0	0	0,00394
			Kiri	0,4	20	0,098	46,4	0	0		0,55	0,01	
5	05/03/2019	05/03/2019	Kanan	0,4	20	0,098	48,2	26	0,53950		39,90	0,83	
			Tengah	0,5	20	0,098	53,5	8	0,14940	0,26211	3,55	0,07	0,33266
			Kiri	0,4	20	0,098	41,1	4	0,09744		4,26	0,10	
6	21/02/2019	21/02/2019	Kanan	0,4	20	0,098	41,1	0	0		0	0	
			Tengah	0,5	20	0,098	62,5	3	0,048	0,01601	0,087	0,001	0,00047
			Kiri	0,4	20	0,098	46,4	0	0		0	0	

Tabel 32. Kelimpahan Pada Dasar Kedalaman Air Berdasarkan Jumlah *Item* dan Bobot *Macro Debris*

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	V air permukaan (m/s)	Td (menit)	Luas Penampang (m ²)	Volume (m ³)	Jumlah Item Manta	Kelimpahan (Item/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (Item/m ³)	Massa Macro Debris Manta (g)	Kelimpahan (gr/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (gr/m ³)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2											
4	23/03/2019	24/03/2019	Kanan	0,1	20	0,098	10,7	11	1,027	0,96903	0,27405	0,026	0,05016
			Tengah	0,7	20	0,098	80,3	16	0,199		1,04625	0,013	
			Kiri	0,1	20	0,098	8,9	15	1,681		0,99825	0,112	
5	07/03/2019	07/03/2019	Kanan	0,1	20	0,098	7,1	3	0,420	0	15,017	2,103	0,70111
			Tengah	1,0	20	0,098	117,8	0	0		0	0	
			Kiri	0,6	20	0,098	73,2	0	0		0	0	
6	02/03/2019	02/03/2019	Kanan	0,2	20	0,098	23,2	0	0	0	0	0	0,00000
			Tengah	0,6	20	0,098	75,0	0	0		0	0	
			Kiri	0,0	20	0,098	5,4	0	0		0	0	
7	23/02/2019	24/03/2019	Kanan	0,3	20	0,098	30,3	0	0	0,00934	0	0	0,00257
			Tengah	0,6	20	0,098	71,4	2	0,028		0,55	0,008	
			Kiri	0,4	20	0,098	46,4	0	0		0	0	
8	05/03/2019	05/03/2019	Kanan	0,4	20	0,098	48,2	0	0	0,13776	0	0	0,57569
			Tengah	0,5	20	0,098	53,5	13	0,243		82,176	1,535	
			Kiri	0,4	20	0,098	41,1	7	0,171		7,900	0,192	
9	21/02/2019	21/02/2019	Kanan	0,4	20	0,098	41,1	0	0	0,00000	0	0	0,00000
			Tengah	0,5	20	0,098	62,5	0	0		0	0	
			Kiri	0,4	20	0,098	46,4	0	0		0	0	

Tabel 33. Kelimpahan *Macro Debris* Rata-Rata di Kali Surabaya

Titik	Tanggal		Kelimpahan Rata-rata (Item/m ³)	Kelimpahan Rata-rata (gr/m ³)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2		
Driyorejo	23/03/2019	24/03/2019	0,464	0,057
Bambe	07/03/2019	07/03/2019	0,233	0,433
Karang pilang	02/03/2019	02/03/2019	0,096	0,141
Gunung Sari	23/02/2019	24/03/2019	0,208	0,369
Joyoboyo	05/03/2019	05/03/2019	0,307	0,729
Setelah DAM Jagir	21/02/2019	21/02/2019	0,580	1,163

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN D
DOKUMENTASI PENELITIAN

a. Pengambilan Sampel di Lapangan



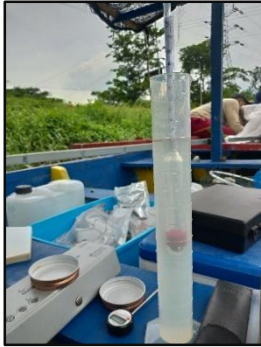
Gambar 1. Pengambilan Sampel di Kali Surabaya



