



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RE 184804

PERENCANAAN EKORIPARIAN DI KAWASAN ARBORETUM SEMPAJA, KOTA SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR

RIRIN TRIYANITA

NRP. 0321184000025

Dosen Pembimbing

Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D

NIP. 1980201712041

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



TUGAS AKHIR - RE 184804

**PERENCANAAN EKORIPARIAN DI KAWASAN
ARBORETUM SEMPAJA, KOTA SAMARINDA,
KALIMANTAN TIMUR**

RIRIN TRIYANITA

NRP. 03211840000025

Dosen Pembimbing

Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D.

NIP. 1980201712041

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - RE 184804

PLANNING OF ECORIPARIAN IN SEMPAJA ARBORETUM AREA, SAMARINDA CITY, EAST KALIMANTAN

RIRIN TRIYANITA

NRP. 03211840000025

Supervisor

Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D.

NIP. 1980201712041

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN EKORIPARIAN DI KAWASAN ARBORETUM SEMPAJA, KOTA SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar S.T pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **RIRIN TRIYANITA**
NRP. 0321184000025

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D
2. Dr. Ir. Agus Slamet, M.Sc
3. Ipung Fitri Purnawati, ST., MT., Ph.D
4. Dr. Eng Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM
5. Harmin Sulistyaning Titah, ST., MT., Ph.D


Pembimbing


Penguji


Penguji


Penguji


Penguji



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawa ini:


Nama Mahasiswa/ NRP : Ririn Triyanita
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing/ NIP : Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D / 1980201712041

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.


Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 20 Juli 2022

Mengetahui,
Dosen Pembimbing


(Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D)
NIP. 1980201712041

Mahasiswa


(Ririn Triyanita)
NRP. 0321184000025

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERENCANAAN EKORIPARIAN DI KAWASAN ARBORETUM SEMPAJA, KOTA SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR

Nama Mahasiswa / NRP : Ririn Triyanita / 0321184000025

Departemen : Teknik Lingkungan FTSPK – ITS

Dosen Pembimbing : Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D

Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk yang terkonsentrasi di kawasan perkotaan memicu timbulnya berbagai permasalahan lingkungan di perkotaan. Kota Samarinda termasuk perkotaan padat penduduk yang memiliki berbagai permasalahan lingkungan, seperti kurangnya ketersediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan kualitas air permukaan yang belum memenuhi baku mutu. Permasalahan ini dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas kesehatan masyarakat karena lingkungan yang tidak sehat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan upaya memperbaiki dan restorasi lingkungan agar tercipta lingkungan yang ideal. Pada perencanaan ini akan dibuat konsep pemulihan lingkungan dengan memanfaatkan zona riparian yang saat ini mulai terganggu fungsinya akibat ulah manusia. Lokasi perencanaan berada pada Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Tujuan dilakukan perencanaan yaitu untuk mendesain ekoriparian di Kawasan Arboretum sempaja, lengkap dengan konsep pemberdayaan dan biaya konstruksi yang dibutuhkan.

Metode perencanaan dilakukan dengan pengumpulan data primer dan sekunder yang akan dijadikan dasar perencanaan. Data primer meliputi persepsi masyarakat terhadap pengembangan kawasan depan ekoriparian dan permasalahan lingkungan yang terjadi. Data sekunder meliputi kondisi eksisting lokasi perencanaan, SR terlayani, kualitas influen, baku mutu, dan HSPK.

Perencanaan ekoriparian menggunakan konsep *community based design* dengan tetap mempertimbangkan *sustainability concept*. Ekoriparian yang direncanakan terdiri dari tiga zona, zona inti, zona penyangga, dan zona pengembangan. Pada zona inti terdapat IPAL dengan kapasitas 144 m³/hari yang berfungsi mengolah *grey water* dari pemukiman dan limbah domestik dari kegiatan operasional ekoriparian agar memenuhi baku mutu. Zona penyangga seluas 48 m² terdiri dari area hidroponik yang didalamnya terdapat gazebo sebagai tempat istirahat. Zona pengembangan seluas 194 m² terdiri dari *playground*, area olahraga, tempat duduk *view* kolam pemancingan, *community center*, taman baca, *foodcourt*, dan mushola. Tahapan implementasi proyek ekoriparian terdiri dari persiapan dan pengkajian, perencanaan, pra-konstruksi, konstruksi tahap 1, operasional tahap 1, konstruksi tahap 2, dan keberlanjutan. Dalam setiap tahapan implementasi, masyarakat akan dilibatkan secara aktif bukan hanya objek yang diberi pengarahan. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan ekoriparian tahap 1 adalah sebesar Rp.4.153.295.800,00 dan untuk pembangunan tahap 2 membutuhkan biaya sebesar Rp.311.354.600,00.

Kata Kunci: Ekoriparian, IPAL, Limbah Domestik, Pemberdayaan Masyarakat

PLANNING OF ECORIPARIAN IN SEMPAJA ARBORETUM AREA, SAMARINDA CITY, EAST KALIMANTAN

Student Name / NRP : Ririn Triyanita / 0321184000025

Departement : Environmental Engineering FTSPK – ITS

Advisor : Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D

Abstract

The concentrated increase of population in urban areas have cause many environmental issues. Samarinda City is a densely populated urban area that has various environmental issues, such as the lack of availability of green open space and the quality of surface water that has yet to meet the quality standards. In the long term, these issues can reduce the public's life health quality due to an unhealthy environment. To overcome these problems, it is viewed necessary to improve and restore the environment in order to create an ideal environment. In this plan, the concept of environmental restoration will be made by utilizing riparian zones which are currently starting to be disrupted due to human activities. The planning location is in the Sempaja Arboretum Area, Samarinda City, East Kalimantan. The purpose of the planning is to design an ecoriparian in the Sempaja Arboretum Area, complete with its empowerment concept and the required construction costs.

The planning method is carried out by collecting primary and secondary data which will be used as the basis of the planning. Primary data includes community perceptions of the development of ecoriparian and environmental problems that are currently taking place . Secondary data includes the existing condition of the planning location, number of households served, domestic wastewater influent quality, quality standards of domestic wastewater and standard cost of work .

This Ecoriparian plan is deploying the concept of community based design while still putting the sustainability concept into consideraton. The planned ecoriparian consists of 3 zones: core zone, buffer zone, and development zone. At the core zone, WWTP with 144 m³/day of capacity is built to treat grey water from the community and the domestic wastewater from ecoriparian operational activity to conform the wastewater effluent quality standards. The buffer zone of 48 m² consist of hydroponic area with gazebo inside the area which is used for rest area. The Development zone of 194 m² consist of playground, sports area, seating around fishing pond, community center, reading corner, foodcourt, and prayer room. Ecoriparian project implementation stages consist of preparation and assessment, planning, pre-construction, stage 1 construction, operation stage 1, construction stage 2, and sustainability program. Community will be actively involved in each project implementation stages, instead of just an object being pointed at. The estimated cost required for the eco-riparian development phase 1 is Rp.4,153,295,800,00 and for the construction phase 2 is Rp.311,354,600,00.

Keywords: *Community Empowerment, Domestic Waste, Ecoriparian, WWTP*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, laporan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur” dapat diselesaikan. Sholawat beserta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad saw. yang telah menjadi panutan bagi umat Islam termasuk penulis.

Tugas Akhir ini disusun guna mendalami dan menerapkan keilmuan Teknik Lingkungan dibidang pengolahan air limbah domestik. Pada kesempatan yang baik ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan semangat, bimbingan dan nasihat dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir terutama kepada:

1. Ibu Ervin Nurhayati, ST., MT. Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberi saran kepada penulis.
2. Orang tua, kakak, dan keluarga besar yang telah mendoakan, memotivasi, dan memberikan dukungan.
3. Teman-teman seperjuangan Lomba KLHK, Anita, Fatimah, dan Korin yang mendukung penuh karya kami di lomba untuk dikembangkan sebagai tugas akhir.
4. Teman-teman angkatan 2018 yang selalu memberi dorongan, doa dan mengingatkan satu sama lain.
5. Seluruh pihak lain yang telah ikut mendukung dan membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Laporan ini tentunya masih jauh dari kata sempurna. Kami berharap adanya saran dan kritik yang bersifat membangun, agar laporan ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Surabaya, 07 Januari 2022

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vii
Abstrak.....	ix
Abstract.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Perencanaan.....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Ekoriparian.....	5
2.2 Air Limbah Domestik.....	8
2.3 Pengolahan Air Limbah Domestik.....	11
2.4 Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik.....	13
2.4.1 Saringan Sampah (<i>Bar Screen</i>).....	13
2.4.2 Sumur Pengumpul.....	13
2.4.3 Bak Pengendap Awal.....	13
2.4.4 Anaerobic Filter.....	15
2.4.5 Aerobic Biofilter.....	19
2.4.6 Anaerobic Baffled Reactor.....	21
2.4.7 Constructed Wetland.....	22
2.5 Zona Penyangga.....	24
2.6 Pemberdayaan Masyarakat.....	25
2.7 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan.....	26
2.7.1 Kondisi Geografis Daerah Perencanaan.....	26
2.7.2 Kondisi Lingkungan Daerah Perencanaan.....	30
2.7.3 Kondisi Sosial, Ekonomi, dan Demografi.....	31
BAB 3 METODE PERENCANAAN.....	33
3.1 Kerangka Perencanaan.....	33

3.2	Tahapan Perencanaan.....	33
3.2.1	Ide Perencanaan.....	33
3.2.2	Tinjauan Pustaka.....	34
3.2.3	Pengumpulan Data.....	34
3.2.4	Pengolahan Data	35
3.2.5	Kesimpulan dan Saran	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Konsep Perencanaan Ekoriparian	37
4.2	Perencanaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)	40
4.2.1	Penentuan Kuantitas dan Kualitas Air Limbah	40
4.2.2	Alternatif Pengolahan	44
4.2.3	Keseimbangan Massa.....	47
4.2.4	Preliminary Sizing	59
4.2.5	Pemilihan Alternatif Pengolahan.....	61
4.2.6	DED (<i>Detailed Engineering Design</i>) IPAL	62
4.2.7	Prosedur Operasional dan Pemeliharaan IPAL	88
4.3	Perencanaan Zona Penyangga dan Zona Pengembangan	89
4.3.1	Pembangunan Tahap 1	90
4.3.2	Pembangunan Tahap 2	93
4.4	Konsep Pemberdayaan Masyarakat	96
4.4.1	Persiapan dan Pengkajian.....	97
4.4.2	Perencanaan.....	97
4.4.3	Pelaksanaan	98
4.4.4	Evaluasi dan Monitoring	98
4.5	<i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	98
4.5.1	IPAL.....	99
4.5.2	Zona Penyangga dan Zona Pengembangan.....	99
BAB 5 PENUTUP		100
5.1	Kesimpulan.....	101
5.2	Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....		103
Lampiran 1. Katalog dan Aksesoris Pipa		109
Lampiran 2. Katalog Pompa.....		112
Lampiran 3. Perhitungan Biaya Alternatif Pengolahan		113

BOQ Alternatif Pengolahan 1	113
RAB Alternatif Pengolahan 1	116
BOQ Alternatif Pengolahan 2	120
RAB Alternatif Pengolahan 2	124
BOQ Alternatif Pengolahan 3	129
RAB Alternatif Pengolahan 3	134
Lampiran 4. Tahapan Implementasi	140
Lampiran 5. BOQ, AHS dan RAB IPAL	143
BOQ IPAL	143
AHS IPAL.....	147
RAB IPAL	152
Lampiran 6. BOQ, AHS, dan RAB Zona Penyangga dan Zona Pengembangan	158
BOQ Zona Penyangga dan Zona Pengembangan	158
AHS Zona Penyangga dan Zona Pengembangan.....	162
RAB Pembangunan Tahap 1.....	171
RAB Pembangunan Tahap 2.....	174
BIOGRAFI PENULIS	178

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pembangunan Ekoriparian Terlaksana di Indonesia	6
Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	10
Tabel 2. 3 Kriteria Desain <i>Bar Screen</i>	13
Tabel 2. 4 Kriteria Desain Sumur Pengumpul.....	13
Tabel 2. 5 Kriteria Desain Bangunan Sedimentasi	14
Tabel 2. 6 Nilai Tipikal a dan b	14
Tabel 2. 7 Efisiensi Removal Unit Sedimentasi	15
Tabel 2. 8 Perbandingan Luas Permukaan Spesifik Media Filter	15
Tabel 2. 9 Kriteria Desain <i>Anaerobic Filter</i>	15
Tabel 2. 10 Kelebihan dan Kekurangan <i>Anaerobic Filter</i>	16
Tabel 2. 11 Efisiensi Removal <i>Anaerobic Filter</i>	18
Tabel 2. 12 Kriteria Desain <i>Aerobic Biofilter (ABF)</i>	20
Tabel 2. 13 Kelebihan dan Kekurangan <i>Aerobic Biofilter</i>	20
Tabel 2. 14 Efisiensi Removal <i>Aerobic Biofilter</i>	20
Tabel 2. 15 Kriteria Desain ABR	21
Tabel 2. 16 Kelebihan dan Kekurangan ABR	21
Tabel 2. 17 Efisiensi Removal ABR.....	22
Tabel 2. 18 Kriteria Desain <i>Constructed Wetland</i>	23
Tabel 2. 19 Kelebihan dan Kekurangan <i>Constructed Wetland</i>	24
Tabel 2. 20 Karakteristik Tipikal Media Untuk Sub-Surface Flow.....	24
Tabel 2. 21 Efisiensi Removal <i>Constructed Wetland</i>	24
Tabel 4. 1 Analisis SWOT Pengembangan Kawasan Arboretum Sempaja.....	37
Tabel 4. 2 Pemetaan Zona dalam Tahapan Pembangunan.....	39
Tabel 4. 3 Data Sekunder Kualitas <i>Grey Water</i> Pemukiman	41
Tabel 4. 4 Kualitas <i>Grey Water</i> yang Digunakan.....	41
Tabel 4. 5 Data Sekunder Kualitas Limbah Domestik	42
Tabel 4. 6 Karakteristik Limbah Domestik yang Digunakan.....	42
Tabel 4. 7 Karakteristik Air Limbah <i>Foodcourt</i>	43
Tabel 4. 8 Kualitas Air Limbah Campuran	44
Tabel 4. 9 Efisiensi Removal Alternatif Pengolahan 1	45
Tabel 4. 10 Efisiensi Removal Alternatif Pengolahan 2	45
Tabel 4. 11 Efisiensi Removal Alternatif Pengolahan 3	46
Tabel 4. 12 Kebutuhan Lahan Masing-masing Alternatif Pengolahan.....	60
Tabel 4. 13 Pertimbangan Pemilihan Alternatif Pengolahan	61
Tabel 4. 14 Profil Hidrolis.....	85

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fungsi Ekoriparian.....	5
Gambar 2. 2 Ekoriparian Bintang Alam Kabupaten Karawang, Jawa Barat	7
Gambar 2. 3 Perencanaan Ekoriparian Bantaran Sungai Bengawan Solo	8
Gambar 2. 4 Perencanaan Ekoriparian di Bantaran Sungai Ciliwung	8
Gambar 2. 5 Tipikal Removal BOD dan TSS pada Bangunan Sedimentasi.....	15
Gambar 2. 6 HRT dan Penyisihan COD	16
Gambar 2. 7 Hubungan Suhu dan Penyisihan COD	17
Gambar 2. 8 Hubungan Konsentrasi COD Masuk dengan Penyisihan COD	17
Gambar 2. 9 Hubungan Luas Permukaan Spesifik Media dengan Penyisihan COD	18
Gambar 2. 10 Rasio Efisiensi Penyisihan BOD terhadap Penyisihan COD	18
Gambar 2. 11 Metode Aerasi Sistem Biofilter	19
Gambar 2. 12 Biofilter Anaerob-aerob	21
Gambar 2. 13 Sistem FWS (<i>Free Water System</i>)	23
Gambar 2. 14 <i>Horizontal Flow Systems</i>	23
Gambar 2. 15 <i>Vertical Flow System</i>	23
Gambar 2. 16 Batasan Daerah Perencanaan.....	27
Gambar 2. 17 Peta Lokasi Perencanaan.....	28
Gambar 2. 18 Lokasi Lahan Ekoriparian	29
Gambar 2. 19 Kondisi Dinding Pembatas Kolam dan Arboretum	30
Gambar 2. 20 Kondisi Eksisting Parit.....	31
Gambar 4. 1 Zonasi Ekoriparian.....	38
Gambar 4. 2 Konsep <i>Sustainability</i> dalam Perencanaan Ekoriparian	39
Gambar 4. 3 Perencanaan Sirkulasi dan Gambaran View	40
Gambar 4. 4 Alternatif Pengolahan	44
Gambar 4. 5 <i>Mass Balance</i> Alternatif pengolahan 1	53
Gambar 4. 6 <i>Mass Balance</i> Alternatif Pengolahan 2.....	54
Gambar 4. 7 <i>Mass Balance</i> Alternatif Pengolahan 2.....	58
Gambar 4. 8 COD Removal terhadap HRT	68
Gambar 4. 9 Hubungan Efisiensi Penyisihan COD Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD	69
Gambar 4. 10 Hubungan Removal COD terhadap HRT.....	75
Gambar 4. 11 Hubungan Removal COD dengan Temperatur	75
Gambar 4. 12 Hubungan Konsentrasi COD dengan Removal COD.....	76
Gambar 4. 13 Faktor Removal COD Terhadap Luas Spesifik Media	76
Gambar 4. 14 Rasio BOD/COD pada unit AF	77
Gambar 4. 15 Reduksi Lumpur	80
Gambar 4. 16 Kesetimbangan Massa.....	87
Gambar 4. 17 <i>Siteplan</i> Perencanaan Ekoriparian	90
Gambar 4. 18 <i>Playground</i> dan Area Olahraga	91
Gambar 4. 19 Tempat Duduk dengan <i>View</i> Kolam Pemancingan	91
Gambar 4. 20 <i>Playground 2</i>	92
Gambar 4. 21 Area Hidroponik	92
Gambar 4. 22 <i>Amphitheatre</i>	93
Gambar 4. 23 Taman Baca	93
Gambar 4. 24 <i>Foodcourt 1</i>	94
Gambar 4. 25 <i>Foodcourt 2</i>	94

Gambar 4. 26 Pintu Masuk dan Mushola.....	95
Gambar 4. 27 <i>Community Center 2</i>	96
Gambar 4. 28 Taman Edukasi IPAL.....	96

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan lingkungan di Indonesia menjadi permasalahan yang tumbuh dan berkembang di tengah meningkatnya penduduk Indonesia. Besarnya persentase penduduk di kawasan perkotaan menjadikan kawasan perkotaan menjadi pusat timbulnya berbagai permasalahan lingkungan. Kurangnya ketersediaan ruang terbuka hijau, menurunnya kualitas air sungai, dan buruknya kualitas udara menjadi permasalahan yang tidak dapat dihindari. Permasalahan serupa juga terjadi di provinsi yang akan menjadi Ibu Kota Negara (IKN) yaitu Provinsi Kalimantan Timur.

Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Samarinda masih berada pada angka yang sangat minim dan terus mengalami penurunan. Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Timur, luas RTH di Kota Samarinda pada tahun 2017 hanya sebesar 1,59% dari yang seharusnya 30% luas lahan, Kota Samarinda hanya memiliki ruang terbuka hijau sebesar 11,915 km² (Riadi, 2018). Pada tahun 2021 luas RTH semakin menurun hingga 0,5% luas lahan atau seluas 3,618 km² dari luas lahan 718 km² (KLHK, 2021). Penurunan luas RTH memiliki dapat meningkatkan suhu bumi dan berpotensi menyebabkan terjadinya pemanasan global. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan bahwa setiap pengurangan 50% RTH dapat meningkatkan suhu sebesar 0,4 hingga 1,8 °C (Effendy, 2009). Dalam kurun waktu kurang lebih 4 tahun terjadi penurunan luas RTH hampir 70%, hal ini tentu mempengaruhi suhu di Kota Samarinda, pada tahun 2018 suhu udara maksimum ada di kisaran 31,9-33,6°C dan pada tahun 2019 mengalami peningkatan hingga berada pada kisaran 34,6-37,2°C (Badan Pusat Statistik Kalimantan Timur, 2021).

Selain itu, permasalahan lingkungan juga terlihat dari kualitas air limbah domestik di Kota Samarinda yang masih belum memenuhi baku mutu air limbah domestik sesuai PERMENLHK No.68 Tahun 2016. Berdasarkan data hasil pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur, selama kurun waktu 2016-2020 kualitas air sungai yang menjadi muara aliran *grey water* masih belum memenuhi baku mutu dilihat dari parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Dampak tercemarnya sungai ini mempengaruhi kesehatan masyarakat yang menjadikan air sungai sebagai sumber air, bahkan masyarakat di Loa Duri Ulu mengalami gatal-gatal (Hansen *et al*, 2017). Kondisi lingkungan ini diperparah dengan besarnya pembangunan masif di kawasan riparian sehingga banyak sungai yang mengalami erosi dan kemampuan purifikasinya menurun. Selain itu, pembangunan masif di kawasan riparian juga dapat mengurangi potensi kawasan riparian yang dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan adanya upaya pemulihan lingkungan guna menyelesaikan permasalahan lingkungan di Kota Samarinda. Sebagai kota yang nantinya dekat dengan pusat pemerintahan, Kota Samarinda perlu mempersiapkan diri dengan infrastruktur lingkungan memadai untuk mencegah terjadinya permasalahan lingkungan. Pada perencanaan ini akan dilakukan pemulihan lingkungan di zona riparian untuk mengembalikan fungsi zona riparian sebagai konservasi dan penyeimbang ekosistem. Selain itu, adanya

perencanaan pemulihan lingkungan di zona riparian ini diharapkan dapat menjadi *pilot project* untuk daerah lain di Indonesia dalam melakukan pemulihan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diuraikan bahwa rumusan dalam perencanaan ini yaitu,

1. Bagaimana perencanaan ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur?
2. Bagaimana konsep pemberdayaan masyarakat dalam perencanaan dan operasional ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur?
3. Berapa nilai Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam perencanaan ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur?