Gambar 2. Pengukuran Kecepatan Angin dan Suhu Udara



Gambar 3. Pengukuran Kecepatan Arus Sungai



Gambar 5.4 Pengukuran Kualitas Air Sungai

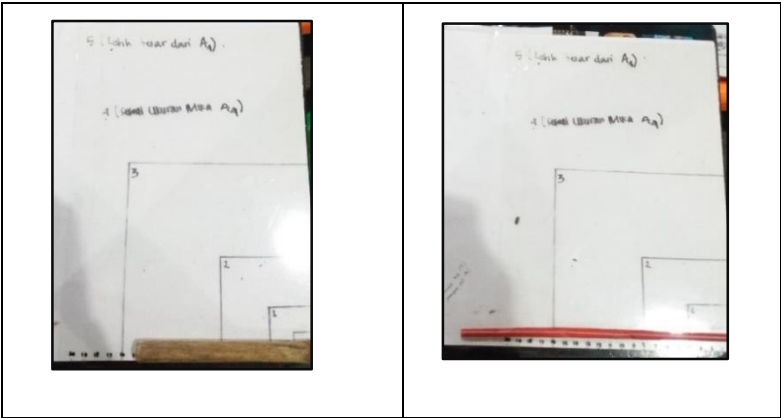
b. Penanganan Sampel



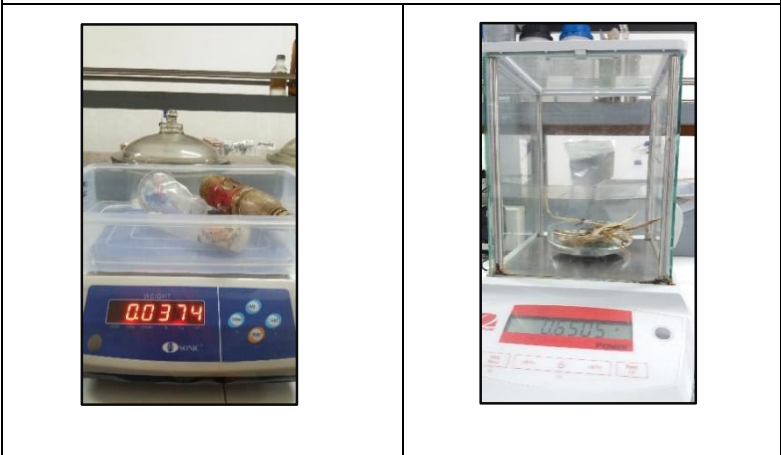
Gambar 5.5 Pembilasan Sampel



Gambar 5.6 Pengovenan Sampel

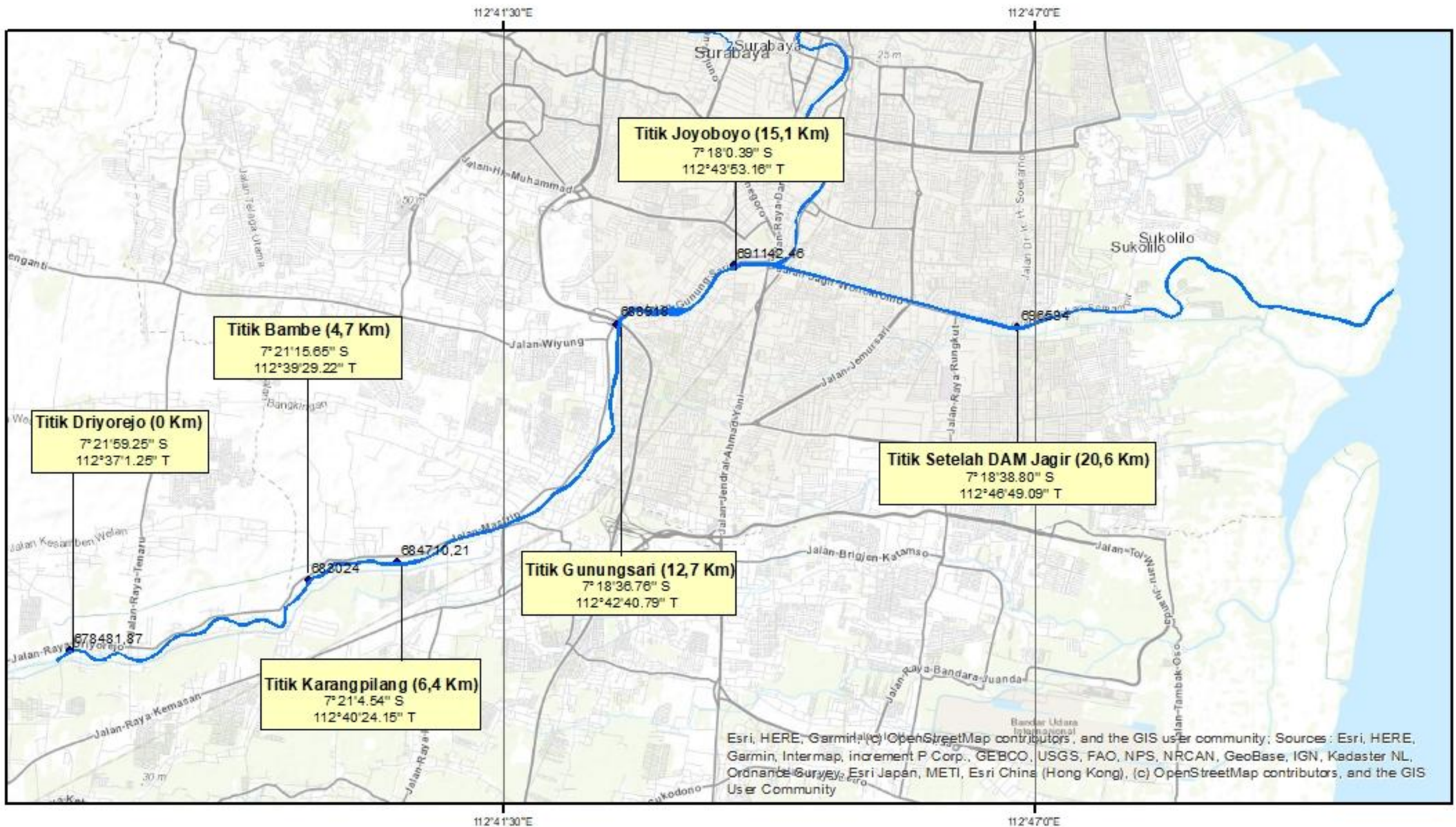


Gambar 5.7 Kegiatan Klasifikasi Ukuran Sampel

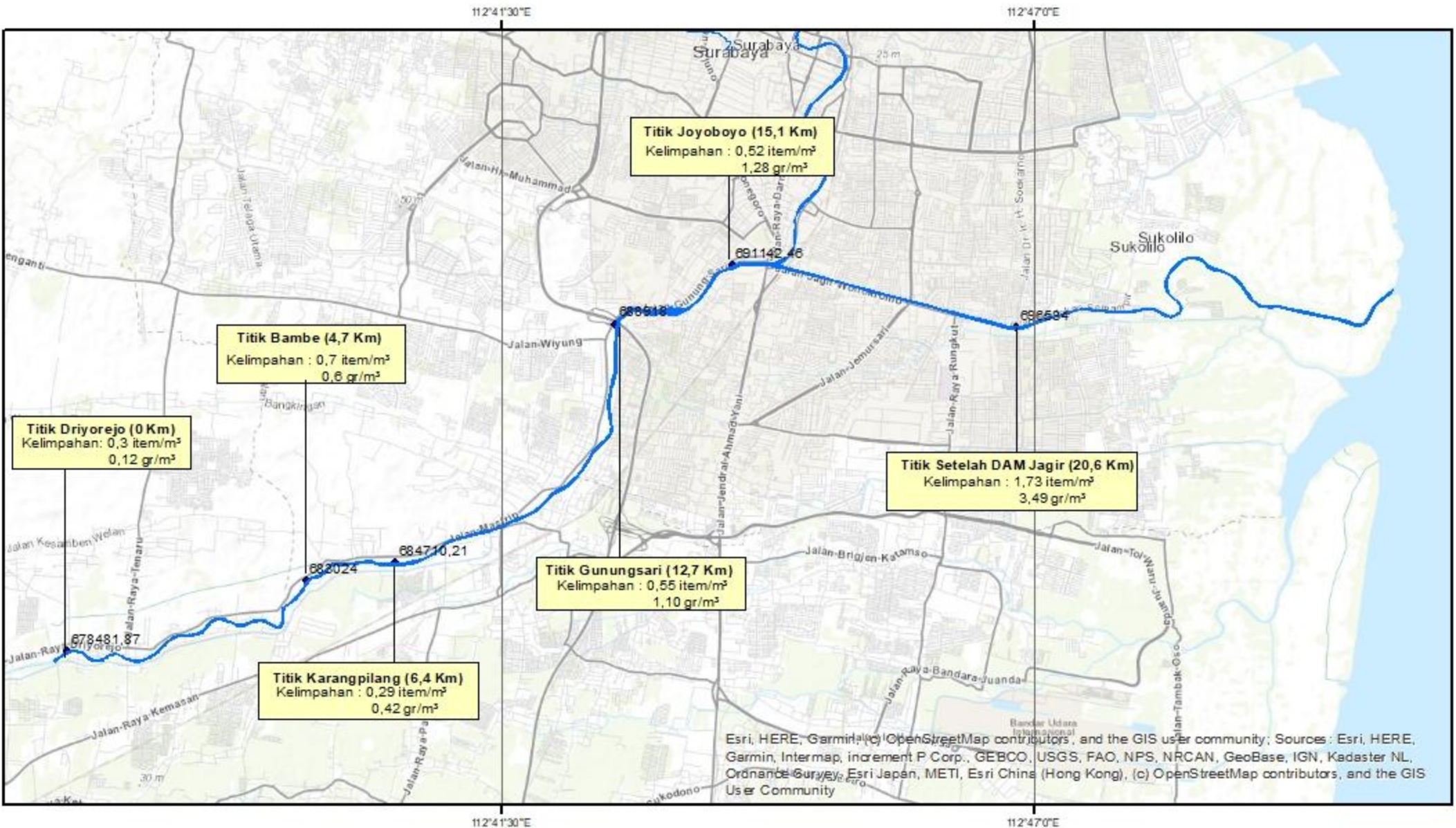


Gambar 5.8 Kegiatan Pengukuran Berat Sampel

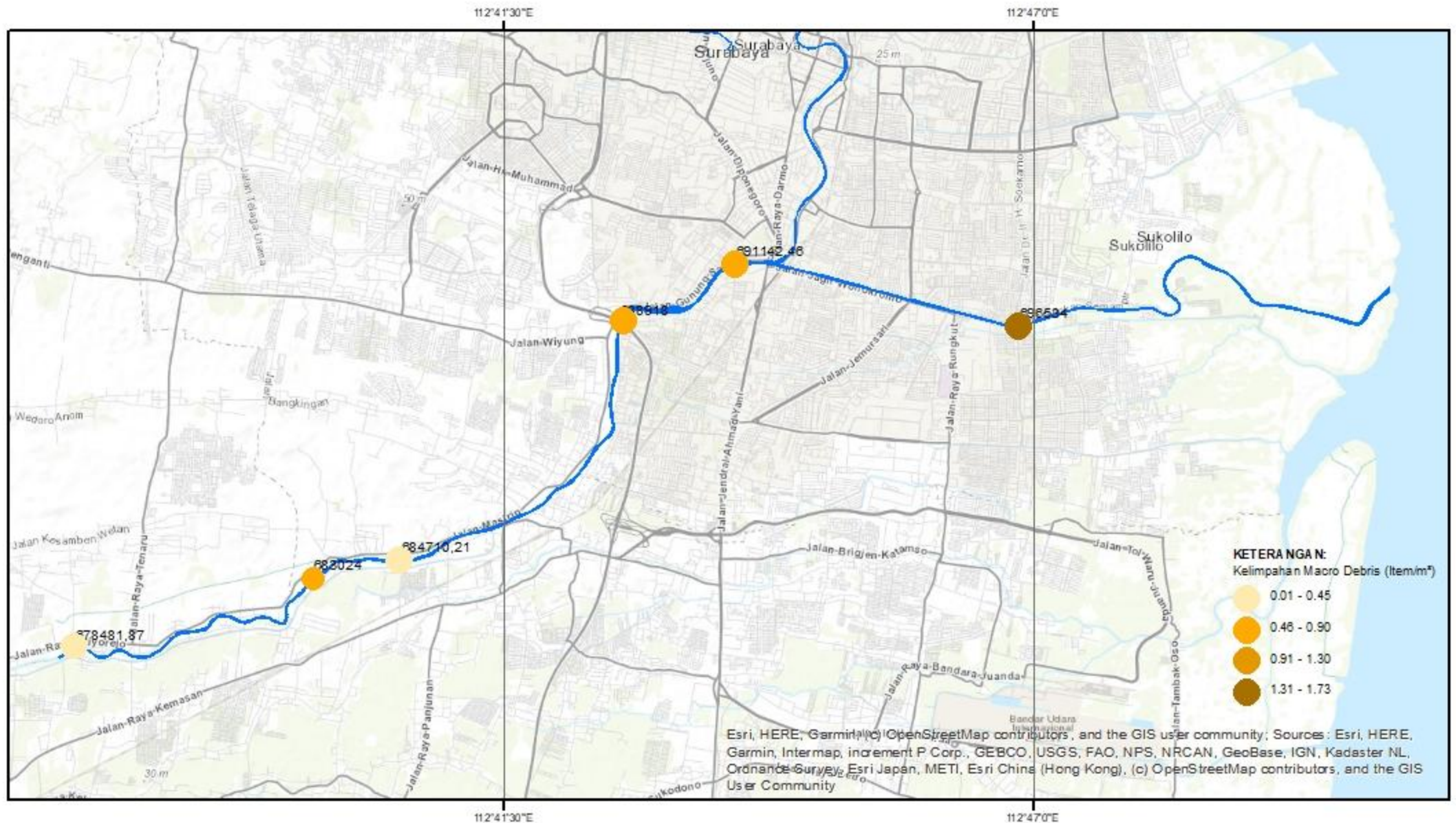
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