1.3 Tujuan Perencanaan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat diuraikan tujuan dari perencanaan ini yaitu,

1. Merencanakan ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.
2. Menyusun konsep pemberdayaan masyarakat dalam perencanaan dan operasional ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.
3. Menghitung nilai *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam perencanaan ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup perencanaan merupakan batasan masalah yang akan dibahas pada perencanaan ini. Ruang lingkup perencanaan ini meliputi,

1. Lokasi studi perencanaan ini berada di depan Kawasan Arboretum Sempaja, Kelurahan Sempaja Selatan, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.
2. Air limbah yang akan diolah pada IPAL merupakan *grey water* dari Perumahan Dosen Universitas Mulawarman, Perumahan Darus Shofa, Rumah Dinas Balai Besar, dan penduduk RT 17-23 Kelurahan Sempaja Selatan, serta air limbah dari kegiatan operasional di ekoriparian.
3. Parameter air limbah yang digunakan meliputi, BOD, COD TSS, amonia, dan fosfat.
4. Baku mutu efluen air limbah domestik yang digunakan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No.68 Tahun 2016 pada Lampiran I tentang baku mutu air limbah domestik dan PP Nomor 82 Tahun 2001.
5. Perencanaan ekoriparian terdiri dari perencanaan zona inti (IPAL), penyangga, dan pengembangan.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari perencanaan ini yaitu,

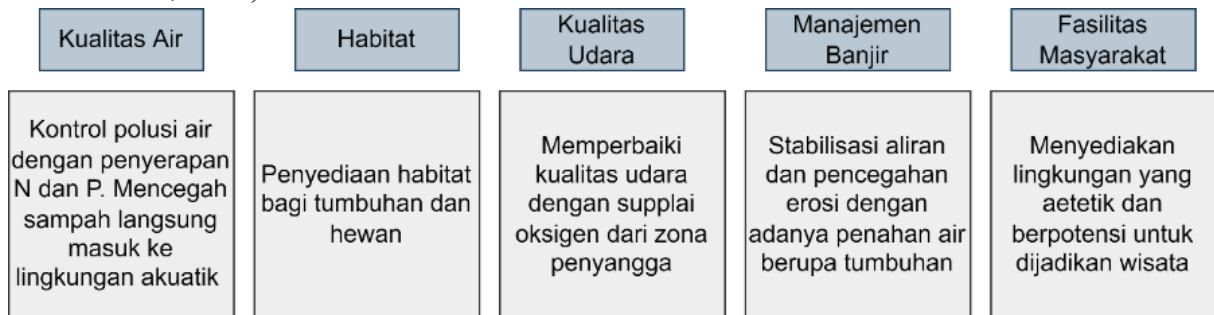
1. Bagi pemerintah, konsep yang diajukan dapat menjadi sumbangsih pemikiran untuk melakukan pemulihan lingkungan di wilayah terkait dan dapat dijadikan konsep *pilot project* untuk daerah lainnya.
2. Bagi penulis, konsep ini merupakan wadah penulis mengaplikasikan keilmuan yang didapat dalam suatu karya dan dapat meningkatkan kemampuan penulis dalam merencanakan pemulihan lingkungan.
3. Bagi masyarakat, konsep ini akan membantu memenuhi kebutuhan masyarakat, dan memberdayakan masyarakat apabila direalisasikan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekoriparian

Ekoriparian merupakan pertemuan antara ekosistem perairan dan terestrial yang memiliki fungsi ekologi untuk menyeimbangkan kedua ekosistem tersebut. Zona riparian membentuk lingkungan alami untuk melindungi lingkungan sekitarnya agar kualitas air dan biodiversitas terjaga (Reneof dan Harding, 2015). Keberadaan ekoriparian ini sangat penting bagi lingkungan untuk mencegah pencemaran air dengan penyerapan nutien Nitrogen dan Fosfor berlebih pada lingkungan akuatik sehingga eutrofikasi dapat tercegah. Selain itu, adanya vegetasi di ekoriparian juga mejadi solusi pencegahan banjir dengan adanya infiltrasi dan perkolasi oleh tanaman. Ekoriparian yang dilengkapi dengan zona penyangga dapat menyediakan habitat yang seimbang bagi tanaman dan hewan (Lind, *et al.*, 2019). Zona ekoriparian yang dikelola dengan baik dapat memberikan lingkungan yang sehat, bersih dan indah sehingga berpotensi untuk dijadikan ekowisata. Pemanfaatan zona riparian sebagai tempat wisata tentunya dapat meningkatkan pendapatan dari tiket atau akomodasi lain di tempat wisata (Water and Rivers Commission, 2000).



Gambar 2. 1 Fungsi Ekoriparian

Sumber : Young, 2016

Konsep pengembangan ekoriparian dapat dilakukan dengan pendekatan fungsi zona atau ruang, perencanaan lanskap ekoriparian terbagi menjadi zona lindung, zona penyangga, dan zona pengembangan. Pada zona inti/lindung dilakukan optimalisasi zona riparian melalui pembatasan aktivitas masif yang dapat mengubah kondisi alam atau konservasi. Pada zona penyangga dilakukan optimalisasi zona riparian melalui penataan lanskap ekoriparian dengan fasilitas penunjang seperti rekreasi sederhana. Pada zona pengembangan diaplikasikan konsep *waterfront* dalam bentuk penataan bangunan lanskap dan vegetasi dengan fungsi estetis maupun ekonomis sebagai wadah interaksi dan peningkatan ekonomi masyarakat (Radnawati dan Fatmala, 2020).

Salah satu konsep zona pengembangan yang bisa digunakan yaitu konsep ekowisata yang berwawasan lingkungan dan memberikan kesempatan pada wisatawan untuk berinteraksi dengan alam. Pada era pembangunan pariwisata berwawasan lingkungan, pariwisata dijadikan sarana pendidikan lingkungan hidup dengan menanamkan cara pandang yang benar terhadap alam. Integrasi konsep ekowisata dengan pendidikan ini dikenal dengan konsep edu-wisata, adanya konsep ini diharapkan mampu meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan (Keraf, 2014).

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI melalui Ditjen PPKL merencanakan upaya pemulihan kawasan lahan akses terbuka dengan penutupan vegetasi, salah satunya dengan membangun ekoriparian. Lanskap ekoriparian merupakan kawasan riparian yang dirancang dengan memperhatikan aspek lingkungan, masyarakat dan ekonomi secara terintegrasi. Substansi utama dalam pembangunan lanskap ekoriparian yaitu pemulihan kualitas air dengan pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pemulihan perairan, pemulihan sosial ekonomi dan kebudayaan, serta kelembagaan dengan melibatkan masyarakat selama pengelolaan dan pemeliharaan (KLHK, 2020). Pelaksanaan program ekoriparian yang telah terlaksana yaitu,

Tabel 2. 1 Pembangunan Ekoriparian Terlaksana di Indonesia

No	Kegiatan	Tahun	Lokasi	Kapasitas (KK)	Penurunan BOD (ton BOD/tahun)
1.	Ekoriparian Telukjambe (tahap 1)	2017	Perumahan Bumi Telukjambe, Desa Sukaluyu, Kec. Telukjambe Timur, Kab. Karawang (Blok L)	200	2,77
2.	Ekoriparian Telukjambe (tahap 2)	2018	Perumahan Bumi Telukjambe, Desa Sukaluyu, Kec. Telukjambe Timur, Kab. Karawang (Blok K)	2000	27,78
3.	Ekoriparian Pangelengan	2019	Desa Margamulya, Kec. Pangalengan, Kab. Bandung	2000	27,78
4.	Ekoriparian Telukjambe (tahap 3)	2019	Perumahan Bumi Telukjambe, Desa Sukaluyu, Kec. Telukjambe Timur, Kab. Karawang (Blok L)	2000	27,78
5.	Ekoriparian Bintang Alam	2019	Perumahan Bintang Alam, Desa Telukjambe, Kec. Telukjambe Timur, Kab. Karawang (RT.37 RW.12)	2000	27,78

Sumber: Laporan Kinerja Ditjen PPKL 2020



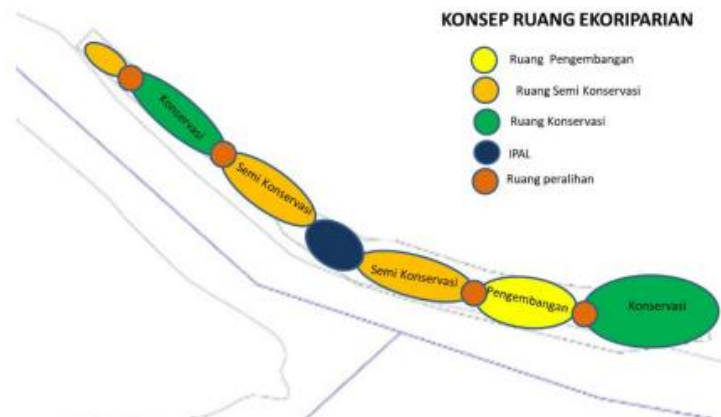
Gambar 2. 2 Ekoriparian Bintang Alam Kabupaten Karawang, Jawa Barat

Sumber: Laporan Kinerja Ditjen PPKL 2020

Perencanaan ekoriparian telah banyak dilakukan di beberapa daerah sebelumnya, berikut adalah gambaran perencanaan sebelumnya di Indonesia.

1. Perencanaan ekoriparian di bantaran Sungai Bengawan Solo (Radnawati dan Fatmala, 2020)

Lokasi perencanaan berada di Kawasan Sungai Begawan Solo, Kelurahan Panjang RT 01 RW 01, Gondangsari, Kecamatan Juwiring, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Lokasi tapak terletak di pertemuan Sungai Begawan Solo dan Sungai Dengking, pada lokasi terdapat lapangan, jembatan dan sekolah alam dibawah Yayasan Taruna Begawan Solo. Sungai Bengawan Solo merupakan muara pembuangan limbah industri dan menjadi sungai dengan kandungan VOC (*Volatile Organic Carbon*) sebesar 342.000 Tm/tahun. Sungai Dengking merupakan sungai yang dieksploitasi menjadi tempat pembuatan batu dan pembuangan sampah serta memiliki ancaman longsor.

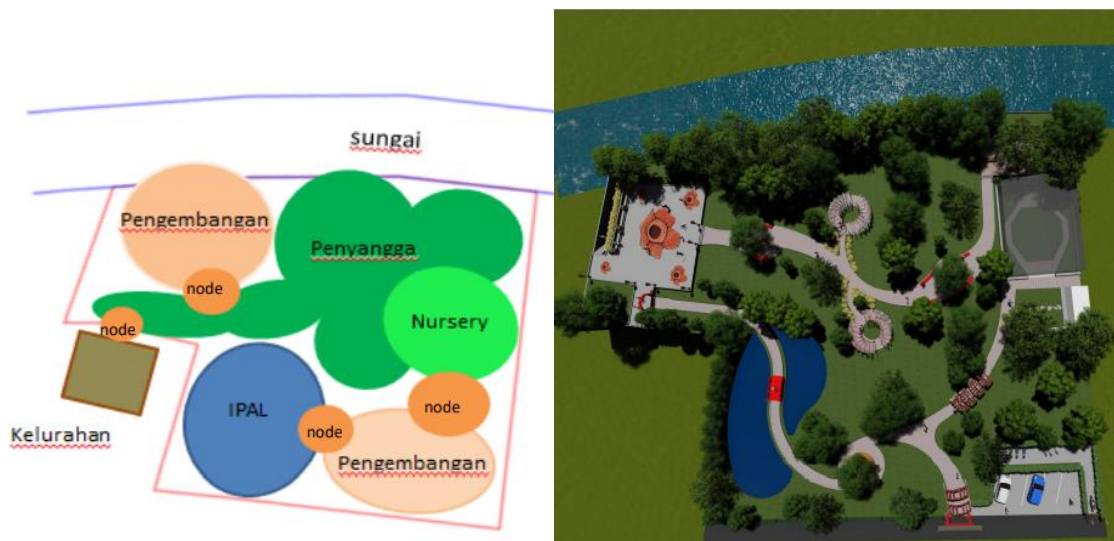




Gambar 2. 3 Perencanaan Ekoriparian Bantaran Sungai Bengawan Solo

Sumber: Radnawati dan Fatmala, 2020

2. Perencanaan ekoriaparian di Bantaran Sungai Ciliwung (Radnawati dan Fatmala, 2020)
Lokasi perencanaan berada di sempadan Sungai Ciliwung, Kelurahan Babakan Pasar, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat. Pada lokasi perencanaan terdapat bunker bekas pabrik kulit yang sudah tidak digunakan lagi, dan lahan kosong tersebut saat ini digunakan parkir mobil. Drainase di sekitar lokasi menampung air limbah domestik dari perumahan warga dan berakhir di Sungai Ciliwung. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perencanaan ini dilengkapi dengan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang dapat menampung beban BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebesar 154,49 kg/hari.



Gambar 2. 4 Perencanaan Ekoriparian di Bantaran Sungai Ciliwung

Sumber: Radnawati dan Fatmala, 2020

2.2 Air Limbah Domestik

Air limbah domestik merupakan air limbah dari aktivitas sehari-hari yang terdiri dari buangan tubuh manusia (tinja dan air seni), buangan dapur dan buangan kamar mandi yang berasal dari pembersihan badan, pencucian pakaian, penyiapan makanan, dan pencucian peralatan dapur (Tchobanoglous *et al.*, 2003). Air limbah domestik terdiri *black water* yang berasal dari toilet (limbah kakus) dan *grey water* berasal dari kegiatan mandi, cuci, dan dapur

(Langergraber dan Muellegger, 2005). *Black water* mengandung bahan organik yang tinggi sehingga perlu pengolahan sebelum dibuang ke badan air, selain itu pada *black water* juga dimungkinkan terdapat mikroba patogen. *Grey water* dalam air limbah domestik memiliki porsi yang besar jika dibandingkan dengan *black water*, namun kadar polutan dan organik yang lebih kecil. *Black water* di Indonesia umumnya diolah dengan tangki septik di rumah masing-masing, sedangkan *grey water* akan langsung dialirkan ke drainase (Wulandari, 2019).

Karakteristik limbah domestik dapat dilihat dari parameter fisik, kimia, dan biologi yang masing-masing harus dipenuhi sesuai baku mutu agar tidak terjadi pencemaran air.

1. Karakteristik fisik

a. Total Solid

Total solid merupakan jumlah padatan organik maupun anorganik yang dapat terlarut, mengendap atau tersuspensi. Bahan ini biasanya mengendap di dasar badan air penerima dan dapat menyebabkan pendangkalan (Metcalf dan Eddy, 2014). Total solid terdiri dari *suspended solid* (SS) dan *dissolved solid* (DS), SS merupakan zat padat yang dapat disaring sedangkan DS tidak dapat disaring (Cahyadi, 2008).

b. Warna

Air limbah biasanya berwarna abu-abu kecoklatan dan akan menjadi abu-abu gelap kehitaman beberapa waktu kemudian. Hal itu terjadi karena semakin lama waktu tinggal air limbah, limbah akan menjadi kehitaman dan disebut dengan kondisi septik (Tchobanoglous *et al.*, 2003).

c. Kekeruhan

Kekeruhan terjadi karena adanya zat padat tersuspensi baik bersifat organik maupun anorganik. Kekeruhan ini dapat menghalangi masuknya penyinaran matahari ke badan air sehingga mengganggu proses fotosintesis biota di perairan (Metcalf dan Eddy, 2014).

d. Temperatur

Air limbah biasanya memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan air biasa karena pengaruh aktivitas mikroba, kelarutan gas, dan viskositas (Qasim, 1985). Temperatur merupakan parameter yang sangat penting karena efeknya berpengaruh pada laju reaksi kimia, dan kehidupan organisme air (Metcalf dan Eddy, 2014).

e. Bau

Bau pada air limbah domestik disebabkan karena adanya gas yang terbentuk saat proses penguraian bahan organik. Gas H₂S merupakan hasil penguraian sulfat menjadi sulfida oleh mikroorganisme anaerobik yang menimbulkan bau (Tchobanoglous *et al.*, 2003).

2. Karakteristik kimia

a. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD), merupakan parameter untuk mengukur jumlah zat organik terlarut dan jumlah oksigen yang diperlukan oleh aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan zat-zat organik secara biologis (Metcalf dan Eddy, 2004). Semakin tinggi jumlah BOD menunjukkan badan air tersebut tercemar, hal itu terjadi karena jumlah mikroorganisme pengurai organik sangat tinggi dan dapat menyebabkan kematian biota (Salmin, 2005).

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik *biodegradable* dan *non biodegradable* menjadi CO₂ dan H₂O (Effendi, 2003). Kandungan COD yang tinggi menunjukkan bahwa badan air tersebut tercemar karena kandungan oksigen terlarut untuk biota air bisa mencapai nol dan biota air mati.

c. *Dissolved Oxygen (DO)*

Dissolved Oxygen (DO) merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam larutan yang ditunjukkan dalam konsentrasi. DO berasal dari udara maupun proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan air (Setiarini dan Mangkoediharjo, 2013).

d. pH

pH merupakan derajat keasaman limbah (ion H⁺) dalam air yang membentuk suasana dalam reaksi kimiawi (Sawyer *et al.*, 2003). Penurunan pH menunjukkan terjadinya aktifitas jasad renik yang mengubah bahan-bahan organik mudah terurai menjadi asam.

e. Amonia

Jumlah nitrogen yang terdapat pada air limbah dalam bentuk amonia (NH₃) atau ion amonia (NH₃⁺) (Reynolds dan Richards, 1996). Amonia pada pH rendah akan menjadi senyawa NH⁺ atau disebut amonium, sedangkan apabila bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan NO₃. Amonia dalam air permukaan berasal dari air seni, tinja serta penguraian zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam atau air buangan industri maupun limbah domestik (Marsidi dan Herlambang, 2002).

f. Fosfat

Fosfat merupakan bentuk turunan fosfor yang ada dalam air limbah, adanya kandungan fosfat yang melebihi baku mutu dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Kandungan fosfat dalam perairan pada umumnya berasal dari sisa pupuk pertanian, kotoran manusia atau hewan, dan juga detergen dari air limbah domestik (Lumunon *et al.*, 2021).

3. Karakteristik biologi

Karakteristik biologi yang biasanya diukur yaitu jumlah mikroorganisme, adanya mikroorganisme dapat mengonsumsi bahan-bahan organik pada air limbah untuk membuat biomassa sel baru dengan proses oksidasi (Metcalf dan Eddy, 2004).

Menurut PermenLHK Nomor 68 tahun 2016, baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah dari suatu usaha dan atau kegiatan. Tabel 2.2 menunjukkan baku mutu air limbah domestik yang tertera pada Lampiran 1 PermenLHK Nomor 68 tahun 2016 dan PP Nomor 82 Tahun 2001.

Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	pH	-	6-9 ^a
2.	BOD	mg/L	30 ^a
3.	COD	mg/L	100 ^a
4.	TSS	mg/L	30 ^a
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	5 ^a

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
6.	Amoniak	mg/L	10 ^a
7.	Total Phosporus	mg/L	1 ^b
8.	Total Coliform	MPN/100 Ml	3000 ^a

Sumber: a. PermenLHK Nomor 68 tahun 2016

b. PP Nomor 82 Tahun 2001

2.3 Pengolahan Air Limbah Domestik

Pengolahan air limbah domestik ditujukan untuk mengolah air limbah domestik agar memenuhi baku mutu, pengolahan air limbah domestik secara umum terdiri dari 3 metode yaitu pengolahan fisik, kimia, dan biologis (March *et al.*, 2004).

1. Pengolahan Fisik

Pengolahan fisik dilakukan untuk menyisahkan padatan tersuspensi dalam ukuran yang besar dan mudah mengendap, hal ini ditujukan untuk memudahkan pengolahan di proses selanjutnya (Suyasa, 2015). Proses pengolahan fisik dapat dilakukan dengan dengan penyaringan, pengendapan, dan flotasi.

- Penyaringan (*screening*) dilakukan untuk mencegah masuknya material padat dan seperti daun dan benda lain yang tidak dapat terurai agar tidak mengganggu proses pengolahan selanjutnya.
- Pengendapan (*sedimentasi*) dilakukan untuk mengendapkan partikel koloid dan tersuspensi yang memiliki berat jenis lebih besar daripada berat jenis air.
- Flotasi dilakukan untuk menyisahkan zat yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada air seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya.

2. Pengolahan Kimia

Pengolahan kimia berlangsung dengan pembubuhan bahan kimia tertentu pada air limbah untuk menghilangkan partikel yang tidak mudah mengendap seperti logam berat, fosfor dan zat organik beracun. Proses kimia yang dapat dilakukan untuk pengolahan air limbah domestik antara lain koagulasi, flokulasi, penukaran ion, dan karbon aktif (Li *et al.*, 2009).

- Proses koagulasi merupakan proses penambahan koagulan untuk destabilisasi partikel sehingga partikel koloid dalam air limbah akan saling terikat.
- Proses flokulasi merupakan pengadukan dan pencampuran koagulan yang sudah ditambahkan saat proses koagulasi sehingga senyawa koloid saling terikat dan mengalami pengendapan
- Pertukaran ion adalah proses pengolahan dengan bantuan resin sehingga terjadi proses penukaran ion antara resin dengan garam-garam terlarut pada air.
- Proses adsorpsi karbon aktif dilakukan untuk menyisahkan senyawa aromatik dan senyawa organik terlarut dengan bantuan karbon aktif sebagai adsorber yang menyerah polutan.

3. Pengolahan Biologis

Proses pengolahan secara biologi ditujukan untuk menyisahkan bahan organik *biodegradable* dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan

bahan-bahan organik yang terkandung pada air limbah. Air limbah yang bisa diolah secara biologi adalah yang bersifat *biodegradable* dengan nilai perbandingan BOD/COD $\geq 0,5$ (Kindsigo dan Juha, 2006). Berdasarkan rektor pengolahan, pengolahan biologis terbagi menjadi 3, yaitu proses *suspended growth*, *attached growth*, dan sistem *lagoon* atau kolam (Metcalf dan Eddy, 2014).

- a. Metode *suspended growth* merupakan proses pengolahan biologis dengan pembiakkan mikroorganisme secara tersuspensi dalam limbah yang dialirkan dalam suatu reaktor. Adapun contoh proses pengolahan menggunakan sistem ini yaitu *activated sludge*, *contact stabilization*, *oxidation ditch*, dan lainnya.
- b. Metode *attached growth* merupakan pengolahan biologis dengan pembiakkan mikroorganisme secara terlekat pada media membentuk lapisan *biofilm*. Adapun contoh teknologi dalam sistem ini yaitu *attached growth* antara lain *tricking filter*, *submerged biofilter*, *rotating biological contactor* (RBC), dan lainnya.
- c. Metode kolam atau *lagoon* merupakan proses penampungan air dalam kolam yang luas dalam waktu tinggal yang cukup lama, biasanya untuk mempercepat degradasi polutan dan mempersingkat waktu tinggal dilakukan aerasi. Salah satu contoh pengolahan dengan metode ini yaitu kolam stabilisasi yang terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif, dan maturasi.

Ditinjau dari segi lingkungan berlangsungnya proses penguraian secara biologi, proses ini dapat dibedakan menjadi pengolahan anaerobik dan aerobik.

a. Pengolahan Anaerobik

Pengolahan anaerobik terjadi melalui beberapa tahapan reaksi, dimulai dengan hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan berakhir pada proses metanogenesis. Pada tahap hidrolisis, bakteri fermentasi akan mengeluarkan enzim yang mengubah senyawa organik kompleks menjadi lebih sederhana dan terlarut sehingga dapat masuk ke dalam sel bakteri fermentasi. Asidogenesis terjadi ketika senyawa sederhana diuraikan menjadi asam organik seperti *volatile fatty acid* (VFAs), alkohol, *lactic acid*, CO₂, H₂, NH₃, H₂S, dan sel baru. Asetogenesis terjadi ketika terjadi pembentukan asam dari senyawa organik, hasil dari proses ini yaitu asam asetat, H₂, CO₂, dan sel baru (Kementerian PUPR, 2018).

b. Pengolahan Aerobik

Pengolahan aerobik terjadi diawali dengan degradasi materi organik karbon yang kompleks (karbohidrat, protein, dan lemak) menjadi organik yang lebih sederhana dan terlarut sehingga mudah memasuki sel bakteri. Selanjutnya organik sederhana akan teroksidasi menjadi sel baru (bioflok) akibat kehadiran oksigen dalam air limbah. Ketika senyawa organik telah habis, sel akan mengonsumsi jaringan mereka sendiri atau biasa disebut *endogeneous respiration*. Dalam pengolahan anaerobik perlu dijaga agar konsentrasi DO minimal 2 mg/L (Metcalf dan Eddy, 2003).

Pengolahan biologis dapat berfungsi dengan baik apabila nutrisi utama berupa nitrogen dan fosfor telah tercukupi. Untuk itu penting dalam pengolahan biologi memperhatikan rasio COD:N:P, biasanya dimulai dengan rasio COD:N:P sebesar 100:5:1 untuk proses pengolahan aerobik dan 250:5:1 untuk proses pengolahan anaerobik (Metcalf dan Eddy, 2003). Rasio COD/N/P yang direkomendasikan selama kondisi awal adalah 300:5:1

sedangkan rasio yang lebih rendah, 600:5:1 dapat digunakan selama operasi berlangsung. (Yu dkk, 2001 pada Metcalf dan Eddy,2014).

2.4 Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

2.4.1 Saringan Sampah (*Bar Screen*)

Saringan sampah merupakan unit pengolahan air limbah domestik yang diletakkan di awal untuk menyisihkan sampah yang ikut terbawa di aliran air limbah. Prinsip kerja saringan sampah yaitu menghalangi masuknya padatan ukuran besar dengan kisi-kisi. Komponen bar sceen atau saringan sampah, yaitu pintu air screen dan tempat penampungan sampah. Untuk kriteria desain bar screen dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 2. 3 Kriteria Desain *Bar Screen*

Parameter	Manual	Mekanik	Satuan	Sumber
Ukuran batang				
- Lebar	4-8	8-10	mm	Qasim, 1985
- Batang	25-50	50-75	mm	
Jarak antar batang	25-75	10-50	mm	Qasim, 1985
Kemiringan horizontal	45-60	75-85	°	Qasim, 1985
Kecepatan melewati batang	0,3-0,6	0,6-1	m/detik	Qasim, 1985

2.4.2 Sumur Pengumpul

Bangunan sumur pengumpul adalah suatu bangunan pendukung untuk mmengumpulkan air limbah domestik dari sub sistem pengumpulan. Sumur pengumpul digunakan untuk menampung air limbah dari saluran pembawa dan untuk menstabilkan fluktuasi air buangan untuk selanjutnya dipompa ke bangunan berikutnya. Perencanaan sumur pengumpul tergantung pasa tipe, konfigurasi, dan kontrol pompa. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 4 Tahun 2017 dijelaskan bahwa waktu detensi sumur pengumpul <10 menit, atau untuk secara rinci dapat dilihat di tabel berikut ini.

Tabel 2. 4 Kriteria Desain Sumur Pengumpul

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Waktu detensi (td)	5-30	Menit	Metcalf & Eddy, 1991
Kecepatan aliran (v)	0,3-3	m/detik	Qasim, 1985
Slope (s)	1:1		Qasim, 1985

2.4.3 Bak Pengendap Awal

Bak Pengendapan pertama merupakan bangunan yang berfungsi untuk mengurangi *suspended solid* dalam air limbah domestik. Pada perencanaan bak pengendapan, penentuan kecepatan pengendapan berpengaruh langsung terhadap efisiensi penyisihan material padatan. Pengujian kecepatan pengendapan di laboratorium disarankan untuk dilakukan agar dapat diketahui nilai yang lebih representatif (Kementerian PUPR, 2018). Bak Pengendap 1 bertujuan untuk menyisihkan partikel yang mudah mengendap dan benda yang terapung serta mengurangi kandungan *suspended solid* (Tchobanoglous *et al.*,2003).

Tabel 2. 5 Kriteria Desain Bangunan Sedimentasi

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Overflow rate			
- Qrata-rata	30-50	m ³ / m ² /hari	Qasim, 1985
- Q puncak	70-130		
Waktu detensi	1-2 1,5-2,5	jam	Qasim, 1985 Metcalf & Eddy, 1991
Beban permukaan	124-496	m ³ / m ² /hari	Metcalf & Eddy, 1991
Rasio P:L	1-7,5		
Rasio P:T	4-25		
Kedalaman	1,5-4	m	
Kemiringan dasar	1-2	%	
Nre aliran	<2000 agar aliran laminar		Tchobanoglous et al,2003
Nfr	>10 ⁻⁵ agar tidak terjadi aliran pendek		Tchobanoglous et al,2003
Vh	<Vsc agar tidak terjadi penggerusan		Tchobanoglous et al,2003

Efisiensi penyisihan BOD dan TSS pada bak sedimentasi jika dihubungkan dengan waktu detensi pada konsentrasi tertentu dapat dirumuskan seperti pada gambar berikut.

$$R = \frac{t}{a + bt} \quad 2.1$$

dimana

R = efisisensi removal

t = waktu detensi

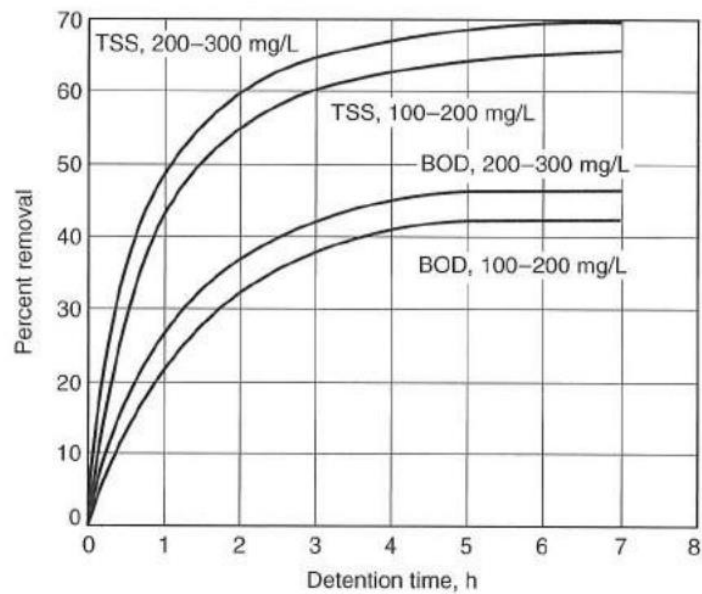
a,b = konstanta

Dalam suhu 20⁰C, tipikal nilai a dan b dapat dilihat di tabel 2.6

Tabel 2. 6 Nilai Tipikal a dan b

Item	a	b
BOD	0,02	0,018
TSS	0,014	0,0075

Sumber: Crites dan Tchobanoglous, 1998 dalam Metcalf & Eddy, 2014



Gambar 2. 5 Tipikal Removal BOD dan TSS pada Bangunan Sedimentasi
 Sumber: Crites dan Tchobanoglous, 1998 dalam Metcalf & Eddy, 2014

Tabel 2. 7 Efisiensi Removal Unit Sedimentasi

BOD	COD	TSS	Amoniak	Fosfat
30-40%	30-40%	50-65%	10-20%	10-20%

Sumber: Metcalf and Eddy, 2003

2.4.4 Anaerobic Filter

Anaerobic Filter merupakan sebuah tangki septik yang terdiri dari satu atau lebih kompartemen dan dilengkapi dengan media filter. Aliran air limbah akan melewati media filter yang di permukaannya terdapat mikroorganisme pengurai, dengan adanya penguraian oleh bakteri maka kandungan organik akan menurun (Tilley *et al.*, 2014). Mikroorganisme yang terdapat pada reaktor terdiri dari lapisan biofilm yang menempel pada permukaan media filter, mikroorganisme yang menempel pada celah filter, dan flok pada dasar kompartemen dibawah media filter (Von Sperling, 2005). Menurut Said (2000), media filter yang paling efektif untuk biofilter anaerob maupun aerob adalah media sarang tawon (*honeycomb*). Dilihat dari luas permukaan media, media sarang tawon memiliki luas permukaan spesifik paling tinggi, perbandingan luas permukaan spesifik dapat dilihat di tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Perbandingan Luas Permukaan Spesifik Media Filter

No.	Jenis Media	Luas Permukaan Spesifik (m ² / m ³)
1.	Trickling Filter dengan batu pecah	100-200
2.	Modul Sarang Tawon (Honeycomb Modul)	150-240
3.	Tipe Jaring	50
4.	RBC	80 -150

Sumber: Said, 2000

Tabel 2. 9 Kriteria Desain *Anaerobic Filter*

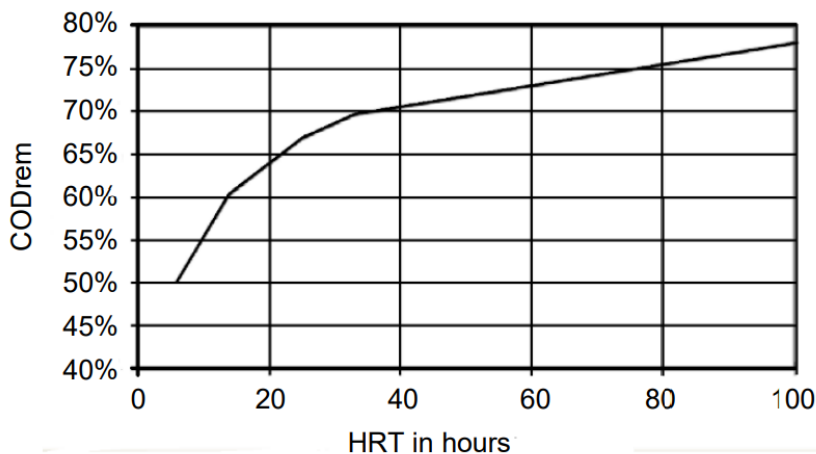
Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Luas permukaan media	90-300	m ² /m ³ hari	Sasse, 1998
Penyisihan BOD	70-90%		Sasse, 1998
Organic Loading	4-5	kgCOD/m ³ hari	Sasse, 1998
Waktu detensi (HRT)	0,5-4	hari	Kementerian PUPR, 2018
Kedalaman media	90-150	cm	Kementerian PUPR, 2018

Tabel 2. 10 Kelebihan dan Kekurangan *Anaerobic Filter*

Kelebihan	Kekurangan
Tahan terhadap fluktuasi beban hidrolis maupun beban organik	Membutuhkan waktu <i>start up</i> yang lama
Tidak memerlukan energi listrik	Membutuhkan perencanaan dan desain konstruksi detail
Biaya investasi dan operasional rendah	Reduksi bakteri dan nutrien rendah
Umur pelayanan panjang	Efluen dan lumpur yang dihasilkan butuh pengolahan lanjutan
Reduksi BOD dan solid tinggi	Adanya risiko penyumbatan media
Produksi lumpur lebih sedikit dan lebih stabil	Tidak cocok untuk daerah dengan muka air tanah rendah
Tidak membutuhkan lahan yang luas	

Sumber: Tilley et al., 2014

Perhitungan efisiensi pengolahan pada biofilter didasarkan pada kurva hubungan antara HRT dengan persentase penyisihan COD (Sasse, 2009). Pada uraian berikut akan digambarkan hubungan penyisihan polutan dengan berbagai parameter yang dapat digunakan dasar dalam perencanaan.



Gambar 2. 6 HRT dan Penyisihan COD

Sumber: Sasse, 2009

Model persamaan dari kurva diatas yaitu,

- HRT < 12 jam

$$\text{CODrem} = \text{HRT} \times 0,16 / 12 + 0,44$$
- HRT < 24 jam

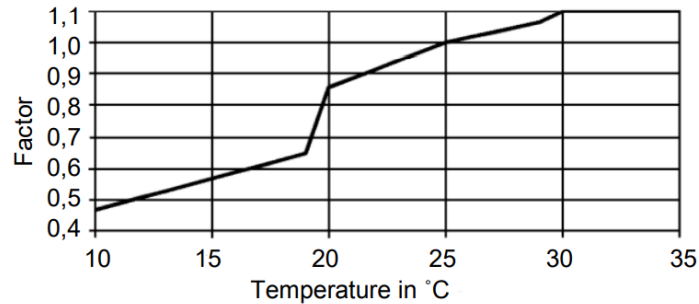
$$\text{CODrem} = (\text{HRT}-12) \times 0,07 / 12 + 0,6$$

- $\text{HRT} < 33 \text{ jam}$

$$\text{CODrem} = (\text{HRT}-24) \times 0,03 / 9 + 0,67$$

- $\text{HRT} < 100 \text{ jam}$

$$\text{CODrem} = (\text{HRT}-33) \times 0,09 / 67 + 0,7 - \text{HRT} \geq 100 \text{ jam CODrem} = 0,78$$



Gambar 2. 7 Hubungan Suhu dan Penyisihan COD

Sumber: Sasse, 2009

Model persamaan dari kurva diatas yaitu,

- $\text{Temp} < 20^\circ\text{C}$

$$\text{Factor} = (\text{temp} - 10) \times 0,39 / 20 + 0,47$$

- $\text{Temp} < 25^\circ\text{C}$

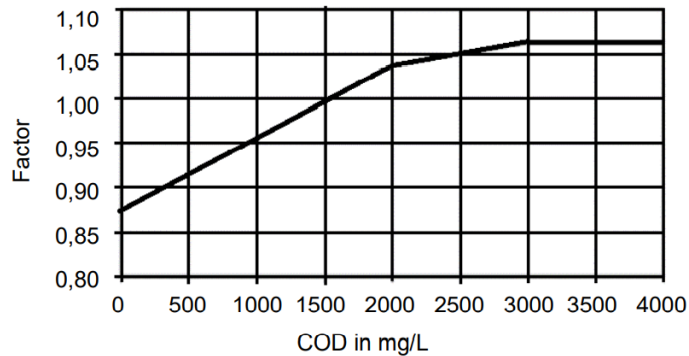
$$\text{Factor} = (\text{temp} - 20) \times 0,14 / 5 + 0,86$$

- $\text{Temp} < 30^\circ\text{C}$

$$\text{Factor} = (\text{temp} - 25) \times 0,08 / 5 + 1$$

- $\text{Temp} \geq 30^\circ\text{C}$

$$\text{Factor} = 1,10$$



Gambar 2. 8 Hubungan Konsentrasi COD Masuk dengan Penyisihan COD

Sumber: Sasse, 2009

Model persamaan dari kurva diatas yaitu

- $\text{COD in} < 2.000 \text{ mg/L}$

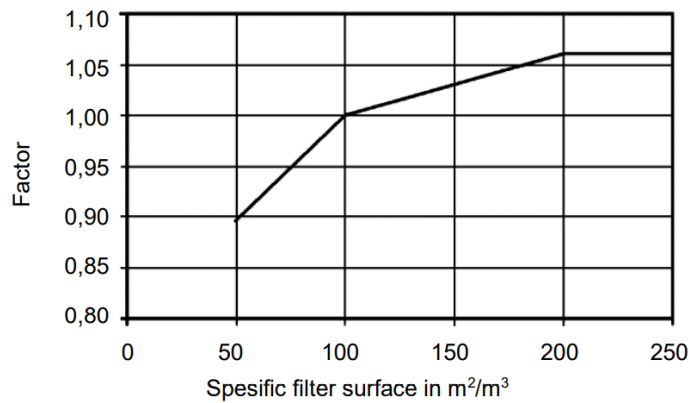
$$\text{Factor} = \text{COD in} \times 0,17 / 2.000 + 0,87$$

- $\text{COD in} < 3.000 \text{ mg/L}$

$$\text{Factor} = (\text{COD in} - 2.000) \times 0,02 / 1.000 + 1,04$$

- $\text{COD in} \geq 3.000 \text{ mg/L}$

$$\text{Factor} = 1,06$$

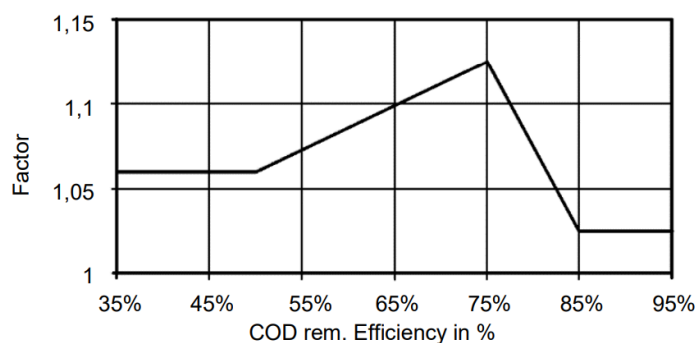


Gambar 2.9 Hubungan Luas Permukaan Spesifik Media dengan Penyisihan COD

Sumber: Sasse, 2009

Model persamaan untuk kurva diatas yaitu,

- Surface < 100 m²/m³
Factor = (Surface – 50) × 0,1 / 50 + 0,9
- Surface < 200 m²/m³
Factor = (Surface – 100) × 0,06 / 100 + 1
- Surface ≥ 200 m²/m³
Factor = 1,06



Gambar 2.10 Rasio Efisiensi Penyisihan BOD terhadap Penyisihan COD

Sumber: Sasse, 2009

Model persamaan dari kurva diatas yaitu,

- COD rem < 0,5
Factor = 1,06
- COD rem < 0,75
Factor = (COD rem – 0,5) × 0,065 / 0,25 + 1,06
- COD rem < 0,85
Factor = 1,125 – (COD rem – 0,75) × 0,1 / 0,1
- COD rem ≥ 0,85
Factor = 1,025

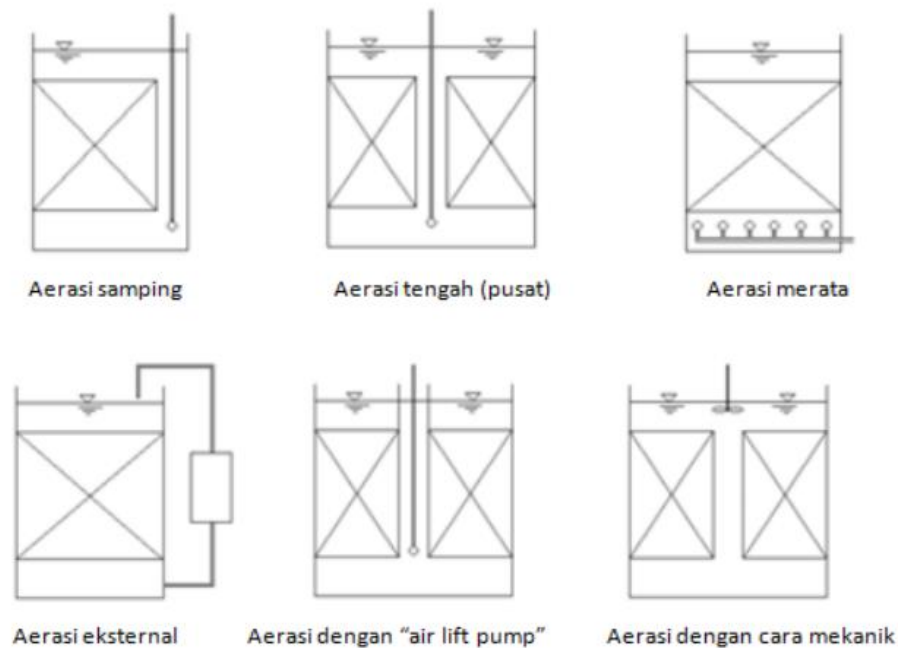
Tabel 2.11 Efisiensi Removal *Anaerobic Filter*

Parameter	Removal	Sumber
BOD	84,7 – 91%	Said, 2000

Parameter	Removal	Sumber
COD	79,6 – 95,3%	Said, 2000
TSS	50 – 80%	Sasse, 1998
Amoniak	19,44 - 81,71%	Romali dan Mokhtar, 2011
Fosfat		

2.4.5 Aerobic Biofilter

Aerobic Biofilter (ABF) merupakan salah satu jenis *attached growth* yang biasa dikenal sebagai *fixed bed* atau *fixed film reactor*. Prinsip pengolahan ABF yaitu dengan mengalirkan air limbah pada lapisan biofilm yang melekat pada media. Media biofilter dari bahan organik misalnya plastik dalam bentuk tali, bentuk jaring, bentuk butiran tak teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*), bentuk sarang tawon dan lain-lain. Media dari bahan anorganik misalnya batu pecah (*split*), kerikil, batu kali, batu marmer, zeolit, batu tembikar, batu bara (kokas/anthrasit) dan lainnya (Metcalf dan Eddy, 2014). Menurut Hasan *et al.* (2009), ABF merupakan sebuah sistem pengolahan yang terdiri dari media tumbuh mikroorganisme dan sistem aerasi. Suplai udara dapat dilakukan dengan aerasi samping, aerasi tengah, aerasi merata seluruh permukaan, aerasi eksternal dengan air *lift pump* dan aerasi dengan sistem mekanik. Sistem aerasi juga bergantung dari jenis media maupun efisiensi yang diharapkan (Marsidi dan Herlambang, 2002).



Gambar 2. 11 Metode Aerasi Sistem Biofilter

Sumber: Said, 2000

Efisiensi pengolahan biofilter tergantung luas kontak air limbah dengan mikroorganisme yang menempel pada media, semakin luas bidang kontakannya efisiensi removal semakin besar. Penggunaan biofilter ini dapat mengurangi BOD, COD ammonia dan juga fosfor (Hadiwidodo dkk., 2012). Cara kerja biofilter yaitu oksigen dan nutrisi yang terkandung dalam air akan berdifusi pada lapisan sel. Selanjutnya akan terbentuk lapisan aerobik untuk area terluar dan mengandung oksigen dan lapisan anaerobik di dekat media (Marsidi dan Herlambang, 2002).