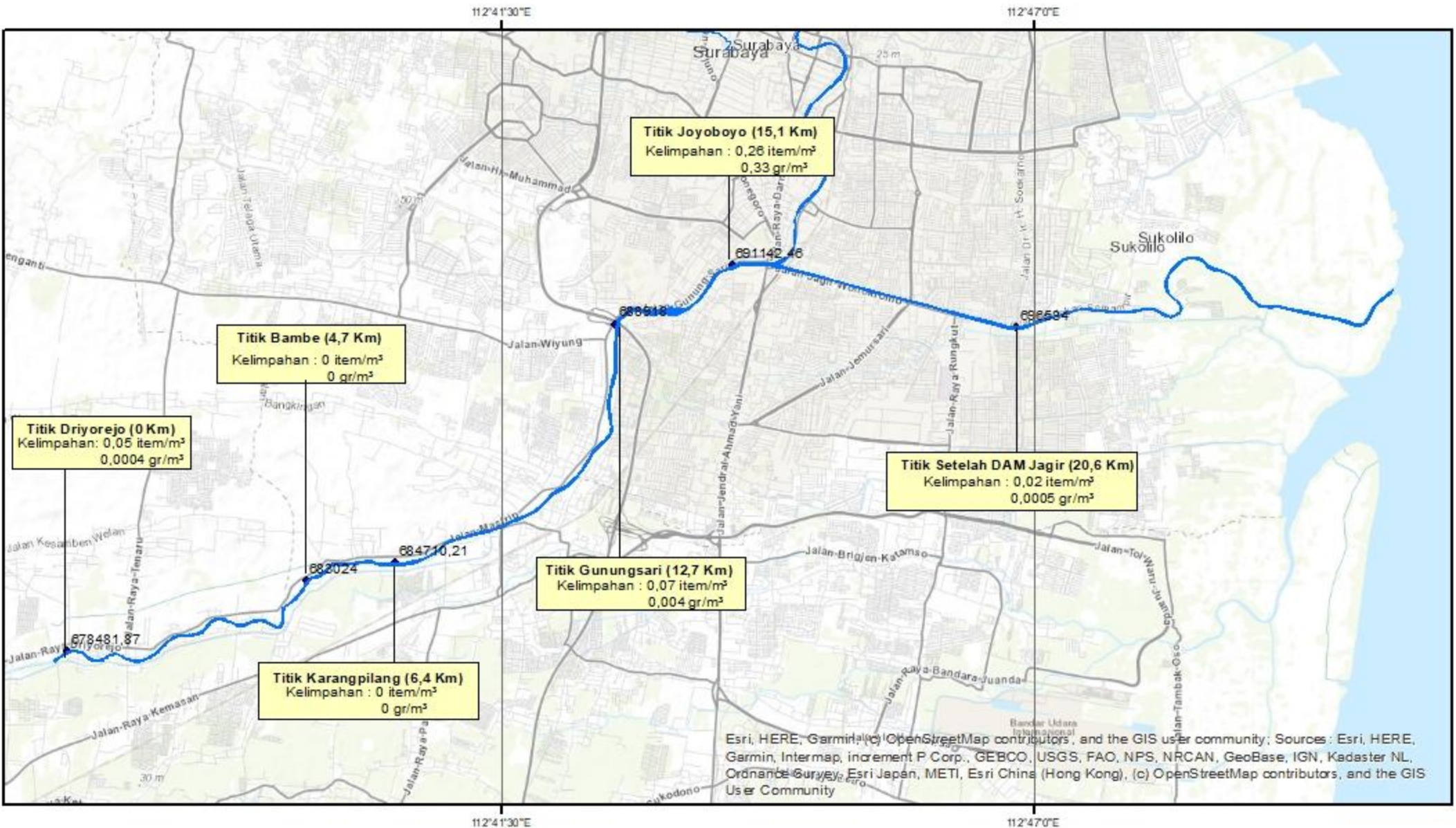
<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	<p>LEGENDA</p> <p>— Garis Pantai</p> <p>■ Airan Kali Surabaya</p>	<p>SKALA</p> <p>1:100.000</p> <p>0 0,5 1 2 3 4 Kilometers</p>	
	<p>JUDUL PETA</p> <p>KOORDINAT TITIK SAMPLING DI KALI SURABAYA</p>		



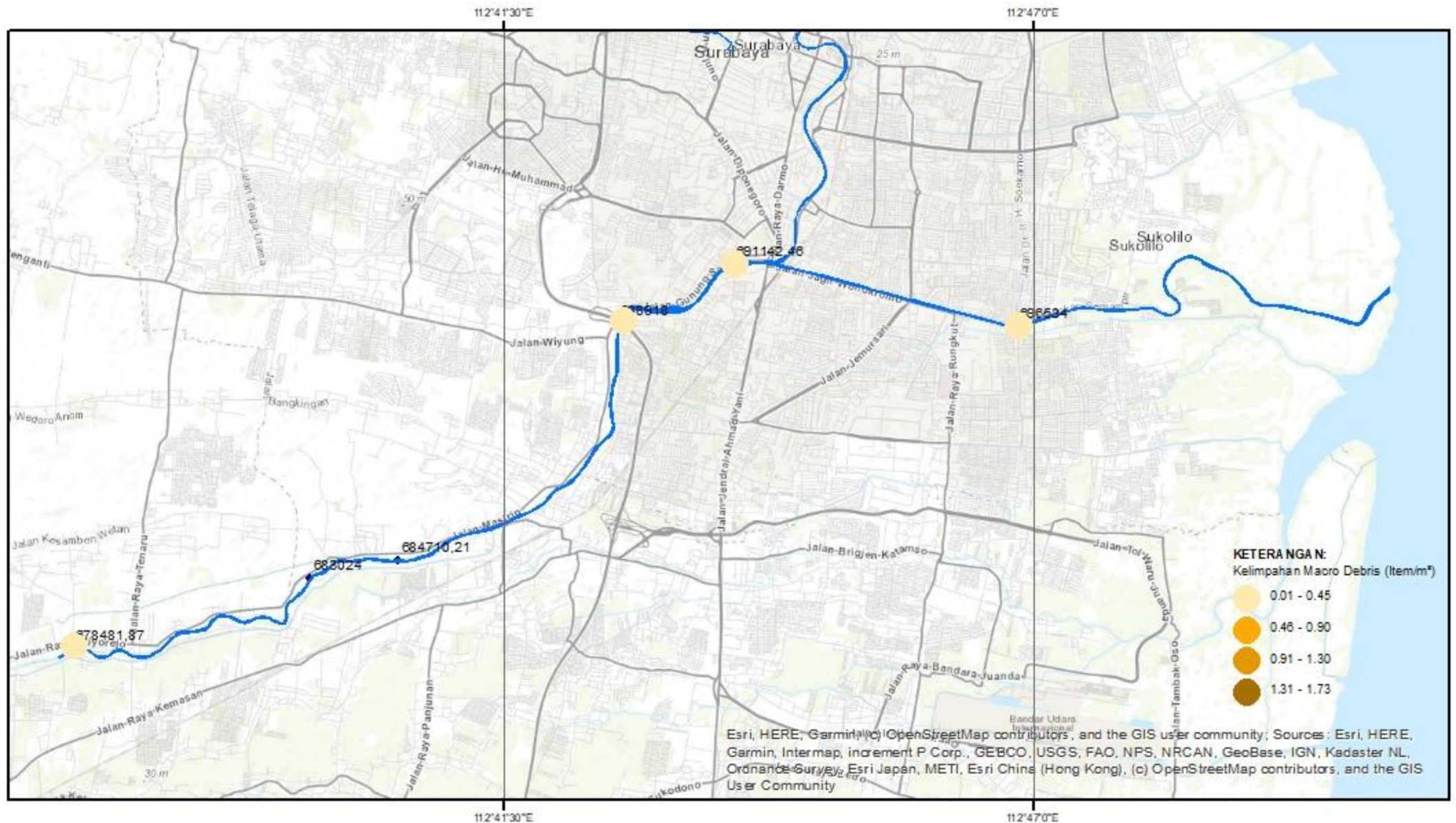
<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DOSEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000 	
JUDUL TUGAS AKHIR	DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA		
JUDUL PETA	KELIMPAHAN MACRO DEBRIS PADA PERMUKAAN DI KALI SURABAYA		



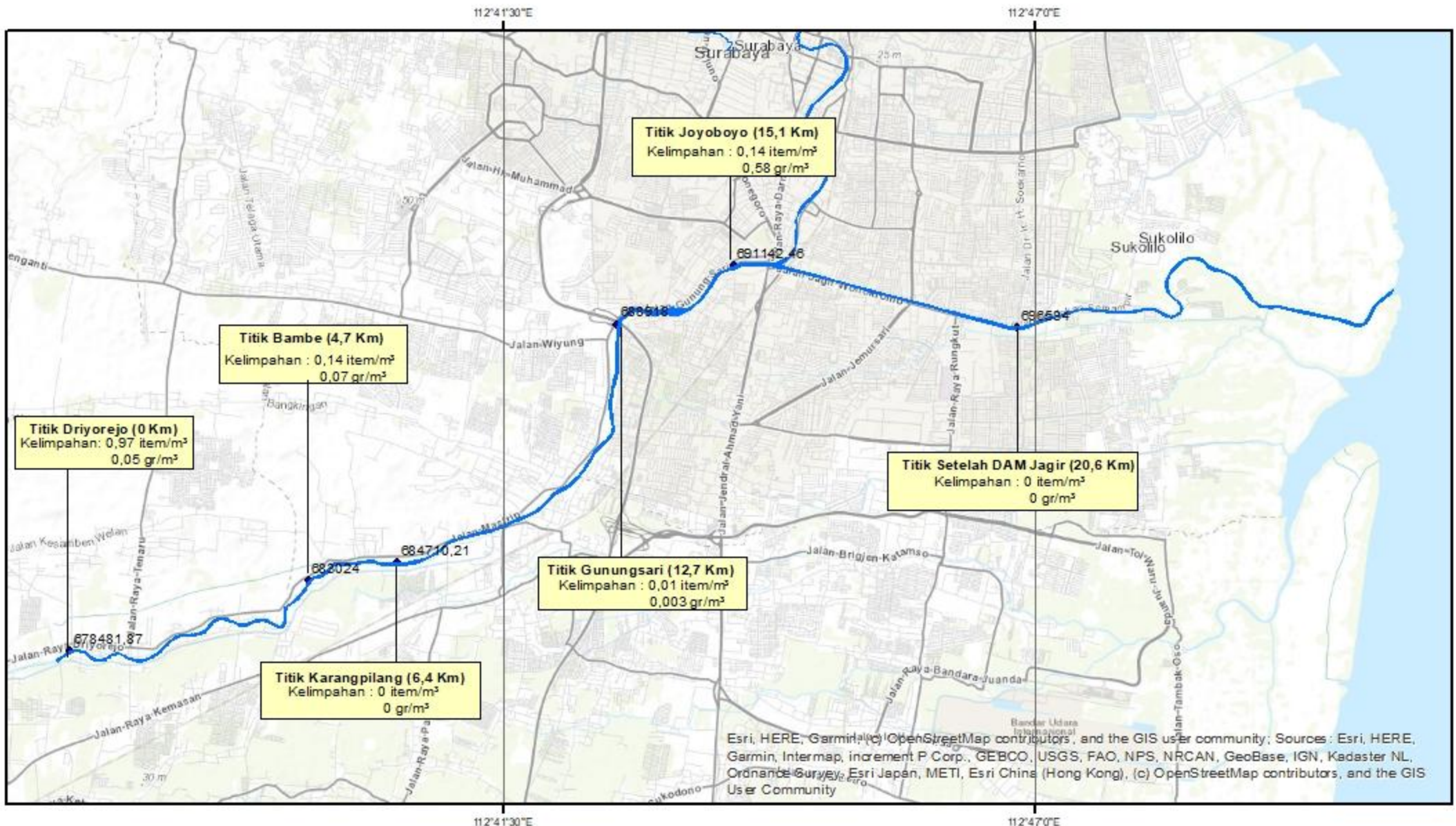
<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DOSEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000 Kilometers	
JUDUL TUGAS AKHIR			
DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA			
JUDUL PETA			
KELIMPAHAN MACRO DEBRIS PADA PERMUKAAN DI KALI SURABAYA			