Tabel 2. 12 Kriteria Desain *Aerobic Biofilter* (ABF)

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
<i>Organic Loading Rate</i> (OLR)	0,6-3,2	kg/m ³ hari	Metcalf and Eddy, 2004
<i>Hydraulic Loading Rate</i> (HLR)	10,75	m ² /m ³ hari	Metcalf and Eddy, 2004
Kedalaman	0,9-6	m	Metcalf and Eddy, 2004
SRT	6-8	Jam	Kementerian Kesehatan RI, 2011
<i>V upflow</i>	< 2	m/jam	Sasse, 1998
Tinggi media	1,2	m	Said, 2018
Tinggi air diatas media	0,2	m	Said, 2018

Tabel 2. 13 Kelebihan dan Kekurangan *Aerobic Biofilter*

Kelebihan	Kekurangan
Tidak membutuhkan lahan yang luas	Perlengkapan lebih kompleks
Operasional sederhana	Memerlukan instrumen alat yang bagus
Tidak menggunakan bak pengendap lumpur	Operator harus memiliki keahlian khusus
Tidak terdapat <i>bulking sludge</i>	Membutuhkan biaya operasional besar
Fasilitas pengolahan menarik	Mudah terjadi penyumbatan katika SS influen tinggi

Sumber: Barnard dan Stensel (2012)

Tabel 2. 14 Efisiensi Removal *Aerobic Biofilter*

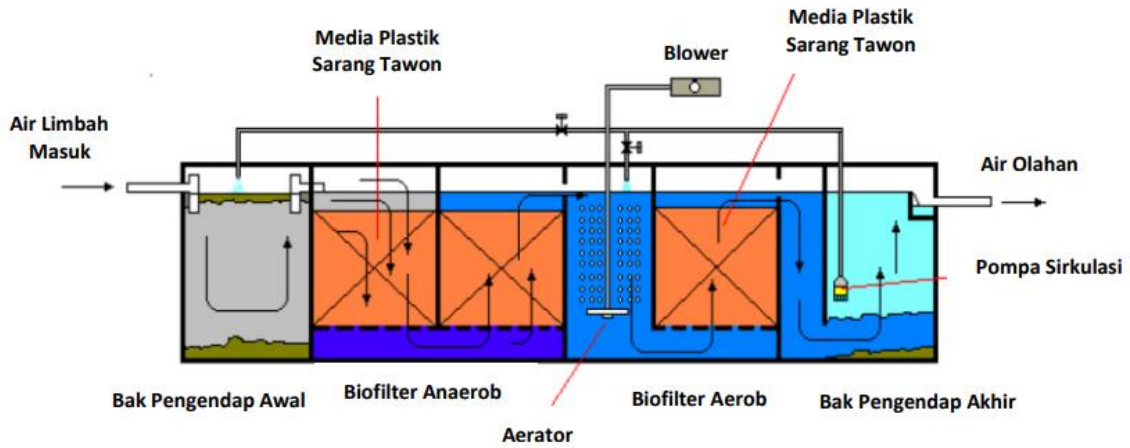
BOD	COD	TSS	Amoniak	Fosfat
80-95% ^(a)	80-95% ^(a)	80-90% ^(a)	76,2-94% ^{(b) (c)}	10-25% ^(a)

(a) Qasim, 1985

(b) Said, 1996

(c) Ikbal, 2016

Kombinasi antara biofilter anaerob-aerob akan menghasilkan penyisihan senyawa fosfor yang lebih besar dibandingkan dengan proses anaerob atau aerob saja. Selama berada pada kondisi anaerob, senyawa fosfor anorganik yang ada dalam sel-sel mikroorganisme akan keluar sebagai akibat hidrolisis senyawa fosfor. Sedangkan energi yang dihasilkan digunakan untuk menyerap senyawa organik yang ada dalam air limbah. Selama berada pada kondisi aerob, senyawa fosfor terlarut akan diserap oleh mikroorganisme dan akan disintesis menjadi *polyphosphat* menggunakan energi yang dihasilkan oleh proses oksidasi senyawa organik. Dengan demikian, kombinasi proses anaerob-aerob dapat menghilangkan senyawa organik maupun fosfor dengan baik (Praptiwi, 2017).



Gambar 2. 12 Biofilter Anaerob-aerob
 Sumber: Kementerian Kesehatan RI, 2011

2.4.6 Anaerobic Baffled Reactor

Anaerobic Baffled Reactor (ABR) merupakan unit pengolahan tersuspensi secara anaerobik dalam tangki yang terbagi menjadi beberapa kompartemen dengan volume sama. Pada unit ABR dipasang sekat sekat sehingga memungkinkan terjadinya aliran *up flow* dan *down flow* dari inlet menuju ke outlet sehingga terjadi kontak antara limbah dan biomassa aktif (Movahedyan *et al.*, 2007). Semakin banyak kompartemen, waktu detensi akan semakin lama dan efisiensi removal semakin besar dan lebih efisien dalam mengkonversi padatan (Barber dan Stuckey, 1999). Pada unit ABR terdapat zona pengendapan untuk pengendapkan partikel dengan ukuran besar dan selanjutnya akan memasuki kompartemen-kompartemen tempat kontak dengan mikroorganismse. Adanya kompartemen-kompartemen pada ABR memungkinkan pembagian proses asidogenesis dan metanogenesis di kompartemen yang berbeda. Unit ini sangat efektif untuk menyisahkan material organik, namun tidak efektif untuk penyisihan nitrogen.

Tabel 2. 15 Kriteria Desain ABR

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
<i>Organic Loading Rate</i> (OLR)	1-8	Kg COD/m ³ jam	Metcalf and Eddy, 2004
<i>Hydraulic Retention Time</i> (HRT)	2-8	Jam	Metcalf and Eddy, 2004
<i>Hydraulic Loading Rate</i> (HLR)	16,8-38,4	m ² /m ³ hari	Metcalf and Eddy, 2004
Kecepatan aliran (<i>V_{up}</i>)	0,7-1,7	m/jam	Metcalf and Eddy, 2004
Waktu detensi (td)	2-6	Jam	Sasse, 1998
Periode Pengurasan	2-3	Tahun	Sasse, 1998
SS/COD	0,35-0,45	m/jam	Sasse, 1998
Panjang kompartemen	50-60% kedalaman		Sasse, 1998

Tabel 2. 16 Kelebihan dan Kekurangan ABR

Kelebihan	Kekurangan
Konsumsi energi kecil, tidak ada alat penggerak ^(a)	Waktu <i>start up</i> lebih lama dibanding <i>anaerobic filter</i> ^(b)

Kelebihan	Kekurangan
Desain dan operasional sederhana ^(a)	Proses pengolahan lebih lama dibandingkan proses aerobik ^(b)
Tahan terhadap <i>shock loading</i> ^(b)	Sulit mempertahankan distribusi merata influen ^(d)
Lumpur yang dihasilkan relatif sedikit ^(b)	
Cocok untuk segala jenis limbah ^(b)	
Biaya investasi murah ^(b)	
Umur reaktor lama tanpa pembuangan lumpur ^(c)	

Sumber: (a) Metcalf dan Eddy, 2014;

(b) Sasse, 2009

(c) Barber dan Stuckey, 1999

(d) Tilche dan Vieira, 1991

Tabel 2. 17 Efisiensi Removal ABR

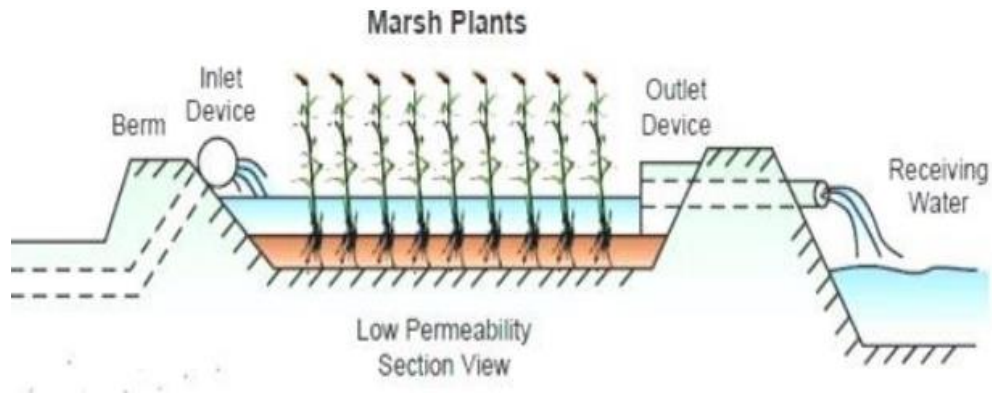
BOD	COD	TSS	Amoniak	Fosfat
70 - 95%	65 - 95%	70 - 95%	-	-

Sumber: Sasse, 1998

2.4.7 Constructed Wetland

Constructed wetland merupakan proses pengolahan air limbah menggunakan tumbuhan air dalam penyisihan polutan. Penyisihan polutan di *constructed wetland* melibatkan media tanam dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah (Risnawati dan Damanhuri, 2009). Sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen untuk digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme. Mikroorganisme pada *constructed wetland* berperan dalam melakukan penguraian bahan organik dan kemudian hasil penguraian akan dimanfaatkan oleh *fitoplankton* (US EPA, 1999). Menurut Suswati dan Gunawan (2013), apabila ditinjau dari aspek hidraulika, *constructed wetland* diklasifikasikan menjadi dua tipe, yaitu sistem aliran permukaan (*surface flow constructed wetland*) atau FWS (*free water system*) dan sistem aliran bawah permukaan atau SSF-Wetland (*sub-surface flow constructed wetland*). Apabila ditinjau berdasarkan pola aliran, *constructed wetland* diklasifikasikan menjadi aliran vertical dan horizontal (Vymazal, 2010).

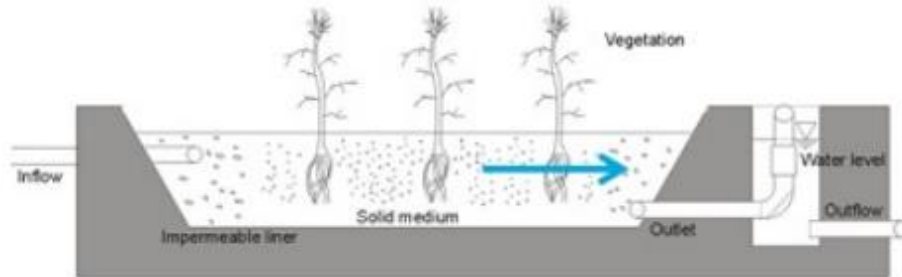
Sistem FWS (*free water system*) mengalirkan air diatas permukaan tanah dengan tumbuhan sehingga air limbah dapat berkurang akibat evapotranspirasi dan peresapan dalam tanah. Sistem ini mampu menyisihkan BOD, COD, TSS, nitrogen dan fosfor jika waktu tinggal mencukupi (US EPA, 1999), namun sistem ini jarang digunakan karena dapat menjadi sarang penyakit dan menimbulkan bau (Wallace dan Robert, 2006).



Gambar 2. 13 Sistem FWS (*Free Water System*)

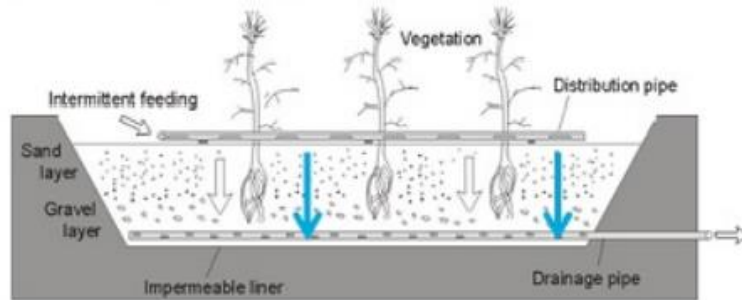
Sumber: Sim, 2003

Sistem *sub-surface constructed Wetland* mengalirkan air limbah dibawah permukaan media tanam sehingga dapat mengurangi paparan manusia dan organisme patogen (Wallace dan Robert, 2006). Sistem ini diklasifikasikan menjadi *vertical flow system* dan *horizontal flow systems* dengan penjelasan seperti pada gambar 2.12 dan gambar 2.13.



Gambar 2. 14 *Horizontal Flow Systems*

Sumber: Langergraber dan Simunek, 2005



Gambar 2. 15 *Vertical Flow System*

Sumber: Langergraber dan Simunek, 2005

Tabel 2. 18 Kriteria Desain *Constructed Wetland*

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Removal TSS	60-75%		US EPA, 1999
Removal BOD	75-98%		Vymazal, 2001
HLR	0,2-1	m ² /m ³ hari	Ellis <i>et al.</i> , 2003
L/W rasio	4:1 – 10:1		Hlavinek <i>et al.</i> , 2007
HRT	4-15	hari	Metcalf dan Eddy, 2003

Tabel 2. 19 Kelebihan dan Kekurangan *Constructed Wetland*

Kelebihan	Kekurangan
Tidak membutuhkan banyak biaya operasional dan konstruksi	Pengoperasian sistem ini tergantung pada kondisi lingkungan termasuk iklim dan suhu.
Mudah dalam pemeliharaan dan tahan lama	<i>Constructed Wetland</i> dengan <i>free water system</i> dapat berpotensi menimbulkan bau dan menjadi sarang bagi vektor penyakit (nyamuk).
Tidak memerlukan teknologi atau alat yang rumit	
Memanfaatkan sumber daya alam yang ada	
Dapat di modifikasi menggunakan tumbuhan lokal setempat	

Sumber: Khambali, 2011

Tabel 2. 20 Karakteristik Tipikal Media Untuk Sub-Surface Flow

Media Type	Max 10% grain size, mm	Porosity
Medium sand	1	0,42
Coarse sand	2	0,39
Gravelly sand	8	0,35
Fine gravel	16	0,38
Medium gravel	32	0,40
Coarse rock	128	0,45

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003

Tabel 2. 21 Efisiensi Removal *Constructed Wetland*

BOD	COD	TSS	Amoniak	Fosfat
50-90%	40-90%	50-80%	85-95%	60-90%

Sumber: Qasim, 1985

2.5 Zona Penyangga

Salah satu konsep penataan konservasi alam dapat dilakukan dengan pendekatan pembagian zona atau dikenal dengan *tripartite concept* (Cooper, 1993) yang terdiri dari zona inti, zona penyangga, dan zona pelayanan. Zona inti merupakan kawasan konservasi atau kawasan lindung yang ingin dijaga kelestariannya, rasio zona inti sebesar 10-20% dari luas keseluruhan. Zona penyangga merupakan wilayah yang mengelilingi dan berdampingan dengan wilayah inti untuk melindungi wilayah inti dari dampak negatif kegiatan manusia, rasio luas zona penyangga sebesar 60-80% dari luas keseluruhan. Zona pelayanan merupakan pengembangan fasilitas dan pelayanan untuk dikomersialkan, zona ini biasa dikenal dengan zona transisi dengan rasio luas sebesar 20% dari luas keseluruhan.

Zona penyangga sungai, pantai, bangunan, dan rawa berfungsi sebagai pembatas yang menyerap aliran, melindungi habitat, dan melindungi dari bencana. Zona penyangga tersusun dari vegetasi yang berfungsi untuk mengurangi pencemaran udara dengan mengubah karbon dioksida menjadi oksigen melalui proses fotosintesis. Kawasan penyangga merupakan tempat

singgah limpasan air hujan sehingga kelebihan air di musim penghujan dapat terserap dan banjir dapat tercegah. Selain itu, zona penyangga di dekat daerah perairan berfungsi untuk mencegah masuknya zat-zat kimia kedalam air dan dapat mencegah terjadinya sedimentasi (Rahmani *et al.*, 2016).

Penentuan vegetasi untuk zona penyangga di daerah riparian berdasarkan Permen PU No: 05/PRT/M/2008 perlu memperhatikan beberapa faktor, diantaranya vegetasi harus memiliki sistem perakaran yang kuat guna menahan pergeseran tanah, tumbuh baik pada tanah padat, sistem perakaran masuk kedalam tanah dan tidak merusak konstruksi dan bangunan, memiliki kecepatan tumbuh bervariasi, tahan terhadap hama dan penyakit tanaman, jarak tanam setengah rapat sampai rapat 90% dari luas area, harus dihijaukan, tajuk cukup rindang dan kompak, tetapi tidak terlalu gelap, berupa tanaman lokal dan tanaman budidaya, dominasi tanaman tahunan, sedapat mungkin merupakan tanaman yang mengundang burung.

Jenis vegetasi untuk ekoriparian menurut Radnawati dan Fatmala (2020) terdiri dari *groundcover*, perdu, semak, dan pohon. Rekomendasi tanaman yang dapat digunakan di zona riparian yaitu *Artocarpus heterophyllus* (nangka), *Leucaena leucocephala* (petai cina), *Psidium guajava* (jambu biji), *Durio zibethinus* (durian), *Persea americana* (alpukat), *Hibiscus tiliaceus* (waru), *Albizia chinensis* (sengon), *Arenga pinnata* (enau), *Pterocarpus indicus* (angsana), *Magnolia champaca* (cempaka), *Bambusa vulgaris* (bambu), *Aleuritas moluccana* (kemiri), *Delonix regia* (flamboyant) *Musa sp.* (pisang), *Argyreia nervosa* (elephant climber). Selanjutnya pada zona semi konsevasi dapat digunakan jenis tanaman pertanian seperti *Solanum lycopersicum* (tomat), *Allium cepa* (bawang merah), *Capsicum frutescens* (cabai), *Brassica oleracea* (kubis), Kopi, dan *Zea Mays* (jagung).

2.6 Pemberdayaan Masyarakat

Pemberdayaan merupakan upaya untuk mendorong, memotivasi dan membangkitkan kesadaran akan potensi yang dimilikinya, dalam proses pemberdayaan ini dibutuhkan langkah untuk menciptakan iklim dan suasana yang lebih positif. Pemberdayaan bukan hanya penguatan individu, melainkan juga penanaman nilai nilai budaya, kerja keras dan juga tanggung jawab. Aspek-aspek penting dalam pemberdayaan yaitu *enabling* dimana suasana potensi masyarakat dapat berkembang diciptakan, *empowering* dimana potensi yang dimiliki oleh masyarakat akan diperkuat, dan *protecting* dimana kepentingan masyarakat akan selalu dilindungi dalam pengambilan keputusan (Kemensos, 2021).

Menurut Adi (2013) tahapan dalam proses pengembangan masyarakat, yaitu:

1. Tahap persiapan (*engagement*)

Pada tahap ini akan dilakukan penyamaan persepsi anggota, studi kelayakan, dan melakukan pendekatan pada masyarakat sasaran. Dalam proses pendekatan pada masyarakat, petugas perlu menjalin hubungan baik dengan masyarakat sasaran untuk mempermudah proses perizinan.

2. Tahap pengkajian (*assessment*)

Proses pengkajian yang dilakukan dengan mengidentifikasi masalah atau kebutuhan dan sumber daya yang dimiliki komunitas sasaran. Masyarakat dilibatkan secara aktif agar permasalahan yang keluar adalah dari pandangan mereka sendiri, dan petugas

memfasilitasi warga untuk menyusun prioritas dari permasalahan yang mereka sampaikan. Hasil pengkajian ini akan ditindaklanjuti pada tahap berikutnya, yaitu tahap perencanaan.

3. Tahap perencanaan alternatif kegiatan (*planning*)
Pada tahap ini petugas secara partisipatif mencoba melibatkan warga untuk berpikir tentang masalah yang mereka hadapi, bagaimana cara mengatasinya serta memikirkan beberapa alternatif program dan kegiatan yang dapat dilakukan.
4. Tahap formulasi rencana aksi (*action plan formulation*)
Pada tahap ini petugas membantu masing-masing kelompok untuk merumuskan dan menentukan program yang akan dilakukan. Pada tahap ini diharapkan petugas dan masyarakat sudah dapat membayangkan dan menuliskan tujuan jangka pendek tentang apa yang akan dicapai dan cara mencapai tujuan tersebut.
5. Tahap implementasi kegiatan (*implementation*)
Pada tahap pelaksanaan, segala sesuatu yang telah direncanakan akan dilaksanakan dengan melibatkan kerjasama antarwarga. Tahapan ini merupakan tahap yang sangat penting karena perlu dipastikan bahwa pelaksanaan dapat berjalan sesuai rencana.
6. Tahap evaluasi (*evaluation*)
Evaluasi sebagai proses pengawasan dari warga dan petugas terhadap program yang sedang berjalan. Pada tahap ini sebaiknya melibatkan warga untuk melakukan pengawasan secara internal agar dalam jangka panjang diharapkan membentuk suatu sistem dalam masyarakat yang lebih mandiri dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Evaluasi dimaksudkan untuk memberikan umpan balik bagi perbaikan kegiatan.
7. Tahap terminasi (*termination*)
Tahap ini merupakan tahap ‘perpisahan’ hubungan secara formal dengan komunitas sasaran. Terminasi dilakukan seringkali bukan karena masyarakat sudah dianggap mandiri, tetapi karena proyek sudah harus dihentikan karena sudah melebihi jangka waktu yang ditetapkan sebelumnya, atau karena anggaran sudah selesai dan tidak ada penyandang dana yang dapat dan mau meneruskan program tersebut.

2.7 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

Arboretum Sempaja merupakan sarana dan prasarana penelitian di Balai Besar Litbang Ekosistem Hutan DIPTEROKARPA (B2P2EHD) yang berada dalam kompleks perkantoran dan perumahan. Arboretum ini dibangun sebagai sarana pelestarian sumber plasma nutfah untuk mendukung kegiatan penelitian, sarana pendidikan dan pelatihan serta sebagai sarana rekreasi, juga berfungsi sebagai areal konservasi *ex-situ* dalam hal koleksi jenis dan sebagai sarana untuk memperkenalkan jenis-jenis pohon kepada masyarakat luas (B2P2EHD Samarinda, 2021). Sejalan dengan pemindahan Ibu Kota Negara ke Kalimantan Timur, Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan mengarahkan Arboretum Sempaja digunakan sebagai ikon Kota Samarinda dan segera dilakukan perbaikan. Perbaikan dan peningkatan fungsi Arboretum Sempaja bisa dengan memperbaiki daerah sekitarnya seperti dekat area rawa di Arboretum Sempaja (KLHK, 2021).

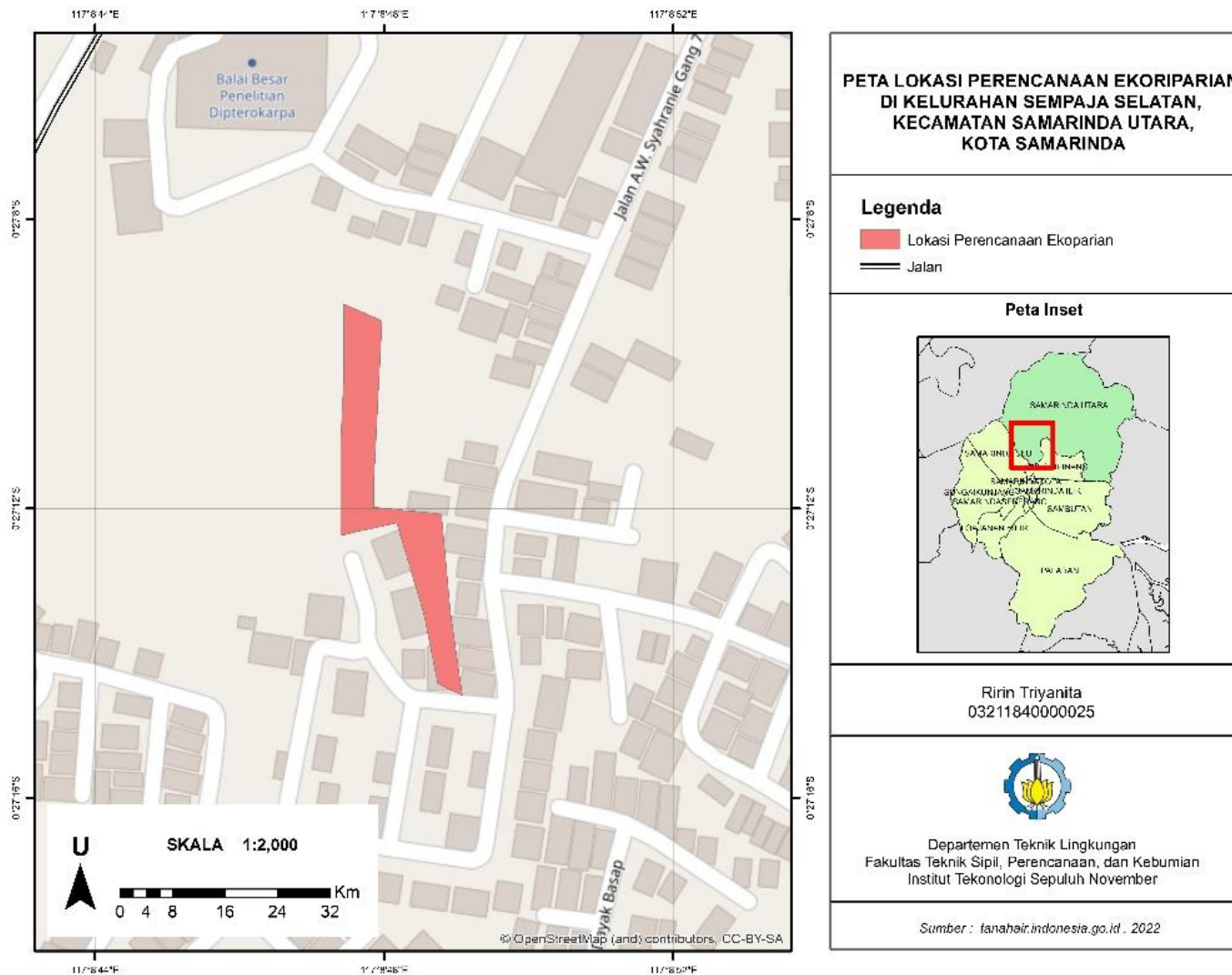
2.7.1 Kondisi Geografis Daerah Perencanaan

Lahan untuk perencanaan lanskap ekoriparian ini merupakan lahan milik balai besar dengan luasan area mencapai $\pm 1.774,89 \text{ m}^2$ dan perimeter sepanjang 366,96 m. Letak dari

lokasi perencanaan bersebelahan dengan Arboretum Sempaja Kota Samarinda, lebih tepatnya terletak pada titik koordinat $0^{\circ}27'12.93''$ S $117^{\circ}08'48.50''$ E. Kemudian ditinjau dari kontur permukaan, wilayah perencanaan cenderung memiliki permukaan yang datar dengan elevasi 10 mdpl.