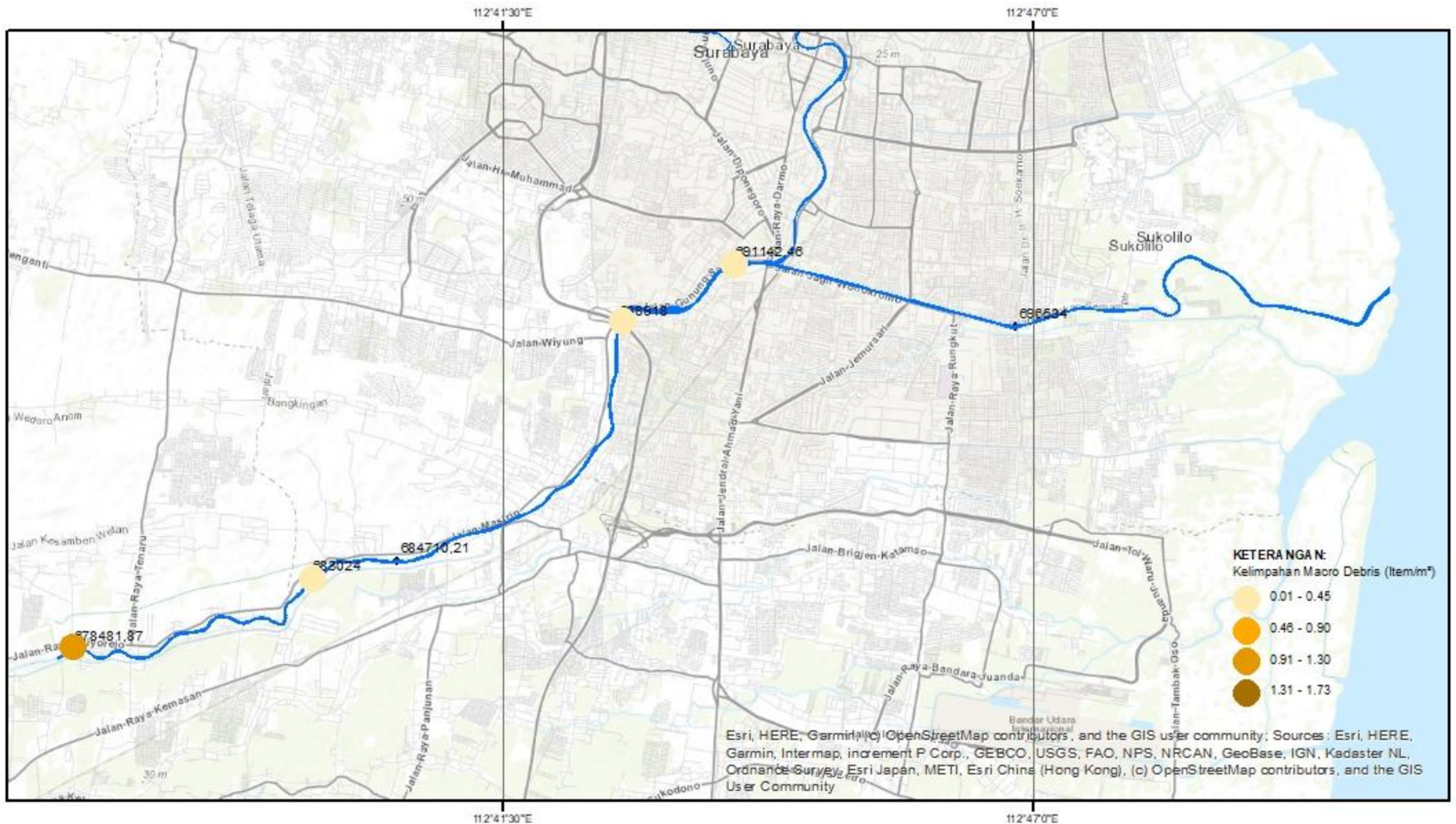
<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DOSEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000	
JUDUL TUGAS AKHIR DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA JUDUL PETA KELIMPAHAN MACRO DEBRIS PADA SETENGAH KEDALAMAN DI KALI SURABAYA			



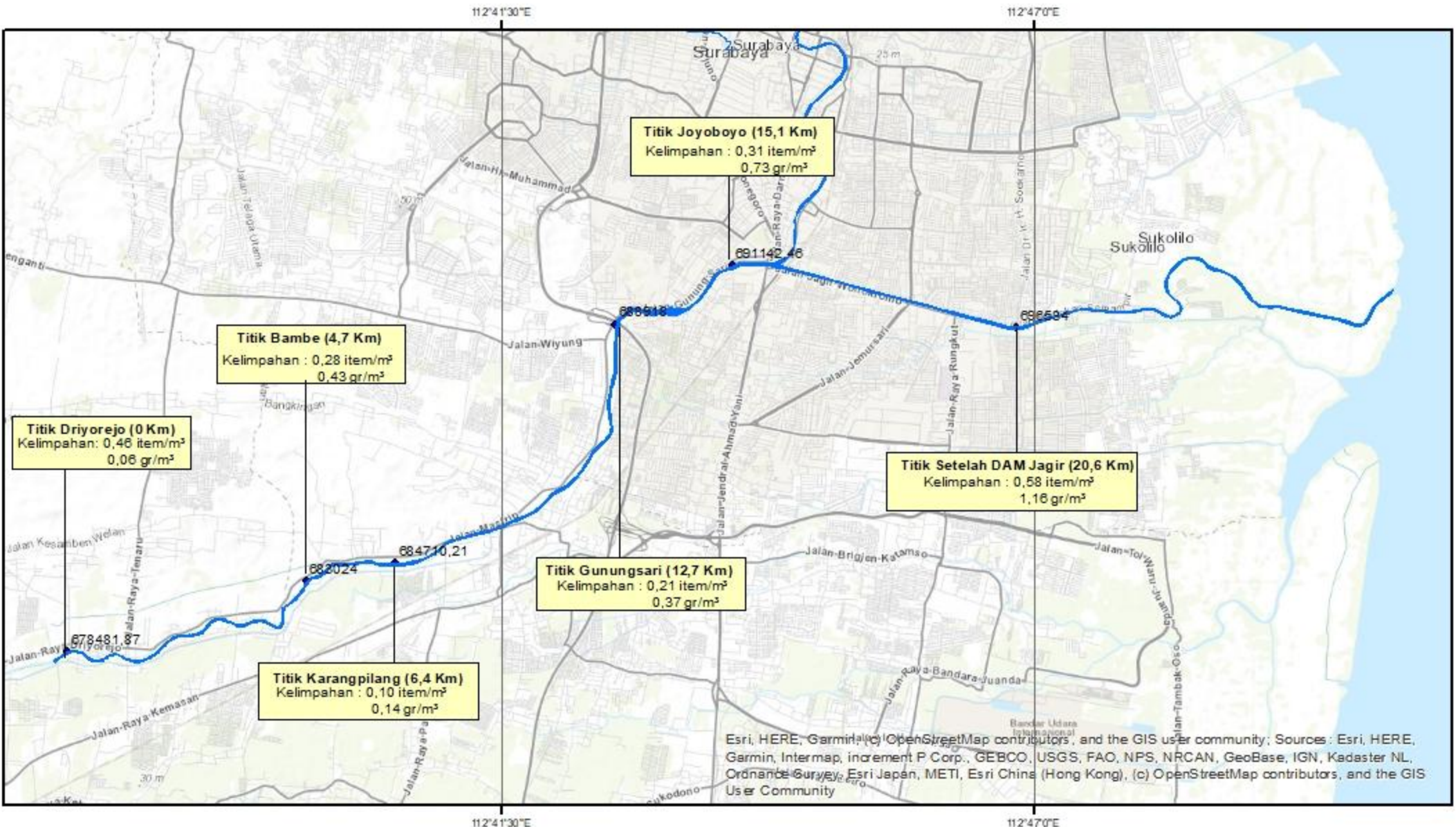
<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DO SEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000 	
JUDUL TUGAS AKHIR			
DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA			
JUDUL PETA			
KELIMPAHAN MACRO DEBRIS PADA SETENGAH KEDALAMAN DI KALI SURABAYA			



<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DOSEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000 	
JUDUL TUGAS AKHIR			
DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA			
JUDUL PETA			
KELIMPAHAN MACRO DEBRIS PADA DASAR KEDALAMAN DI KALI SURABAYA			

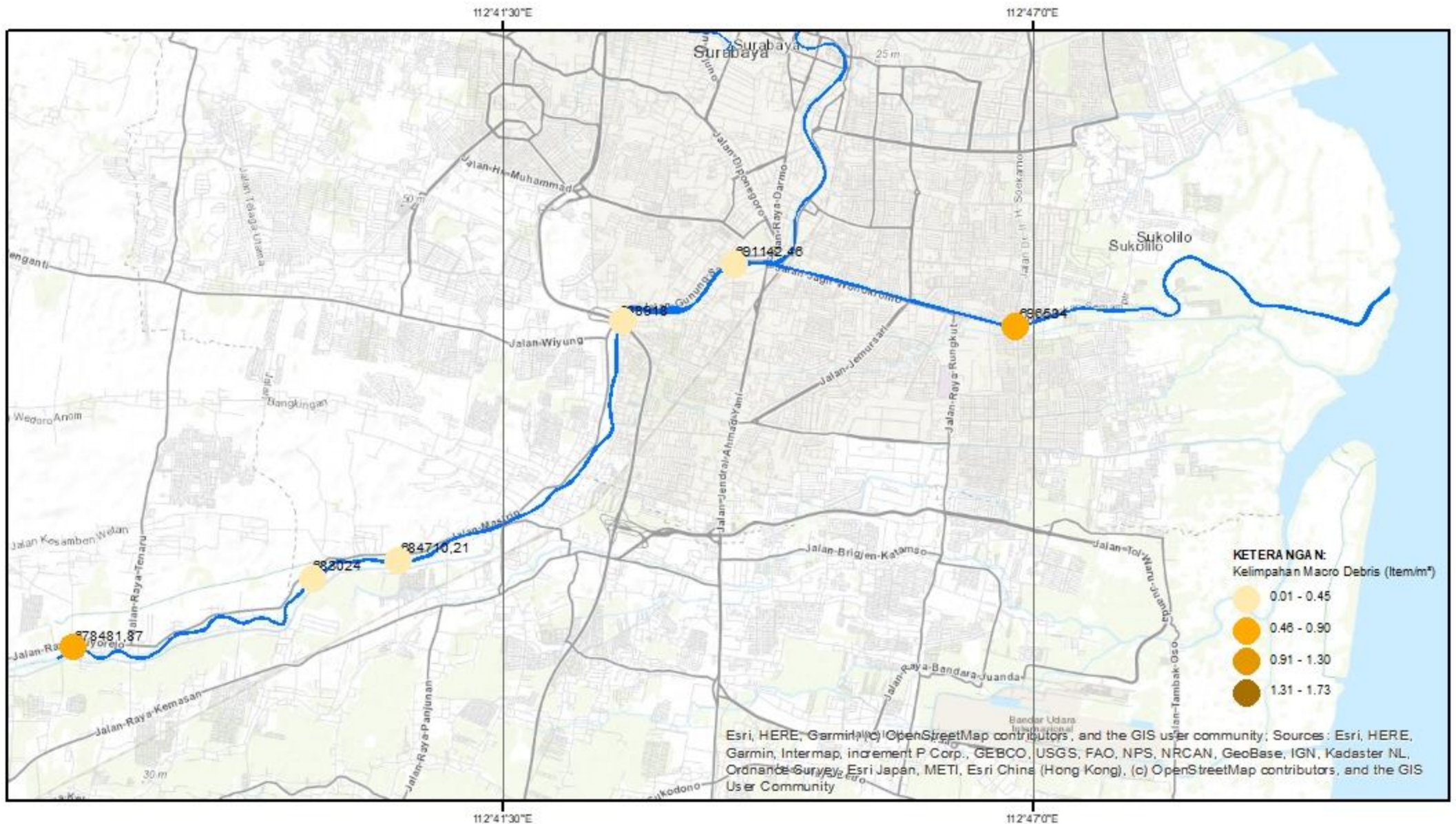


<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DO SEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000 	
JUDUL TUGAS AKHIR			
DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA			
JUDUL PETA			
KELIMPAHAN MACRO DEBRIS PADA DA SAR KEDALAMAN DI KALI SURABAYA			



Esri, HERE, Garmin, (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS user community; Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DOSEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000	
JUDUL TUGAS AKHIR			
DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA			
JUDUL PETA			
KELIMPAHAN MACRO DEBRIS RATA-RATA DI KALI SURABAYA			



<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	DRAFTER	LEGENDA	
	Cindy Fatmawati 0321154000044	Garis Pantai Aliran Kali Surabaya	
	DO SEN PEMBIMBING	SKALA	
	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc	1:100.000	
JUDUL TUGAS AKHIR			
DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MACRO DBERIS DI KALI SURABAYA			
JUDUL PETA			
KELIMPAHAN MACRO DEBRIS RATA-RATA DI KALI SURABAYA			

BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan putri kelahiran Mojokerto yang lahir pada 18 Mei 1997. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2004-2009 di MI Mambaul Huda. Kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Sooko pada Tahun 2009-2012. Pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN 1 Sooko pada Tahun 2012-2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di S1 Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada tahun 2015.