Gambar 2. 16 Batasan Daerah Perencanaan



Gambar 2. 17 Peta Lokasi Perencanaan



Gambar 2. 18 Lokasi Lahan Ekoriparian

Pada lokasi perencanaan terdapat rawa yang dijadikan sebagai kolam pemancingan. Kolam pemancingan berhadapan wilayah perencanaan. Pada kolam pemancingan ini, terdapat jembatan bambu yang melintang melewati kolam pemancingan. Jembatan bambu tersebut digunakan masyarakat untuk tempat memancing ikan. Dinding pembatas yang membatasi antara kolam dan arboretum mengalami kerusakan sehingga masyarakat dapat melewati dinding tersebut untuk menuju kolam pemancingan. Kondisi tersebut disebabkan oleh air kolam yang meluap dan menyebabkan runtuhnya dinding pembatas kolam dan arboretum. Saat ini, dinding rusak tersebut hanya ditutup menggunakan spanduk guna menutupi kondisi kolam.



Gambar 2. 19 Kondisi Dinding Pembatas Kolam dan Arboretum

2.7.2 Kondisi Lingkungan Daerah Perencanaan

Air limbah yang akan diolah pada IPAL berasal dari air limbah rumah tangga Perumahan Dosen Universitas Mulawarman, Perumahan Darus Shofa, rumah dinas balai besar, dan penduduk RT 17-23 Kelurahan Sempaja Selatan. Kondisi eksisting pengolahan air limbah pada wilayah tersebut yaitu tanpa adanya pengolahan air limbah. Limpasan air hujan dan limbah rumah tangga hanya dialirkan tanpa pengolahan melalui drainase. Drainase yang mengalirkan air limbah mengalami kerusakan di beberapa titik sehingga air limbah meluap dan mencemari tanah di sekitar drainase.



Gambar 2. 20 Kondisi Eksisting Parit

2.7.3 Kondisi Sosial, Ekonomi, dan Demografi

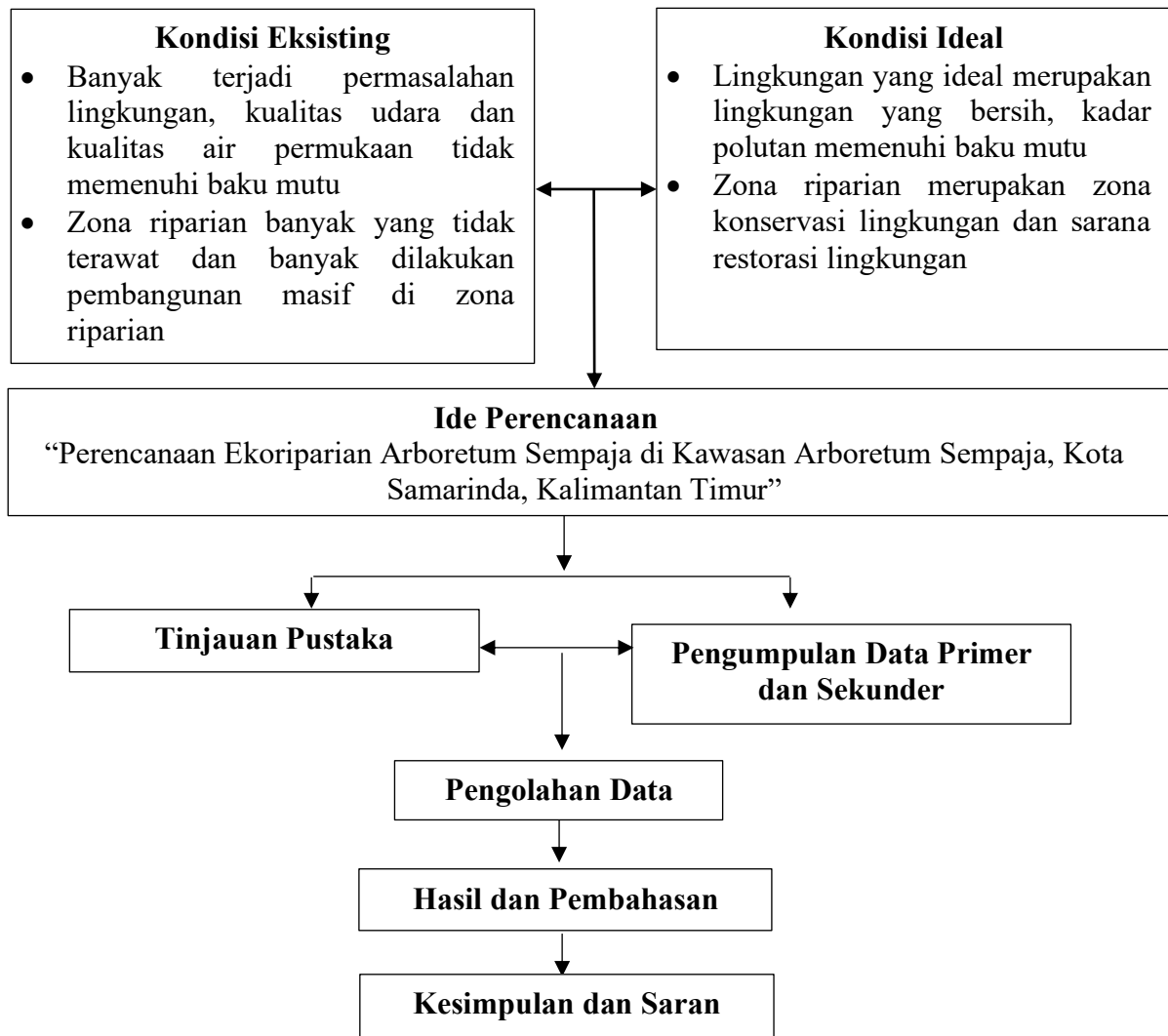
Wilayah perencanaan ekoriparian berdekatan dengan perumahan dosen Universitas Mulawarman, Perumahan Darus Shofa, rumah dinas balai besar, dan penduduk RT 17-23 Kelurahan Sempaja Selatan. Masyarakat di wilayah perencanaan sebagian besar berprofesi sebagai pegawai. Masyarakat yang berkunjung ke daerah tersebut hanya untuk berwisata atau melakukan penelitian di Arboretum Sempaja.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3 METODE PERENCANAAN

3.1 Kerangka Perencanaan

Pada kerangka perencanaan ini ditentukan metode yang digunakan selama perencanaan untuk mencapai hasil akhir sesuai tujuan perencanaan. Penyusunan alur berupa langkah-langkah yang bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan dan sebagai acuan dalam menjalankan perencanaan dengan studi kasusnya.



Gambar 3. 1 Kerangka Perencanaan

3.2 Tahapan Perencanaan

3.2.1 Ide Perencanaan

Ide perencanaan ini diperoleh dari adanya permasalahan lingkungan yang terjadi di Indonesia seperti kurangnya ruang terbuka hijau dan penurunan kualitas air permukaan yang dapat menyebabkan berbagai penyakit. Selain itu, meningkatnya pembangunan masif di area riparian menjadikan kemampuan perairan dalam melakukan purifikasi semakin berkurang. Untuk itu dilakukan perencanaan pemulihan lingkungan di daerah riparian, dengan harapan zona riparian dapat menjadi zona konservasi dan pemulihan lingkungan yang optimal.

Perencanaan ini akan dilakukan di salah satu kawasan yang akan menjadi ikon Ibu Kota Negara, yakni di Arboretum Sempaja, Kalimantan Timur. Harapannya perencanaan ini dapat menjadi pilot project untuk daerah lainnya dalam melakukan pemulihan lingkungan.

3.2.2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka digunakan mendukung ide perencanaan secara teori serta membantu memperluas pemahaman terhadap ide yang akan direncanakan. c Data literatur yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu

1. Ekoriparian
2. Air limbah domestik
3. Pengolahan air limbah domestik
4. Teknologi pengolahan air limbah domestik
5. Zona Penyangga
6. Pemberdayaan masyarakat

3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada perencanaan ini terdiri dari pengumpulan data primer dan sekunder sebagai acuan dalam menyusun konsep perencanaan. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan dengan cara pengukuran, wawancara, maupun pengamatan langsung. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber data lain seperti jurnal, buku, dan lain sebagainya. Berikut uraian mengenai data primer dan sekunder yang diperlukan dalam perencanaan ini.

1. Data Primer

Data primer pada perencanaan ini yaitu data mengenai kondisi *eksisting* daerah perencanaan yang didapat dengan observasi secara digital oleh penulis. Berdasarkan observasi yang dilakukan akan didapat gambaran kondisi fisik daerah perencanaan dan pertimbangan penentuan batasan perencanaan. Data kondisi sosial ekonomi didapatkan melalui wawancara dengan warga setempat menggunakan *platform google meets*. Selain itu, untuk mengetahui pandangan masyarakat tentang kondisi lingkungan dan keinginan pengembangan juga dilakukan survei melalui *google form*.

2. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan pada perencanaan ini berasal dari data penelitian sebelumnya, peraturan perundang-undangan, dan informasi dari KLHK. Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu

a. Kondisi eksisting

Data kondisi eksisting mengenai kondisi drainase, gambaran *site* perencanaan, kerusakan infrastruktur di lokasi, kondisi kolam yang jadi limpasan air hujan, dan gambaran vegetasi yang didapatkan dari hasil observasi KLHK. Data ini selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menentukan konsep perencanaan pemulihan lingkungan.

b. Sambungan Rumah (SR) terlayani

Jumlah sambungan rumah yang akan dilayani di bangunan IPAL yang berada di ekoriparian didapatkan dari KLHK. Data ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan kuantitas air limbah yang perlu diolah.

c. Kualitas influen dari penelitian sebelumnya

Data kualitas influen diperoleh dari data penelitian sebelumnya dari berbagai sumber, kemudian dibuat pertimbangan karakteristik yang dapat mewakili karakteristik air limbah di daerah perencanaan.

d. Baku mutu air limbah domestik

Baku mutu air limbah domestik yang digunakan yaitu PermenLHK Nomor 68 tahun 2016 dan PP Nomor 82 Tahun 2001, baku mutu digunakan sebagai dasar dalam perencanaan alternatif pengolahan.

e. HSPK

HSPK berisikan data mengenai jenis kegiatan konstruksi beserta dengan harga satuan dari setiap kegiatan. Sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan BOQ dan RAB dari IPAL yang telah direncanakan.

3.2.4 Pengolahan Data

Data-data primer dan sekunder yang telah terkumpul selanjutnya diolah dengan tahapan sebagai berikut.

1. Perencanaan konsep ekoriparian

Perencanaan konsep ekoriparian dilakukan berdasarkan kondisi masyarakat yang diperoleh melalui wawancara dan survei, konsep pendekatan yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu *community based design*. Dari perencanaan konsep ekoriparian ini akan didapatkan fasilitas apa saja secara garis besar yang akan diberikan di ekoriparian beserta rencana *layout* ekoriparian. Pada tahap ini juga akan dilakukan perencanaan tahapan pembangunan disesuaikan dengan skala prioritas yang dibuat berdasarkan keinginan dan kondisi masyarakat.

2. Perencanaan IPAL

IPAL merupakan salah satu bagian dari zona konservasi di ekoriparian, pada tahapan ini akan dibuat desain IPAL dengan kriteria desain yang ada. Pada perencanaan IPAL ini dibuat alternatif sehingga air limbah yang masuk dapat memenuhi baku mutu. Selanjutnya akan dilakukan pemilihan alternatif pengolahan dengan pertimbangan kebutuhan luas, efisiensi removal, dan kemudahan dalam operasional. *Output* dari perencanaan ini yaitu DED (*Detailed Engineering Design*) IPAL yang dilengkapi dengan gambar 2 dimensi dan 3 dimensi.

3. Perencanaan Zona Penyangga

Perencanaan zona penyangga dilakukan dengan perencanaan lanskap menggunakan vegetasi yang sesuai dengan karakteristik lokasi. Pada perencanaan ini dilakukan penataan lanskap agar fungsi zona penyangga sebagai pelindung zona konservasi dapat tercapai. *Output* dari tahapan ini yaitu gambar *layout* zona penyangga dan dilengkapi dengan data vegetasi yang akan digunakan.

4. Perencanaan Zona Pengembangan

Perencanaan zona pengembangan dilakukan dengan perencanaan sarana rekreasi yang dapat dikomersialkan kepada khlayak umum. Pada tahapan ini akan ditentukan fasilitas pengembangan yang akan disediakan sesuai dengan hasil survei dan wawancara pada masyarakat. *Output* dari tahapan ini yaitu gambar *layout* zona pengembangan beserta keterangan bangunan pelengkap yang akan disediakan.

5. Perencanaan fasilitas penunjang

Pada perencanaan ini akan direncanakan fasilitas penunjang seperti pos jaga, kamar mandi, kantor, ruang menyusui dan perlengkapan ramah difabel. Selain itu, pada tahapan ini juga akan dibuat perencanaan K3 (keselamatan dan kesehatan kerja), seperti penyediaan kotak P3K dan alat pemadam kebakaran.

6. Perencanaan konsep pemberdayaan masyarakat

Pada perencanaan konsep pemberdayaan masyarakat ini akan dirumuskan keterlibatan masyarakat dalam setiap tahapan pembangunan, masyarakat akan dilibatkan sejak perencanaan, pembangunan hingga di akhir akan dilakukan evaluasi dan *monitoring*. *Output* dari tahapan ini yaitu gambaran keterlibatan setiap elemen masyarakat, dan indikator keberhasilan.

7. Perhitungan BOQ dan RAB

Perhitungan BOQ dan RAB berdasarkan pada DED yang telah dibuat. Dimensi tiap unit digunakan untuk menghitung volume pekerjaan. Volume pekerjaan diperlukan untuk menghitung kebutuhan pekerja, maupun bahan bangunan yang diperlukan berdasarkan HSPK Kalimantan Timur tahun 2019.

3.2.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan hasil dari pembahasan yang menjawab tujuan dan ruang lingkup pada kegiatan perencanaan. Saran-saran diberikan untuk memperbaiki perencanaan yang akan dilakukan di masa mendatang.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsep Perencanaan Ekoriparian

Perencanaan ekoriparian di Kawasan Arboretum Semaja akan dilakukan dengan konsep *community based design*, masyarakat akan dilibatkan dalam *pre design*, *design* dan *post design*. Perencanaan akan didasarkan kebutuhan masyarakat yang diketahui melalui survei dan wawancara dengan masyarakat sekitar. Hasil dari wawancara didapatkan Arboretum Sempaja saat ini masih belum banyak dikenal oleh masyarakat luas, dan kurangnya fasilitas-fasilitas atraktif yang bisa menarik masyarakat. Menurut hasil wawancara, fasilitas yang perlu ditambahkan untuk pengembangan Kawasan Arboretum Sempaja yaitu tempat makan, tempat parkir yang aman, taman bunga, dan edukasi hidroponik. Hasil analisis SWOT (*Strength*, *Weakness*, *Opportunity*, *Threat*) melalui survei dan observasi fisik dapat dilihat di Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Analisis SWOT Pengembangan Kawasan Arboretum Sempaja

<i>Strenght</i>	<i>Weakness</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Kolam rawa sebagai pendukung kegiatan <i>daily & eventual</i> masyarakat • Kawasan perkampungan masyarakat yang harmonis 	<ul style="list-style-type: none"> • Akses menuju lahan minim dan kurang memadai • Lokasi studi kurang dikenal masyarakat • Minim ruang interaktif dan atraktif
<i>Opportunity</i>	<i>Threat</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Kegiatan pemancingan aktif pada rawa • Direncanakan akan menjadi ikon kota samarinda (www.menlhk.go.id) 	Adanya pengaruh perubahan cuaca yang drastis dapat menyulitkan pengelolaan

Melihat kondisi Kawasan Arboretum Sempaja yang belum dikenal khalayak umum, maka dalam perencanaan ini digunakan konsep pengembangan ekoriparian secara bertahap. Pada tahap awal akan dilakukan pengembangan yang berfokus pada konservasi lingkungan dan menarik pengunjung. Pada tahap selanjutnya akan dilakukan pengembangan ke arah ekonomi dan edukasi. Fasilitas yang akan dibangun di ekoriparian diklasifikasikan menjadi zona inti, zona peyangga, dan zona pengembangan. Pembagian zonasi ekoriparian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Zonasi Ekoriparian

1. Zona inti

Zona inti adalah zona yang memiliki fungsi utama untuk konservasi lingkungan dan menjaga kualitas air kolam agar memenuhi baku mutu. Pada zona ini akan didirikan IPAL untuk mengolah air limbah dari drainase pemukiman yang akan dilimpaskan menuju ke kolam.

2. Zona penyangga

Zona penyangga memiliki fungsi untuk menyokong fungsi utama zona inti dan sebagai *barrier* untuk mencegah pencemaran. Ekoriparian pada perencanaan ini akan dilengkapi dengan hidroponik dan taman sebagai pelindung zona konservasi.

3. Zona pengembangan

Zona pengembangan memiliki fungsi untuk memberikan ruang interaksi sosial dan ekonomi masyarakat. Pada zona ini akan direncanakan sarana rekreasi berupa arena bermain, dan arena olahraga yang dilengkapi dengan fasilitas edukasi.

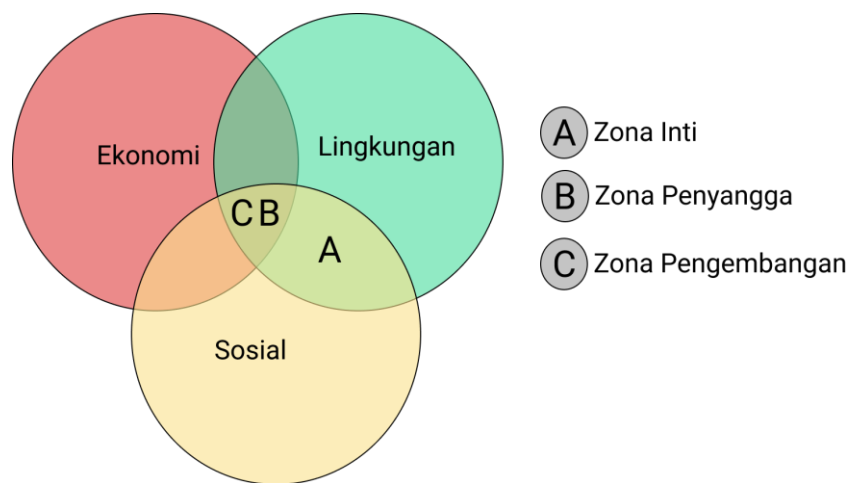
Konsep yang diterapkan dalam perencanaan ini juga memperhatikan aspek *sustainability* (keberlanjutan), konsep yang diusulkan akan memberi dampak pada sosial, ekonomi, dan lingkungan. Setiap zona dalam ekoriparian akan memberi *impact* yang positif pada ketiga aspek tersebut.

- Pada zona inti terdapat IPAL yang dapat memberi dampak pada lingkungan dengan mengolah air limbah hingga memenuhi baku mutu. Selain itu, IPAL juga memberikan ruang interaksi sosial pada masyarakat yang ingin menjelajahi wisata edukasi IPAL.
- Zona penyangga dapat memberikan dampak positif pada lingkungan dengan kehadiran vegetasi yang mampu mencegah pencemaran di lingkungan ekoriparian. Selain itu, desain zona penyangga yang dilengkapi dengan tempat peristirahatan dapat memberikan ruang interaksi sosial masyarakat. Zona penyangga yang dilengkapi dengan hidroponik dapat

memberikan keuntungan secara ekonomi ketika penjualan tanaman hidroponik pada masyarakat.

- Zona pengembangan akan memberi dampak positif pada perekonomian sekitar karena adanya *foodcourt* dapat memberikan keuntungan secara ekonomi. Selain itu, adanya arena olahraga dan bermain menjadi ruang interaksi sosial bagi masyarakat. Penataan lanskap pada zona pengembangan akan memberi dampak positif pada lingkungan dengan menyediakan udara yang sehat.

Gambaran konsep *sustainability* terkait dengan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4.2. Konsep *sustainability* tidak dapat berjalan tanpa adanya partisipasi aktif dari masyarakat, untuk itu dalam perencanaan ini masyarakat akan dilibatkan dalam setiap tahapan pembangunan.



Gambar 4. 2 Konsep *Sustainability* dalam Perencanaan Ekoriparian

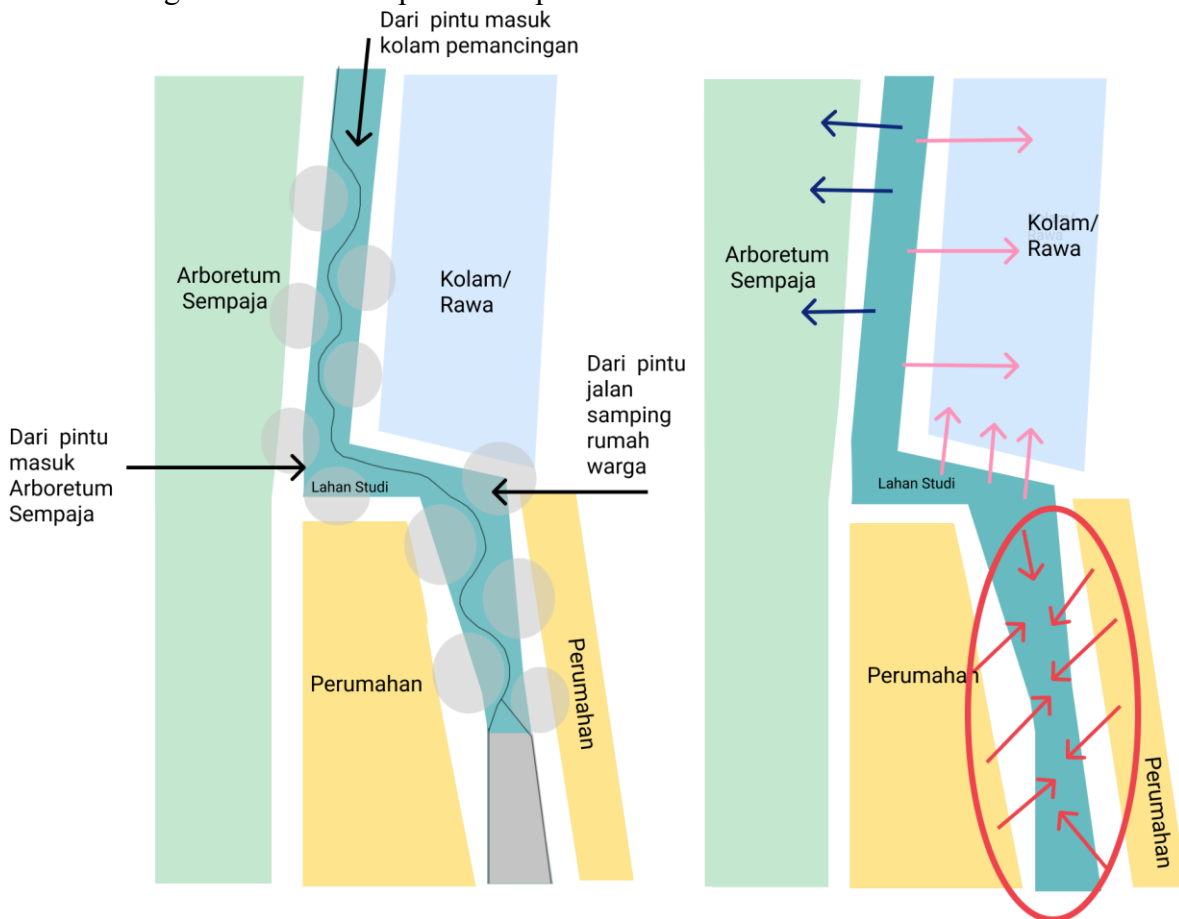
Perencanaan ini didasarkan atas prinsip partisipasi masyarakat dari perencanaan hingga evaluasi sebagai proses desain yang berulang. Dalam proses pembangunannya akan direncanakan dua tahap dengan memberi kesempatan masyarakat untuk evaluasi hasil pembangunan tahap pertama dan masukan untuk tahap kedua. Berdasarkan hasil analisa kebutuhan masyarakat, direncanakan pada tahap pertama akan dibangun fasilitas yang dapat menarik penunjang, seperti spot foto, pendukung area pemancingan berupa tempat duduk, area olahraga, IPAL, dan hidroponik. Selanjutnya pada tahap kedua akan dibangun pelengkap yang menunjang pembangunan tahap 1 berupa *community center*, *foodcourt*, area taman baca dan edukasi IPAL.

Tabel 4. 2 Pemetaan Zona dalam Tahapan Pembangunan

Tahapan	Zona	Fasilitas
Tahap 1	Inti	IPAL
	Penyangga	Area Hidroponik
	Pengembangan	<i>Playground</i> dan area olahraga
		<i>Playground 1</i>
		Tempat duduk <i>view</i> kolam pemancingan
	Bangunan pelengkap	Toilet dan ruang menyusui
		Kantor administrasi dan layanan informasi
Tahap 2	Pengembangan	<i>Amphitheatre</i>

Tahapan	Zona	Fasilitas
		Taman Baca
		Foodcourt
		Mushola
		Community Center
		Taman Edukasi IPAL

Sirkulasi dan akses jalan menuju ke lokasi perencanaan bisa dilalui dari 3 jalur, dari pintu masuk kolam pemancingan, sebelah rumah warga dan depan Arboretum Sempaja. Jalur masing yang paling ideal merupakan depan Arboretum Sempaja karena jalan sudah beraspal dan lebar. Lokasi perencanaan memiliki bentuk memanjang dan tidak terlalu lebar, sehingga pada perencanaan ini dibuat sirkulasi berkelok untuk menciptakan kedinamisan. Perencanaan sirkulasi dan gambaran view dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Perencanaan Sirkulasi dan Gambaran View

4.2 Perencanaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)

4.2.1 Penentuan Kuantitas dan Kualitas Air Limbah

Air limbah yang diolah pada IPAL terdiri dari limbah *greywater* yang berasal dari pemukiman, limbah dari toilet ekoriparian dan limbah dari *foodcourt* ekoriparian. Penentuan debit air limbah pemukiman pada perencanaan ini menggunakan hasil survei KLHK.

$$\text{Jumlah KK} = 350 \text{ KK}$$

Jumlah orang/KK = 4 orang/KK
 Jumlah orang total = 350 x 4
 = 1400 orang
 Q = 100 Liter/orang hari
 Q total = 1400 x 100
 = 140000 Liter/hari
 = 140 m³/hari
 = 0,00162037 m³/detik

Kualitas limbah *grey water* pemukiman didapatkan dari data penelitian terdahulu terkait karakteristik *grey water*. Hasil pengumpulan data sekunder dapat seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Sekunder Kualitas *Grey Water* Pemukiman

Parameter	mg/L	Sumber
BOD	145-182	(a)(b)(c)(d)
COD	320-330	(a)(b)(c)
TSS	103-141	(c)(d)
Ammonia	10-12	(b)(d)
Fosfat	5	(b)

Sumber: (a) Wisesa, 2016

(b) Sari, 2014

(c) Safrodin dan Mangkoedihardjo, 2016

(d) Busyairi et al., 2020

Tabel 4. 4 Kualitas *Grey Water* yang Digunakan

Parameter	mg/L	Baku Mutu
BOD	182	30
COD	330	100
TSS	141	30
Ammonia	12	10
Fosfat	5	1

Penentuan air limbah dari kegiatan operasional ekoriparian dilakukan dengan mempertimbangkan perhitungan daya tampung ekoriparian dan standar limbah yang dihasilkan dari sarana rekreasi. Perhitungan daya tampung fisik atau batas maksimum kunjungan yang dapat dilakukan dalam sehari dihitung dengan rumus,

$$PCC = A \times \frac{1}{B} \times Rf$$

4. 1

PCC = *Physical Carrying Capacity*

A = Luas area yang digunakan

B = Luas area yang dibutuhkan oleh satu wisatawan

Rf = Jam operasional/rata-rata kunjungan

(Husaini et al., 2018)

Berdasarkan rumus diatas dapat dilakukan perhitungan daya tampung fisik ekoriparian seperti berikut.

Luas total = 1774,89 m²
 Asumsi ruang publik = 30% luas area perencanaan
 Dengan asumsi area yang digunakan wisatawan adalah ruang publik dan tempat istirahat, maka nilai A adalah 30% luas area perencanaan

$$= 30\% \times 1774,89$$

$$= 532,467$$

B = 65 (*Husaini et al., 2018*)

Rf = 13/1

$$= 13$$

PCC = $A \times \frac{1}{B} \times Rf$

$$= 532,467 \times \frac{1}{65} \times 13$$

$$= 107 \text{ pengunjung/hari}$$

Debit yang dihasilkan dari kegiatan sanitasi pengunjung yaitu,

$$= 40 \text{ L/orang hari (US EPA, 1999)}$$

Debit

Total debit = Jumlah pengunjung x debit

$$= 107 \times 40$$

$$= 4280 \text{ L/ hari}$$

$$= 4,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,0000495 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kualitas air limbah digunakan merupakan hasil pengumpulan data sekunder mengenai karakteristik limbah domestik di Kalimantan.

Tabel 4. 5 Data Sekunder Kualitas Limbah Domestik

Parameter	mg/L	Sumber
BOD	117-218	(a) (b)
COD	125-337	(a)
TSS	107-295	(a) (c)
Ammonia	6,4-21	(a) (c)

Sumber: (a) *Pranoto et al., 2019*

(b) *Hifzhani dan Syarifudin, 2017*

(c) *Azzhura, 2018*

Tabel 4. 6 Karakteristik Limbah Domestik yang Digunakan

Parameter	mg/L	Baku Mutu
BOD	168	30
COD	231	100
TSS	201	30
Ammonia	14	10

Penentuan debit limbah *foodcourt* didasarkan pada standar US EPA (1999) untuk kafetaria di tempat wisata, yakni sebanyak 30 L/unit hari. Debit total yang dihasilkan dari 2 unit *foodcourt* pada ekoriparian adalah sebesar 60 L/unit hari. Karakteristik limbah yang digunakan menggunakan data penelitian terdahulu yang dilakukan Madianto *et al.* (2014).

Tabel 4. 7 Karakteristik Air Limbah *Foodcourt*

Parameter	mg/L	Baku Mutu
BOD	118,64	30
COD	315	100
TSS	603,81	30

Kuantitas dan kualitas air limbah campuran antara air limbah dari pemukiman, toilet ekoriparian, dan *foodcourt* dapat dihitung seperti perhitungan berikut.

$$Q1 = 140 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q2 = 4,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q3 = 0,06 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q1 + Q2 + Q3 \\ &= 140 + 4,28 + 0,06 \\ &= 144,34 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD} &= \frac{(Q1 \times C1) + (Q2 \times C2) + (Q3 \times C3)}{Q \text{ total}} \\ &= \frac{(140 \times 182) + (4,28 \times 168) + (0,06 \times 118,64)}{144,34} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 181,56 \text{ mg/L} \\ \text{COD} &= \frac{(Q1 \times C1) + (Q2 \times C2) + (Q3 \times C3)}{Q \text{ total}} \\ &= \frac{(140 \times 330) + (4,28 \times 231) + (0,06 \times 315)}{144,34} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 327,06 \text{ mg/L} \\ \text{TSS} &= \frac{(Q1 \times C1) + (Q2 \times C2) + (Q3 \times C3)}{Q \text{ total}} \\ &= \frac{(140 \times 141) + (4,28 \times 201) + (0,06 \times 603,81)}{144,34} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 142,97 \text{ mg/L} \\ \text{Ammonia} &= \frac{(Q1 \times C1) + (Q2 \times C2) + (Q3 \times C3)}{Q \text{ total}} \\ &= \frac{(140 \times 12) + (4,28 \times 14) + (0,06 \times 0)}{144,34} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 12,05 \text{ mg/L} \\ \text{Fosfat} &= \frac{(Q1 \times C1) + (Q2 \times C2) + (Q3 \times C3)}{Q \text{ total}} \\ &= \frac{(140 \times 5) + (4,28 \times 0) + (0,06 \times 0)}{144,34} \\ &= 4,85 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

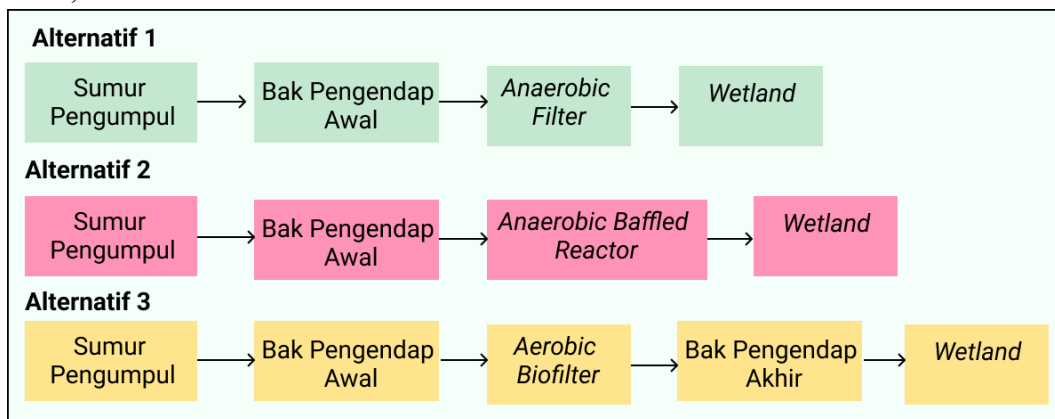
Hasil perhitungan konsentrasi masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Kualitas Air Limbah Campuran

Parameter	mg/L	Baku Mutu
BOD	181,56	30
COD	327,06	100
TSS	142,97	30
Ammonia	12,05	10
Fosfat	4,85	1

4.2.2 Alternatif Pengolahan

Karakteristik air limbah yang diolah pada perencanaan ini memiliki nilai rasio BOD/COD sebesar 0,56 sehingga pada perencanaan ini akan dipilih alternatif pengolahan biologis. Pada perencanaan ini akan dipilih alternatif pengolahan biologis dengan pertimbangan, kemampuan removal polutan, biaya operasional dan *maintenance*, serta ketersediaan lahan. Alternatif pengolahan yang digunakan pada perencanaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.4, dan perhitungan kasar efisiensi removal masing-masing alternatif dapat dilihat pada Tabel 4.9, Tabel 4.10, Tabel 4.11.



Gambar 4. 4 Alternatif Pengolahan

Tabel 4. 9 Efisiensi Removal Alternatif Pengolahan 1

Parameter	Influen	Sumur Pengumpul	Efluen	Pengendap Awal	Efluen	Anaerobic Filter	Efluen	Wetland	Efluen
	mg/L	%rem	mg/L	%rem	mg/L	%rem	mg/L	%rem	mg/L
BOD	181,56	0%	181,56	30%	127,09	88%	15,3	50%	7,6
COD	327,06	0%	327,06	30%	228,94	87%	29,8	50%	14,9
TSS	142,97	0%	142,97	50%	71,49	65%	25,0	50%	12,5
Ammonia	12,05	0%	12,05	0%	12,05	0%	12,1	90%	1,2
Fosfat	4,85	0%	4,85	0%	4,85		4,8	85%	0,7

Tabel 4. 10 Efisiensi Removal Alternatif Pengolahan 2

Parameter	Influen	Sumur Pengumpul	Efluen	Pengendap Awal	Efluen	Anaerobic Baffled Reactor	Efluen	Wetland	Efluen
	mg/L	%rem	mg/L	%rem	mg/L	%rem	mg/L	%rem	mg/L
BOD	181,56	0%	181,56	30%	127,09	87%	16,5	50%	8,3
COD	327,06	0%	327,06	30%	228,94	80%	45,8	50%	22,9
TSS	142,97	0%	142,97	50%	71,49	83%	12,2	50%	6,1
Ammonia	12,05	0%	12,05	0%	12,05		12,1	90%	1,2
Fosfat	4,85	0%	4,85	0%	4,85		4,8	85%	0,7

Tabel 4. 11 Efisiensi Removal Alternatif Pengolahan 3

Parameter	Influen	Sumur Pengumpul	Efluen	Pengendap Awal	Efluen	Aerobic Bio-Filter	Efluen	Pengendap Akhir	Efluen	Wetland	Efluen
	mg/L	%removal	mg/L	%removal	mg/L	%removal	mg/L	%removal	mg/L	%removal	mg/L
BOD	181,56	0%	181,56	30%	127,09	80%	25,4	0%	25,4	50%	12,7
COD	327,06	0%	327,06	30%	228,94	80%	45,8	0%	45,8	50%	22,9
TSS	142,97	0%	142,97	50%	71,49	80%	14,3	0%	14,3	50%	7,1
Ammonia	12,05	0%	12,05	0%	12,05	80%	2,4	0%	2,4	90%	0,2
Fosfat	4,85	0%	4,85	0%	4,85	10%	4,4	0%	4,4	85%	0,7

4.2.3 Kestimbangan Massa

Kestimbangan massa merupakan perhitungan kestimbangan debit dan konsentrasi pada masing masing unit. Perhitungan kestimbangan massa dari masing-masing alternatif pengolahan akan dijadikan dasar dalam menentukan kesesuaian hasil pengolahan tiap alternatif dengan baku mutu.

Alternatif pengolahan 1 terdiri dari unit sumur pengumpul, bak pengendap awal, *anaerobic filter*, dan *wetland*. Pada unit sumur pengumpul tidak terdapat proses penyisihan, sehingga efluen yang dihasilkan sama dengan influen.

Influen dan Efluen Unit Sumur Pengumpul

$$\begin{aligned} Q_{in} &= 0,0016706 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 144,34 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{BOD} &= [\text{BOD}] \times Q_{in} \\ &= 181,56 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 26,21 \text{ kg/hari} \\ \text{COD} &= [\text{COD}] \times Q_{in} \\ &= 327,06 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 47,21 \text{ kg/hari} \\ \text{TSS} &= [\text{TSS}] \times Q_{in} \\ &= 142,97 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 20,64 \text{ kg/hari} \\ \text{Ammonia} &= [\text{ammonia}] \times Q_{in} \\ &= 12,05 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 1,74 \text{ kg/hari} \\ \text{Fosfat} &= [\text{fosfat}] \times Q_{in} \\ &= 4,85 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 0,7 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Removal di Unit Bak Pengendap Awal

$$\begin{aligned} Q_{in} &= 0,0016706 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 144,34 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{BOD} &= \% \text{removal} \times [\text{BOD}]_{in} \\ &= 30\% \times 181,56 \\ &= 54,47 \text{ mg/L} \\ &= 7,68 \text{ kg/hari} \\ \text{COD} &= \% \text{removal} \times [\text{COD}]_{in} \\ &= 30\% \times 327,06 \\ &= 98,12 \text{ mg/L} \\ &= 14,16 \text{ kg/hari} \\ \text{TSS} &= \% \text{removal} \times [\text{TSS}]_{in} \\ &= 50\% \times 142,97 \\ &= 71,49 \text{ mg/L} \\ &= 10,32 \text{ kg/hari} \\ \text{Ammonia} &= \% \text{removal} \times [\text{ammonia}]_{in} \\ &= 0\% \times 12,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0 \text{ mg/L} \\
 \text{Fosfat} &= \% \text{removal} \times [\text{fosfat}]_{\text{in}} \\
 &= 0\% \times 4,85 \\
 &= 0 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Produksi lumpur pada bak pengendal awal

$$\begin{aligned}
 \text{TSS rem} &= 10,32 \text{ kg/hari} \\
 \% \text{ solid} &= 3\% \text{ (Metcalf dan Eddy, 2003)} \\
 \% \text{ air} &= 97\% \\
 \text{Sg sludge} &= 1,02 \text{ (Metcalf dan Eddy, 2003)} \\
 &= \frac{\text{TSS rem}}{\text{Sg sludge} \times 1000 \times \% \text{solid}} \\
 \text{Q lumpur} &= \frac{10,32}{1,02 \times 1000 \times 3\%} \\
 &= 0,34 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Q efluen} &= 144,34 - 0,34 = 144,003 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Efluen Bak Pengendap Awal

$$\begin{aligned}
 \text{BOD} &= [\text{BOD}]_{\text{in}} - [\text{BOD}]_{\text{rem}} \\
 &= 181,56 - 54,47 \\
 &= 127,09 \text{ mg/L} \\
 &= 18,30 \text{ kg/hari} \\
 \text{COD} &= [\text{COD}]_{\text{in}} - [\text{COD}]_{\text{rem}} \\
 &= 327,06 - 98,12 \\
 &= 228,94 \text{ mg/L} \\
 &= 32,97 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSS} &= [\text{TSS}]_{\text{in}} - [\text{TSS}]_{\text{rem}} \\
 &= 142,97 - 71,49 \\
 &= 71,49 \text{ mg/L} \\
 &= 10,29 \text{ kg/hari} \\
 \text{Ammonia} &= 12,05 \text{ mg/L} \\
 &= 1,74 \text{ kg/hari} \\
 \text{Fosfat} &= 4,85 \text{ mg/L} \\
 &= 0,7 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Influen *Anaerobic Filter*

$$\begin{aligned}
 \text{Q in} &= 0,0016667 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 144,003 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{BOD} &= [\text{BOD}] \times \text{Qin} \\
 &= 127,09 \times 144,003 \times 10^{-3} \\
 &= 18,3 \text{ kg/hari} \\
 \text{COD} &= [\text{COD}] \times \text{Qin} \\
 &= 228,94 \times 144,003 \times 10^{-3} \\
 &= 32,97 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSS} &= [\text{TSS}] \times \text{Qin} \\
 &= 71,49 \times 144,003 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 10,29 \text{ kg/hari} \\
 \text{Ammonia} &= [\text{ammonia}] \times Q_{in} \\
 &= 12,05 \times 144,003 \times 10^{-3} \\
 &= 1,74 \text{ kg/hari} \\
 \text{Fosfat} &= [\text{fosfat}] \times Q_{in} \\
 &= 4,85 \times 144,003 \times 10^{-3} \\
 &= 0,7 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya yaitu memastikan rasio CON:N:P telah memenuhi 300:5:1, apabila telah memenuhi maka tidak perlu ada penambahan nutrisi.

$$\begin{aligned}
 \text{COD:N:P} &= 300:5:1 \\
 \text{COD}_{in} &= 228,94 \text{ mg/L} \\
 \text{Kebutuhan N} &= \frac{5}{300} \times 228,94 \\
 &= 3,82 \text{ mg/L} \\
 \text{Kebutuhan P} &= \frac{1}{300} \times 228,94 \\
 &= 0,76 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan N dan P telah tercukupi dengan menggunakan N dan P yang tersedia pada influen, untuk itu tidak perlu penambahan N dan P.