Penulis pernah melakukan magang di Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore selama satu bulan dan melakukan studi terkait “ Studi Pengolahan Limbah Cair”. Selama perkuliahan penulis aktif menjadi asisten laboratorium Departemen Teknik Lingkungan bidang Kimia Lingkungan dan Teknik Analisis Pencemar Lingkungan. Penulis juga merupakan aktifis sebuah organisasi intrakampus diantaranya Wakil Ketua Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan Periode 2017-2018, Staff Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan Periode 2016-2017. Selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan pengembangan diri, seperti LKMM Pra Tingkat Dasar (Pra TD), LKMM Tingkat Dasar (TD), LKMM Tingkat Menengah (TM), pelatihan Sistem Manajemen Lingkungan (SMK3), pelatihan keprofesian serta kepanitian dilingkup departemen, fakultas, institut, maupun acara nasional Penulis berharap segala bentuk komunikasi yang ingin disampaikan, baik mengenai tugas akhir maupun saran untuk pengembangan penelitian dapat dikomunikasikan langsung kepada penulis melalui e-mail cindyfatmawati1997@gmail.com .



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

KTA-S1-TL-03

TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (06/0)

Periode: Genap 2018/2019

No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 6 Mei 2019

Nilai TOEFL : 477

Pukul : 10.00-11.00

Lokasi : TL-101

Judul : Identifikasi Distribusi dan Karakteristik Macro Debris di Kali Surabaya

Nama : Cindy Fatmawati

NRP. : 0321154000044

Topik : Penelitian

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
	<ul style="list-style-type: none">- Standar deviasi checked lagi- tidak perlu ada analisis statistik✗ Diskusikan dgn pihak strategi pengendalian pencemaran air dgn✗ Tambahkan analisis swott * <i>Jempit</i>

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

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

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir


Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : CINDY FATMAWATI
 NRP : 0211540000044
 Judul : IDENTIFIKASI DISTRIBUSI a KAPARTERBUK MACRO DEBELL
DI KALI SURABAYA

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	10 April 2019	- Laporan hasil sintesis. - Komposisi macru & micu juga perlu data besar / ditimbang - Tabel diperjelas dan disempikan - Perlu besaran jenis partikel ke pemolung / mlur' partikel of komposisi jenis plastik.	<i>Jelmif</i>
2.	24 April 2019	- Membuat grafik untuk ① kelumpahan ② komposisi ③ Distribusi - isi pembahasan 4.4 kecil: samping 1-2 dan menjawab Tugasan	<i>Jelmif</i>
3.	29 April 2019	- 0 tunc → Citrus saya - Tabel batang tabel memuat pemulaan, terganah, Data pada setiap lapisan pedataranan ada keferangan (jenis sampel) 	<i>Jelmif</i>
4.	30 April 2019	- Perbaiki kerumputan point 1. & 2. point 1 sama (kem/v) v/ sm g boleh harus sama volume.	<i>Jelmif</i>
5.	2 Mei 2019	- v/ papers disendiri uas - Untuk peta posisi titik sampling perlu di lampirkan A4 biru jelas. Pembahasan lainnya.	<i>Jelmif</i>
6.	24 Mei 2019	- Ditambahkan strategi pengalasan dan dampak dari mendebonis di badan air	<i>Jelmif</i>
7.	28 Mei 2019	- Abstrak masih belum - Pembahasan kelemahan alat sampling - Suhu harus tertera di pembahasan - peta kerumputan pecu 0 → Berdiameter	<i>Jelmif</i>

Surabaya, 2 Juni 2019
 Dosen Pembimbing

Jelmif
 Prof. Dr. Alimatus Solikhah, M. App. Sc.



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : CIMOY PRAMAWATI
NRP : 03211540000044
Judul : IDENTIFIKASI DITRIBUSI & KAPASITAS POKOK HAYATI DEKAT
DI FAKU SURABAYA

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
6.	25 Juni 2015	- Menambahkan referensi site di pembalasan sebagai baru mow, karena mow dlm's belum punya baru mow. - Perhatian jurnal POMITS dan dalam Inggris untuk Mengajukan aplikasi ada internasional publik.	

Surabaya, Juni 2015

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Tutinan Trihadiningrum, M.App.Sc



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-594886, Fax: 031-5928387

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

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

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

Hari, tanggal : Senin, 8 Juli 2019
Pukul : 07.30 - 09.30
Lokasi : TL-102
Judul : Distribusi dan Karakteristik Macro Debris di Kali Surabaya

Nilai TOEFL 477

Nama : Cindy Fatmawati
NRP. : 0321154000044
Topik : Penelitian

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
-	Pembahasan soal no. 1b, siswa menulis sistem kecapatan arus dan sistem tdk
-	Metode deskript prosedur awal dan langkah ke bab III.
-	Pembahasan bagi John yang menyebabkan off tipe jendral risa "kegelian"

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

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

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

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

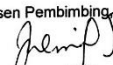


FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : CHSY FATMAWATI
NRP : 032015400044
Judul Tugas Akhir : Distribusi dan Karakteristik Macro Debris di Kali Surabaya

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Keti: tentang fitas, referensi dan daftar pustaka	✓ sudah ditambahkan halaman pustaka Degradasi Plastik
2.	hal 70 dan hal 65. keri: pembahasan (tata kalimat)	✓ sudah dilakukan perbaikan
3.	Keris teng: penulisan satuan	✓ sudah dilakukan konvert' satuan
4.	Tambahan pustaka buku Degradasi plastik	✓ sudah ditambahkan
5.	Wana grafik- grafik samakan untuk masing-masing parameter	✓ sudah dilakukan perbaikan dan penambahan
6.	Perbaiki salah keti	✓ sudah dilakukan perbaikan

Dosen Pembimbing


Prof. Dr. Djalaludin Hachidinnam, M.App.Sc

Mahasiswa Ybs.,


Chsy Fatmawati