Removal Anaerobic Filter

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= 0,0016667 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 144,003 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{BOD} &= \% \text{removal} \times [\text{BOD}]_{in} \\
 &= 88\% \times 127,09 \\
 &= 111,84 \text{ mg/L} \\
 &= 16,11 \text{ kg/hari} \\
 \text{COD} &= \% \text{removal} \times [\text{COD}]_{in} \\
 &= 87\% \times 228,94 \\
 &= 199,18 \text{ mg/L} \\
 &= 28,68 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSS} &= \% \text{removal} \times [\text{TSS}]_{in} \\
 &= 65\% \times 71,49 \\
 &= 46,47 \text{ mg/L} \\
 &= 6,69 \text{ kg/hari} \\
 \text{Ammonia} &= \% \text{removal} \times [\text{ammonia}]_{in} \\
 &= 0\% \times 12,05 \\
 &= 0 \text{ mg/L} \\
 \text{Fosfat} &= \% \text{removal} \times [\text{fosfat}]_{in} \\
 &= 0\% \times 4,85 \\
 &= 0 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Efluen Anaerobic Filter

$$\begin{aligned}
 \text{BOD} &= [\text{BOD}]_{in} - [\text{BOD}]_{rem} \\
 &= 127,09 - 111,84
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 15,25 \text{ mg/L} \\
&= 2,20 \text{ kg/hari} \\
\text{COD} &= [\text{COD}]_{\text{in}} - [\text{COD}]_{\text{rem}} \\
&= 228,94 - 199,18 \\
&= 29,76 \text{ mg/L} \\
&= 4,28 \text{ kg/hari} \\
\text{TSS} &= [\text{TSS}]_{\text{in}} - [\text{TSS}]_{\text{rem}} \\
&= 71,49 - 46,47 \\
&= 25,02 \text{ mg/L} \\
&= 3,60 \text{ kg/hari} \\
\text{Ammonia} &= [\text{ammonia}]_{\text{in}} - \text{kebutuhan N} \\
&= 12,05 - 3,82 \\
&= 8,24 \text{ mg/L} \\
&= 1,19 \text{ kg/hari} \\
\text{Fosfat} &= [\text{fosfat}]_{\text{in}} - \text{kebutuhan P} \\
&= 4,85 - 0,76 \\
&= 4,09 \text{ mg/L} \\
&= 0,59 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

Produksi Lumpur pada *Anaerobic Filter*

$$\begin{aligned}
Y &= 0,08 \text{ g VSS/g COD (Qasim, 1985)} \\
\text{COD} &= \\
\text{rem} &= 28,68 \text{ kg/hari} \\
P_x \text{ VSS} &= 1,42 \times Y \times \text{COD rem} \\
&= 1,42 \times 0,08 \times 28,68 \\
&= 3,26 \text{ kg/hari} \\
\text{VSS/TSS} &= 0,85 \\
P_x \text{ TSS} &= 3,26 / 0,85 \\
&= 3,834 \text{ kg/hari} \\
S_g &= 1,025 \\
\% \text{ solid} &= 5\% \\
Q &= \frac{P_x \text{ TSS}}{S_g \text{ sludge} \times 1000 \times \% \text{solid}} \\
\text{lumpur} &= \frac{3,834}{1,025 \times 1000 \times 5\%} \\
&= 0,075 \text{ m}^3/\text{hari} \\
Q \text{ efluen} &= 144,003 - 0,075 \\
&= 143,93 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Influen pada *Wetland*

$$\begin{aligned}
Q \text{ in} &= 0,001666 \text{ m}^3/\text{detik} \\
&= 143,928 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{BOD} &= [\text{BOD}] \times Q_{\text{in}} \\
&= 15,25 \times 143,928 \times 10^{-3} \\
&= 2,20 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{COD} &= [\text{COD}] \times Q_{in} \\
 &= 29,76 \times 143,928 \times 10^{-3} \\
 &= 4,28 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSS} &= [\text{TSS}] \times Q_{in} \\
 &= 25,02 \times 143,928 \times 10^{-3} \\
 &= 3,60 \text{ kg/hari} \\
 \text{Ammonia} &= [\text{ammonia}] \times Q_{in} \\
 &= 8,24 \times 143,928 \times 10^{-3} \\
 &= 1,19 \text{ kg/hari} \\
 \text{Fosfat} &= [\text{fosfat}] \times Q_{in} \\
 &= 4,09 \times 143,928 \times 10^{-3} \\
 &= 0,59 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Removal pada *Wetland*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= 0,001666 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 143,928 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{BOD} &= \% \text{removal} \times [\text{BOD}]_{in} \\
 &= 50\% \times 15,25 \\
 &= 7,63 \text{ mg/L} \\
 &= 1,10 \text{ kg/hari} \\
 \text{COD} &= \% \text{removal} \times [\text{COD}]_{in} \\
 &= 50\% \times 29,76 \\
 &= 14,88 \text{ mg/L} \\
 &= 2,14 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSS} &= \% \text{removal} \times [\text{TSS}]_{in} \\
 &= 50\% \times 25,02 \\
 &= 12,51 \text{ mg/L} \\
 &= 1,80 \text{ kg/hari} \\
 \text{Ammonia} &= \% \text{removal} \times [\text{ammonia}]_{in} \\
 &= 90\% \times 8,24 \\
 &= 7,41 \text{ mg/L} \\
 &= 1,07 \text{ kg/hari} \\
 \text{Fosfat} &= \% \text{removal} \times [\text{fosfat}]_{in} \\
 &= 85\% \times 4,09 \\
 &= 3,47 \text{ mg/L} \\
 &= 0,50 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Produksi Lumpur pada *Wetland*

$$\begin{aligned}
 \text{TSS rem} &= 1,80 \text{ kg/hari} \\
 \% \text{ solid} &= 5\% \\
 \% \text{ air} &= 95\% \\
 \text{Sg} &= \\
 \text{sludge} &= 1,02 \\
 Q &= \frac{\text{TSS rem}}{\text{Sg sludge} \times 1000 \times \% \text{solid}} \\
 \text{lumpur} &=
 \end{aligned}$$

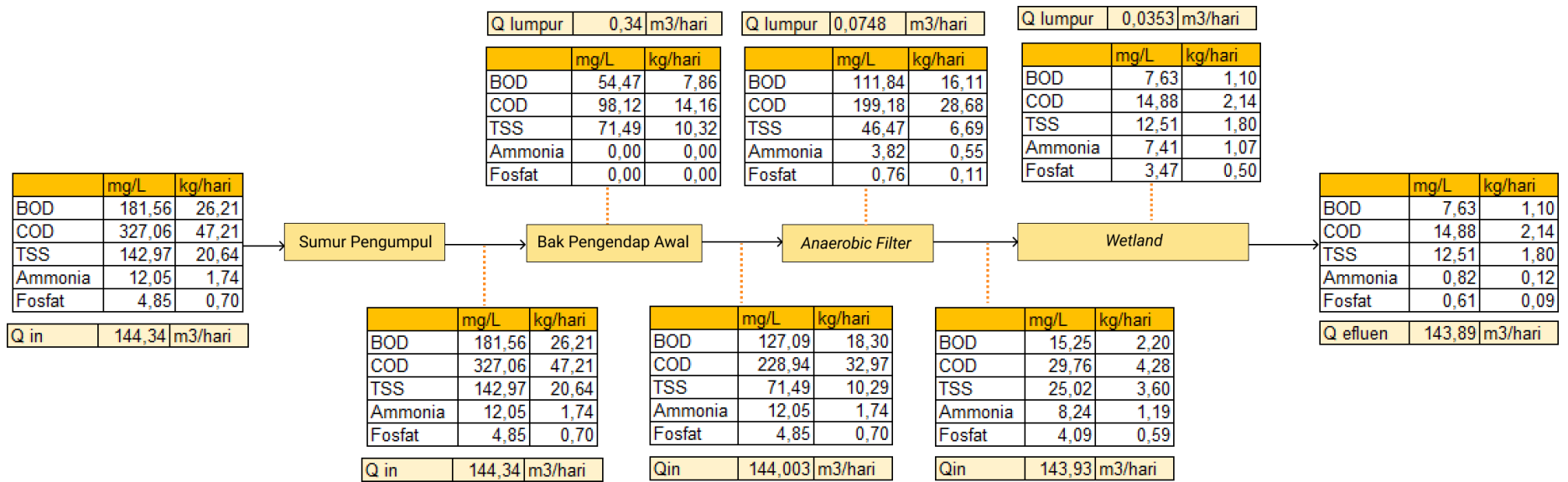
$$\begin{aligned}
&= \frac{1,80}{1,02 \times 1000 \times 5\%} \\
&= 0,035 \text{ m}^3/\text{hari} \\
Q \text{ efluen} &= 143,928 - 0,035 \\
&= 143,89 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Efluen pada *Wetland*

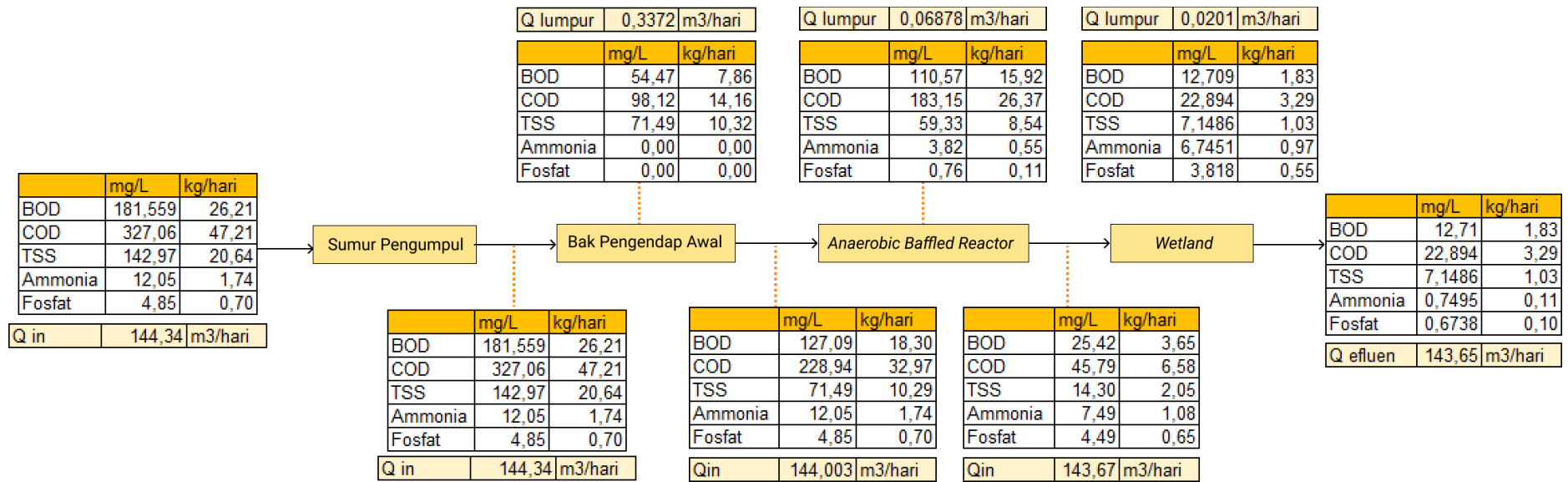
$$\begin{aligned}
\text{BOD} &= [\text{BOD}]_{\text{in}} - [\text{BOD}]_{\text{rem}} \\
&= 15,25 - 7,63 \\
&= 7,63 \text{ mg/L} \\
&= 1,10 \text{ kg/hari} \\
\text{COD} &= [\text{COD}]_{\text{in}} - [\text{COD}]_{\text{rem}} \\
&= 29,76 - 14,88 \\
&= 14,88 \text{ mg/L} \\
&= 2,14 \text{ kg/hari} \\
\text{TSS} &= [\text{TSS}]_{\text{in}} - [\text{TSS}]_{\text{rem}} \\
&= 25,02 - 12,51 \\
&= 12,51 \text{ mg/L} \\
&= 1,80 \text{ kg/hari} \\
\text{Ammonia} &= [\text{ammonia}]_{\text{in}} - \text{kebutuhan N} \\
&= 8,24 - 7,41 \\
&= 0,82 \text{ mg/L} \\
&= 0,12 \text{ kg/hari} \\
\text{Fosfat} &= [\text{fosfat}]_{\text{in}} - \text{kebutuhan P} \\
&= 4,09 - 3,47 \\
&= 0,61 \text{ mg/L} \\
&= 0,09 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan *mass balance* alternatif pengolahan 1 dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Alternatif 2 dihitung dengan cara yang sama seperti pada alternatif 1, namun pada alternatif 2 digunakan unit *anaerobic baffled reactor*. Unit yang digunakan pada alternatif 2 terdiri dari sumur pengumpul, bak pengendap awal, *anaerobic baffled reactor*, dan *wetland*. Hasil perhitungan kesetimbangan massa alternatif pengolahan 2 dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.5 Mass Balance Alternatif pengolahan 1



Gambar 4. 6 Mass Balance Alternatif Pengolahan 2

Alternatif pengolahan 3 menggunakan pengolahan aerobik yaitu *aerobic biofilter* yang dilengkapi dengan bak pengendap akhir. Perhitungan kesetimbangan massa menggunakan cara yang sama seperti pada alternatif pengolahan kedua, namun terdapat perbedaan cara perhitungan untuk produksi lumpur pada unit ABF. Cara perhitungan kesetimbangan massa pada ABF dan resirkulasi lumpur seperti pada uraian berikut.

Influen pada ABF

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= 144,17 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{BOD} &= 127,09 \text{ mg/L} \\
 &= 18,32 \text{ kg/hari} \\
 \text{COD} &= 228,94 \text{ mg/L} \\
 &= 33,01 \text{ kg/hari} \\
 \text{TSS} &= 71,49 \text{ mg/L} \\
 &= 10,31 \text{ kg/hari} \\
 \text{Ammonia} &= 12,05 \text{ mg/L} \\
 &= 1,74 \text{ kg/hari} \\
 \text{Fosfat} &= 4,85 \text{ mg/L} \\
 &= 0,70 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Produksi lumpur pada unit ABF

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= 0,00167 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 144,003 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 Y &= 0,6 \text{ mgVSS/mgCOD} \\
 \text{SRT} &= 1,3 \text{ hari} \\
 K_d &= 0,06 \\
 Y_{obs} &= Y/(1 + \text{SRT}(k_d)) \\
 &= 0,6 / (1 + 1,3(0,06)) \\
 &= 0,557 \\
 Q(S-S_o) &= \text{COD rem} \\
 &= 26,37 \text{ kg/hari} \\
 P_x \text{ VSS} &= Y_{obs} Q(S-S_o) \\
 &= 0,557 \times 26,37 \\
 &= 14,68 \text{ kg/hari} \\
 \text{VSS/TSS} &= 0,85 \\
 P_x \text{ TSS} &= 14,68/0,85 \\
 &= 17,27 \text{ kg/hari} \\
 S_g &= 1,025 \\
 \% \text{ solid} &= 5\% \\
 Q_{\text{lumpur}} &= \frac{P_x \text{ TSS}}{S_g \text{ sludge} \times 1000 \times \% \text{solid}} \\
 &= \frac{17,27}{1,025 \times 1000 \times 5\%} \\
 &= 0,337 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 Q_{\text{efluen}} &= 144,003 - 0,337 \\
 &= 143,67 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Resirkulasi Lumpur

$$Q_{res}/Q_{in} = 0,5$$

$$Q_{res} = 0,1685 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Lumpur yang dihasilkan dari unit ABF akan dikembalikan menuju bak pengendap awal dan efluen dari ABF akan dialirkan menuju bak pengendap akhir. Oleh karena itu terdapat tambahan beban pada ABF, cara perhitungan konsentrasi campuran influen dengan lumpur resirkulasi seperti pada bawah ini.

Beban resirkulasi lumpur

$$Q_{res} = 0,1685 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD} &= [\text{BOD}] \times Q_{res} \\ &= 25,42 \times 0,1685 \times 10^{-3} \\ &= 0,0043 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD} &= [\text{COD}] \times Q_{res} \\ &= 45,79 \times 0,1685 \times 10^{-3} \\ &= 0,0077 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= [\text{TSS}] \times Q_{res} \\ &= 14,30 \times 0,1685 \times 10^{-3} \\ &= 0,0024 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ammonia} &= [\text{ammonia}] \times Q_{res} \\ &= 7,49 \times 0,1685 \times 10^{-3} \\ &= 0,0013 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fosfat} &= [\text{fosfat}] \times Q_{res} \\ &= 4,49 \times 0,1685 \times 10^{-3} \\ &= 0,0008 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Beban influen bak pengendap Awal

$$Q_{in} = 144,34 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD} &= [\text{BOD}] \times Q_{in} \\ &= 181,56 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 26,21 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD} &= [\text{COD}] \times Q_{in} \\ &= 327,06 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 47,21 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= [\text{TSS}] \times Q_{in} \\ &= 142,97 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 20,64 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ammonia} &= [\text{ammonia}] \times Q_{in} \\ &= 12,05 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 1,74 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

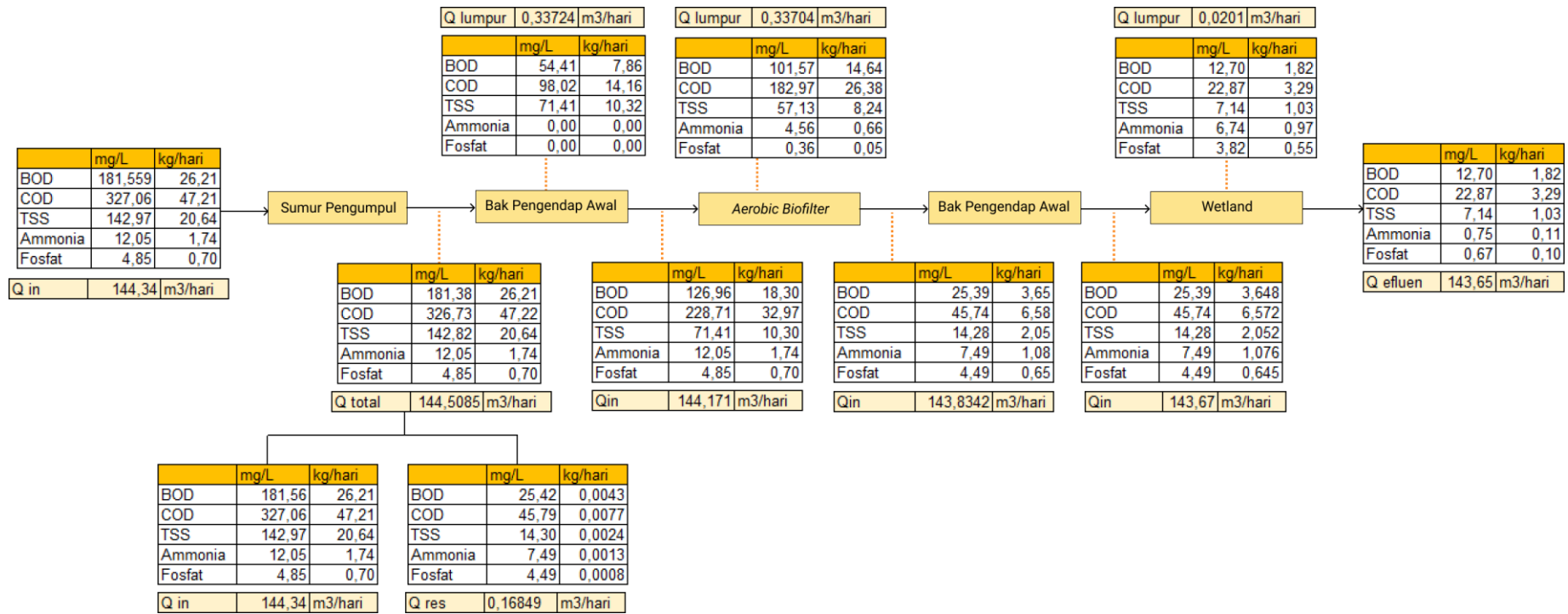
$$\begin{aligned} \text{Fosfat} &= [\text{fosfat}] \times Q_{in} \\ &= 4,85 \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 0,70 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Beban campuran influen bak pengendap awal dan resirkulasi lumpur

$$Q_{total} = Q_{in} + Q_{res}$$

$$\begin{aligned}
&= 144,34 + 0,1685 \\
&= 144,51 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{BOD} &= (\text{BODin} + \text{BODres})/Q_{\text{total}} \times 10^3 \\
&= (26,21 + 0,0043)/144,51 \times 10^3 \\
&= 26,2104 \text{ kg/hari} \\
\text{COD} &= (\text{CODin} + \text{CODres})/Q_{\text{total}} \times 10^3 \\
&= (47,21 + 0,0077)/144,51 \times 10^3 \\
&= 47,2153 \text{ kg/hari} \\
\text{TSS} &= (\text{TSSin} + \text{TSSres})/Q_{\text{total}} \times 10^3 \\
&= (20,64 + 0,0024)/144,51 \times 10^3 \\
&= 20,6389 \text{ kg/hari} \\
&= (\text{ammonia in} + \text{ammonia res})/Q_{\text{total}} \times 10^3 \\
\text{Ammonia} &= (1,74 + 0,0013)/144,51 \times 10^3 \\
&= 1,7412 \text{ kg/hari} \\
\text{Fosfat} &= (\text{fosfat in} + \text{fosfat res})/Q_{\text{total}} \times 10^3 \\
&= (0,70 + 0,0008)/144,51 \times 10^3 \\
&= 0,7008 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

Untuk kesetimbangan massa unit lain memiliki cara perhitungan yang sama seperti perhitungan alternatif pengolahan 2, hasil perhitungan massa alternatif pengolahan 3 dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Mass Balance Alternatif Pengolahan 2

4.2.4 Preliminary Sizing

Preliminary Sizing merupakan perhitungan awal yang dilakukan untuk mengetahui kebutuhan lahan dari tiap alternatif pengolahan. Perhitungan awal ini dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan alternatif, berikut adalah contoh perhitungan awal pada alternatif pengolahan 1.

Sumur Pengumpul

$$\begin{aligned} Q \text{ influen} &= 0,00167 \text{ m}^3/\text{detik} \\ t_d &= 10 \text{ menit} \\ &= 600 \text{ detik} \\ \text{Volume (V)} &= Q \times T_d \\ &= 0,00167 \times 600 \\ &= 1,0024 \text{ m}^3 \\ \text{Kedalaman (H)} &= 2 \text{ m} \\ \text{Luas} &= V/H \\ &= 1,0024/2 \\ &= 0,501 \text{ m}^2 \\ \text{Rasio P:L} &= 2:1 \\ \text{Lebar} &= 0,6 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 1,2 \text{ m} \\ \text{Cek Luas} &= 0,72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Bak Pengendap Awal

$$\begin{aligned} Q \text{ influen} &= 0,001671 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Jumlah bak} &= 2 \\ Q \text{ tiap bak} &= 0,000835 \text{ m}^3/\text{detik} \\ t_d &= 1,5 \text{ jam} \\ &= 5400 \text{ detik} \\ \text{Volume (V)} &= Q \times t_d \\ &= 0,000835 \times 5400 \\ &= 4,51 \text{ m}^3 \\ \text{Kedalaman (H)} &= 2,5 \text{ m} \\ \text{Luas (A)} &= V/H \\ &= 4,51/2,5 \\ &= 1,804 \text{ m}^2 \\ \text{Lebar} &= 4 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 0,5 \text{ m} \\ \text{Cek Luas} &= 2 \text{ m}^2 \\ \text{Cek OFR} &= 36,085 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari} \end{aligned}$$

Anaerobic Filter

$$\begin{aligned} Q \text{ influen} &= 0,001667 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Jumlah bak} &= 2 \\ Q \text{ tiap bak} &= 0,000833 \text{ m}^3/\text{detik} \\ t_d &= 20 \text{ jam} \\ &= 72000 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= Q \times t_d \\ &= 0,000833 \times 72000 \\ &= 60,0012 \text{ m}^3 \\ \text{Kedalaman} &= 2,2 \text{ m} \\ \text{Luas (A)} &= V/H \\ &= 60,0012/2,2 \\ &= 27,27 \text{ m}^2 \\ \text{Lebar} &= 4 \\ \text{Panjang} &= 7 \\ \text{Cek A} &= 28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Wetland

$$\begin{aligned} \text{Jenis tumbuhan} &= \textit{Canna indica} \\ \text{Q influen} &= 0,001666 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Jumlah unit} &= 2 \\ \text{Q tiap unit} &= 0,000833 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Kedalaman} &= 0,6 \text{ m} \\ \text{Waktu detensi} &= 0,3 \text{ hari} \\ \text{Ks} &= 5000 \\ \text{Slope} &= 0,01 \\ \text{Alfa} &= 0,4 \\ \text{Ac} &= Q/(Ks \times \text{alfa}) \\ &= 0,000833/(5000 \times 0,4) \\ &= 1,439 \text{ m}^2 \\ \text{Lebar} &= Ac/d \\ &= 1,439/0,6 \\ &= 2,4 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= (Q \times t_d)/(d \times L \times \text{alfa}) \\ &= (0,000833 \times 0,3)/(0,6 \times 2,4 \times 0,4) \\ &= 37,5 \text{ m} \\ \text{As} &= 89,955 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Alternatif pengolahan 2 dan 3 dihitung dengan cara yang sama seperti cara perhitungan pada alternatif pengolahan 1, hasil rekapitulasi luas masing-masing alternatif pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Kebutuhan Lahan Masing-masing Alternatif Pengolahan

Alternatif 1			
Nama Unit	Jumlah Unit	Luas/unit (m²)	Luas total (m²)
Sumur Pengumpul	1	0,72	0,72
Bak Pengendap Awal	2	2,00	4,00
<i>Anaerobic Filter</i>	4	28,00	112,00
<i>Wetland</i>	2	89,96	179,91
			296,63

Alternatif 2			
Nama Unit	Jumlah Unit	Luas/unit (m ²)	Luas total (m ²)
Sumur Pengumpul	1	0,72	0,72
Bak Pengendap Awal	2	2,00	4,00
Anaerobic Baffled Reactor	4	44,00	176,00
Wetland	2	89,79	179,58
			360,30
Alternatif 3			
Nama Unit	Jumlah Unit	Luas/unit (m ²)	Luas total (m ²)
Sumur Pengumpul	1	0,72	0,72
Bak Pengendap Awal	2	2,00	4,00
Aerobic Biofilter	4	48,00	192,00
Bak Pengendap Akhir	2	3,60	7,20
Wetland	2	89,79	179,58
			383,50

Berdasarkan hasil perhitungan awal, alternatif pengolahan 1 membutuhkan lahan yang lebih kecil dibandingkan alternatif pengolahan 2 dan 3.

4.2.5 Pemilihan Alternatif Pengolahan

Alternatif pengolahan dipilih berdasarkan pertimbangan kebutuhan lahan, operasional dan *maintenance*, biaya operasional dan konstruksi, kebutuhan energi, dan efisiensi removal. Alternatif terpilih pada perencanaan ini yaitu alternatif pengolahan 1, pertimbangan pemilihan alternatif dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Pertimbangan Pemilihan Alternatif Pengolahan

Pembanding	Alternatif Pengolahan 1	Alternatif Pengolahan 2	Alternatif Pengolahan 3
Kebutuhan Lahan	Membutuhkan lahan sebesar 296,63 m ² , lahan yang dibutuhkan lebih sedikit dibanding alternatif lain	Membutuhkan lahan sebesar 360,3 m ² , lahan yang dibutuhkan lebih besar dari alternatif pengolahan 1 dan lebih kecil dari alternatif 2	Membutuhkan lahan sebesar 383,5 m ² , lahan yang dibutuhkan lebih besar dibanding alternatif lain
Operasional dan <i>Maintenance</i>	Tidak membutuhkan operator khusus	Tidak membutuhkan operator khusus	Membutuhkan operator khusus dalam operasional
Biaya operasional dan konstruksi	Biaya operasional dan konstruksi rendah, membutuhkan biaya ± 1,2 miliar	Biaya operasional dan konstruksi rendah, membutuhkan biaya ± 1,13 miliar	Biaya operasional dan konstruksi tinggi, membutuhkan biaya ± 1,9 miliar

Pembanding	Alternatif Pengolahan 1	Alternatif Pengolahan 2	Alternatif Pengolahan 3
	(Perhitungan terlampir pada lampiran 3, dengan pertimbangan perhitungan awal biaya)	(Perhitungan terlampir pada lampiran 3, dengan pertimbangan perhitungan awal biaya)	(Perhitungan terlampir pada lampiran 3, dengan pertimbangan perhitungan awal biaya)
Kebutuhan Energi	Kebutuhan energi rendah karena tidak memerlukan alat khusus	Kebutuhan energi rendah karena tidak memerlukan alat khusus	Kebutuhan energi lebih tinggi dari alternatif 1 dan 2, karena membutuhkan energi untuk alat khusus berupa aerator
Efisiensi removal	Hasil removal telah memenuhi baku mutu	Hasil removal telah memenuhi baku mutu	Hasil removal telah memenuhi baku mutu

4.2.6 DED (*Detailed Engineering Design*) IPAL

4.2.6.1 Sumur Pengumpul dan Barscreen

Air limbah pada perencanaan ini akan dialirkan menuju badan penerima yang dilengkapi dengan *barscreen*, setelah itu air limbah dikumpulkan dalam sumur pengumpul. Badan penerima berbentuk trapesium direncanakan akan terhubung langsung dengan saluran drainase perumahan. Sebelum merencanakan badan penerima akan dilakukan perencanaan sumur pengumpul seperti berikut.

Perencanaan Sumur Pengumpul

$$Q \text{ desain} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$t_d = 10 \text{ menit}$$

$$= 600 \text{ detik}$$

$$\text{Volume (V)} = Q \times t_d$$

$$= 0,00167 \times 600$$

$$= 1,0024 \text{ m}^3$$

$$\text{Kedalaman (H)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = V/H$$

$$= 1,0024/1$$

$$= 1,0024 \text{ m}^2$$

$$\text{Rasio P:L} = 1:1$$

$$\text{Lebar} = 1,001 \text{ m}$$

$$= 1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman sumur} = H + \text{antisipasi}$$

$$= 1 + 1$$

$$= 2 \text{ m}$$

Dimensi sumur pengumpul yang digunakan yaitu,

$$\text{Panjang} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

Pada bangunan sumur pengumpul terjadi kehilangan tekan akibat jatuhnya, berikut perhitungan *Headloss* akibat jatuhnya.

$$L \text{ jatuhan} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan aliran} = 0,3 \text{ m/detik}$$

$$\text{Lebar (b)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (y)} = 2 \text{ m}$$

$$n \text{ beton} = 0,015$$

$$R = (b \times y) / (b + 2y)$$

$$= (1 \times 2) / (1 + 2(2))$$

$$= 0,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Headloss} &= \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \times L \\ &= \left(\frac{0,3 \times 0,015}{0,4^{2/3}} \right)^2 \times 2,5 \\ &= 0,000172 \text{ m} \end{aligned}$$

Perencanaan pipa inlet

Pipa inlet direncanakan mengalirkan air dari badan penerima menuju sumur pengumpul.

$$Q \text{ Desain} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = 140 \text{ (pipa PVC)}$$

$$V \text{ aliran} = 0,6 \text{ m/detik}$$

$$A = Q/v$$

$$= 0,00167/0,6$$

$$= 0,0028 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter} &= \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,0028}{3,14}} \\ &= 0,0596 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 59,6 \text{ mm}$$

$$D \text{ terpakai} = 65 \text{ mm}$$

$$\text{As cek} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,065^2$$

$$= 0,0033 \text{ m}^2$$

$$V \text{ cek} = Q \text{ desain}/\text{As cek}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,00167/0,0033 \\
&= 0,504 \text{ m/detik} \\
\text{Panjang} &= 1,2 \\
\text{Headloss mayor} &= \left(\frac{Q \text{ desain}}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
&= \left(\frac{0,00167}{0,2785 \times 140 \times 0,065^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
&= 0,005943 \text{ m} \\
K \text{ in} &= 0,5 \\
K \text{ out} &= 0,5 \\
K 90^0 &= 1,5 \\
K \text{ valve} &= 2 \\
K \text{ total} &= K \text{ in} + K \text{ out} + K 90^0 + K \text{ valve} \\
&= 0,5 + 0,5 + 1,5 + 2 \\
&= 4,5 \\
H \text{ minor} &= K \text{ total} \times \frac{v^2}{2g} \\
&= 4,5 \times \frac{0,504^2}{2 \times 9,8} \\
&= 0,058 \text{ m} \\
\text{Headloss total} &= \text{Headloss mayor} + \text{Headloss minor} \\
&= 0,005943 + 0,058 \\
&= 0,0641354 \text{ m}
\end{aligned}$$

Untuk mengalirkan air limbah dari sumur pengumpul digunakan pompa *submersible* sebanyak dua buah, satu unit dioperasikan dan satu unit sebagai cadangan.

$$\begin{aligned}
H \text{ discharge} &= H \text{ sumur} \\
&= 3,5 \text{ m} \\
L \text{ discharge} &= 4,5 \text{ m} \\
Q &= 0,0016706 \text{ m}^3/\text{detik} \\
V \text{ aliran} &= 1 \text{ m/detik} \\
A &= Q/v \\
&= 0,0016706/1 \\
&= 0,0016706 \text{ m}^2 \\
\text{Diameter} &= \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\
&= \sqrt{\frac{4 \times 0,0016706}{3,14}} \\
&= 0,0461 \text{ m} \\
&= 46,1 \text{ mm} \\
D \text{ terpakai} &= 50 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{As cek} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,05^2 \\
&= 0,00196 \text{ m}^2 \\
\text{V cek} &= Q / \text{As cek} \\
&= 0,0016706 / 0,00196 \\
&= 0,85 \text{ m/detik} \\
\text{C} &= 140 \text{ (pipa PVC)} \\
\text{Headloss mayor} &= \left(\frac{Q \text{ desain}}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
&= \left(\frac{0,0016706}{0,2785 \times 140 \times 0,05^{2,63}} \right)^{1,85} \\
&= \quad \quad \quad \times 4,5 \\
&= 0,0799 \text{ m} \\
\text{K in} &= 0,5 \\
\text{K out} &= 0,5 \\
\text{K 90} &= 1,5 \\
\text{K valve} &= 2 \\
\text{Total K} &= 4,5 \\
\text{Headloss minor} &= \text{K total} \times \frac{v^2}{2g} \\
&= 4,5 \times \frac{0,85^2}{2 \times 9,81} \\
&= 0,1662 \text{ m} \\
\text{Headloss total} &= \text{Headloss mayor} + \text{Headloss minor} \\
&= 0,0799 + 0,1662 \\
&= 0,2460 \text{ m} \\
\text{H sisa tekan} &= 1 \text{ m} \\
&\quad \text{Headloss} + \text{H sisa tekan} + \\
\text{Head pompa} &= \text{H discharge} \\
&= 0,2460 + 1 + 3,5 \\
&= 4,75 \text{ m} \\
\text{Efisiensi pompa} &= 75\% \\
\text{Power pompa} &= \frac{\rho \text{ air} \times Q \times \text{Head pompa} \times g}{\text{efisiensi pompa}} \\
&= \frac{1000 \times 0,0016706 \times 4,75 \times 9,81}{75\%} \\
&= 103,71 \text{ watt}
\end{aligned}$$

Pompa yang digunakan pada perencanaan ini yaitu pompa merk *Grundfos* tipe KP 250 dengan spesifikasi sebagai berikut.

Power: 480 watt

Tegangan: 230-240 volt

Kuat Arus: 2,2 Ampere

Perencanaan badan penerima

$$Q \text{ desain} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{detik}$$

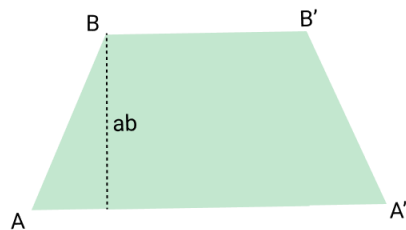
$$td = 15 \text{ menit}$$

$$= 900 \text{ detik}$$

$$\text{Volume} = Q \times td$$

$$= 0,00167 \times 900$$

$$= 1,5035 \text{ m}^3$$



$$AA' = 1,75 \text{ m}$$

$$BB' = 1 \text{ m}$$

$$ab \text{ (panjang)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Luas (A)} = ((AA'+BB') \times ab)/2$$

$$= ((1,75 + 1) \times 1,5)/2$$

$$= 2,0625 \text{ m}^2$$

$$\text{Kedalaman} = \text{Volume}/A$$

$$= 1,5035/2,0625$$

$$= 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} + fb = 1 \text{ m}$$

Perencanaan Bar Screen

Bar screen direncanakan diletakkan pada badan penerima untuk menyaring sampah yang ikut terbawa oleh aliran air limbah. Jenis *bar screen* yang digunakan yaitu tipe manual dan dilengkapi dengan penampung sampah.

$$\text{Lebar barscreen} = 1,25 \text{ m}$$

Kemiringan batang

$$\text{terhadap horizontal} = 60^\circ$$

$$\text{Lebar batang (b)} = 0,005 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bukaan (w)} = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman bar} = 0,03 \text{ m}$$

Faktor bentuk

$$\text{batang (b)} = 1,67$$

$$\text{Lebar bar screen} = 1,25 \text{ m}$$

$$nb + (n+1)w = 1,25 \text{ m}$$

$$0,005n + (n+1)0,025 = 1,25 \text{ m}$$

$$0,03n + 0,025 = 1,25 \text{ m}$$

$$0,03n = 1,225 \text{ m}$$

$$n = 40,83 \text{ m}$$

Jumlah bar (n)	=	41
Jumlah bukaan antar bar	=	n + 1
	=	42
Lebar bukaan total	=	(n+1) x w
	=	42 x 0,025
	=	1,05 m
Efisiensi Barscreen	=	$\frac{\text{lebar bukaan}}{\text{lebar bar screen}} \times 100\%$
	=	$\frac{1,05}{1,25} \times 100\%$
	=	0,84
	=	84%
Kedalaman air	=	0,70
Kecepatan di celah	=	$\frac{Q \text{ desain}}{\text{Lebar bukaan} \times \text{kedalaman}}$
	=	$\frac{0,00167}{1,05 \times 0,7}$
	=	0,0023 m
Panjang sisi miring bar	=	$\frac{\text{Kedalaman}}{\sin 45}$
	=	$\frac{0,7}{\sin 45}$
	=	0,81 m
Panjang sisi horizontal	=	$\frac{\text{Kedalaman}}{\tan 45}$
	=	$\frac{0,7}{\tan 45}$
	=	0,404 m
Headloss		
Hv	=	$\frac{v^2}{2g}$
	=	$\frac{0,0023^2}{2 \times 9,81}$
	=	0,00000026 m
Hf	=	$\beta \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} hv \sin \theta$
	=	$1,67 \left(\frac{0,025}{0,005}\right)^{4/3} 2,6 \times 10^{-7} \times \sin 45$
	=	0,00000326 m
Headloss total	=	0,00000352 m
Saat Clogging 50%		
w'	=	50% total bukaan

$$= 50\% \times 1,05$$

$$= 0,525 \text{ m}$$

$$V_s' = \frac{Q \text{ desain}}{50\% \text{ Lebar bukaan} \times \text{kedalaman}}$$

$$= \frac{0,00167}{0,525 \times 0,7}$$

$$= 0,0045 \text{ m}$$

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

$$= \frac{0,0045^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,0000011 \text{ m}$$

$$H_f = \beta \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} h_v \sin \theta$$

$$= 1,67 \left(\frac{0,025}{0,005}\right)^{4/3} 1,2 \times 10^{-6} \times \sin 45$$

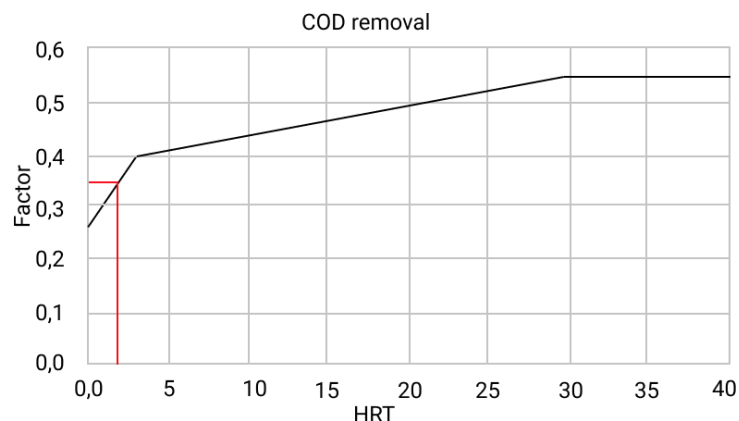
$$= 0,0000011 \text{ m}$$

$$\text{Headloss total} = 0,0000022 \text{ m}$$

4.2.6.2 Bak Pengendap Awal

Bak pengendap yang direncanakan yaitu bak pengendap anaerobik (tangki septik). Hal ini dilakukan karena lahan yang tersedia kecil, sehingga digunakan alternatif yang memiliki penyisihan tinggi dan kebutuhan lahan yang kecil. Selain itu penggunaan tangki septik ini tidak memerlukan pengurasan rutin, melainkan pengurasan dengan durasi yang cukup lama. Penentuan dimensi pada perencanaan tangki septik didasarkan pada perhitungan produksi lumpur dan HRT. Sebelum dilakukan perhitungan dimensi akan dilakukan perhitungan kesetimbangan massa.

HRT	= 2 jam
BOD in	= 181,56 mg/L
COD in	= 327,06 mg/L
TSS in	= 142,97 mg/L
SS/COD	= 0,42



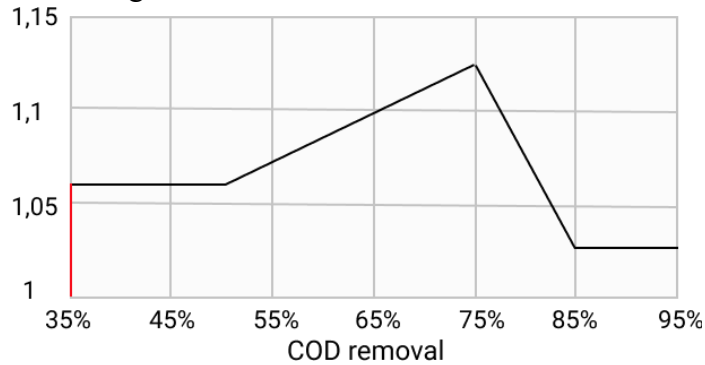
Gambar 4. 8 COD Removal terhadap HRT

Sumber: Sasse, 2009

COD removal diperkirakan menggunakan grafik diatas dengan pendekatan rumus,

$$\begin{aligned} \text{COD rem} &= ((\text{SS}/\text{COD})/0,6) \times \text{HRT} \times 0,1/2 \times 0,3 \\ &= (0,42/0,6) \times 2 (0,1/2) \times 3 \\ &= 34\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD out} &= (1-\text{COD rem}) \times \text{COD in} \\ &= (1-34\%) \times 327,06 \\ &= 217,49 \text{ mg/L} \end{aligned}$$



Gambar 4.9 Hubungan Efisiensi Penyisihan COD Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD

Sumber: Sasse, 2009

Berdasarkan grafik diatas, dapat dirumuskan penyisihan BOD seperti berikut

$$\begin{aligned} \text{BOD rem} &= 1,06 \times \text{COD rem} \\ &= 1,06 \times 34\% \\ &= 36\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD out} &= (1-\text{BOD rem}) \times \text{BOD in} \\ &= (1-36\%) \times 181,56 \\ &= 117,09 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS out} &= (\text{SS}/\text{COD}) \times \text{COD out} \\ &= 0,42 \times 217,49 \\ &= 91,35 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS removal} &= \frac{\text{TSSin} - \text{TSSout}}{\text{TSS in}} \times 100\% \\ &= \frac{142,97 - 91,35}{142,97} \times 100\% \\ &= 36\% \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan produksi lumpur, seiring berjalannya waktu lumpur di dalam bak pengendap awal akan mengalami kompaksi.

$$\begin{aligned} \text{Q desain} &= 0,0016706 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 144,34 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS removed} &= (\text{TSS in}-\text{TSS out}) \times \text{Q desain} \\ &= (142,97 - 91,35) \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 7,45 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\% \text{ solid} = 3\%$$

$$\% \text{ air} = 97\%$$

$$\text{Sg sludge} = 1,02$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ lumpur} &= \frac{\text{TSS removed}}{\text{Sg sludge} \times 1000 \times \% \text{solid}} \\
 &= \frac{7,45}{1,02 \times 1000 \times 3\%} \\
 &= 0,243 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Menurut Sasse (2009), laju akumulasi lumpur pada bak tangki pengendapan dengan waktu pengurasan kurang dari 36 bulan dapat dihitung dengan formula berikut.

$$\text{Laju akumulasi lumpur} = 0,005 \times (1 - (\text{waktu pengurasan} \times 0,014))$$

$$0,005 \times (1 - (\text{waktu pengurasan} \times 0,014))$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju akumulasi lumpur} &= 0,014)) \\
 &= 0,005 \times (1 - (10 \times 0,014)) \\
 &= 0,0036 \text{ L/gBOD}
 \end{aligned}$$

$$\text{BOD rem} = 9305,81 \text{ g/hari}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ lumpur} &= \text{Laju akumulasi lumpu} \times \text{BOD rem} \\
 &= 0,0036 \times 9305,81 \\
 &= 33,5 \text{ L/hari} \\
 &= 0,0335 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Waktu

$$\begin{aligned}
 \text{Pengurasan} &= 10 \text{ bulan} \\
 &= 300 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume lumpur} &= Q \text{ lumpur} \times \text{waktu pengurasan} \\
 &= 0,0335 \times 300 \\
 &= 10,05
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi bak pengendap seperti pada uraian berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air limbah} &= \text{HRT} \times Q \text{ desain} \\
 &= 12,028 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Kedalaman rencana (h)} = 2,2 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah bak} = 2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bak} &= \frac{\text{Vol air} + \text{Vol lumpur}}{\text{Jumlah bak}} \\
 &= \frac{12,028 + 10,96}{2} \\
 &= 11,04 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas (A)} &= \text{Volume tangki/h} \\
 &= 11,04/2,2 \\
 &= 5,02 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Lebar rencana} = 2,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= \text{Luas/lebar} \\
 &= 5,02 / 2,2 \\
 &= 2,28 \text{ m} \\
 &= 2,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Slope} = 2\%$$

$$\text{Freeboard} = 0,3$$

$$h + fb = 2,5$$

$$\text{Cek luas} = 5,06 \text{ m}^2$$

Pada perencanaan bak pengendap perlu dipastikan bahwa partikel mengendap dan tidak terbawa arus dengan memastikan $V_h < V_s$.

$$V_h = P/td$$

$$= 2,3 / (2 \times 3600)$$

$$= 0,0003194 \text{ m/detik}$$

$$R = \frac{L \times H}{2H \times L}$$

$$= \frac{2,2 \times 2,2}{2(2,2) \times 2,2}$$

$$= 0,755 \text{ m}$$

$$T = 28,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\rho_{\text{air}} = 996,26 \text{ kg/m}^3$$

(Reynold dan Ricard, 1996)

$$\rho_{\text{lumpur}} = 1024 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 0,00000084 \text{ m}^2/\text{detik}$$

(Reynold dan Ricard, 1996)

$$N_{re} = \frac{V_h \times R}{v}$$

$$= \frac{0,0003194 \times 0,755}{0,00000084}$$

$$= 287,41$$

$$C_d (\text{koef drag}) = \frac{18,5}{N_{re}^{0,6}}$$

$$= \frac{18,5}{287,41^{0,6}}$$

$$= 0,62$$

$$N_{fr} = \frac{V_h^2}{g \times v}$$

$$= \frac{0,0003194^2}{9,81 \times 0,00000084}$$

$$\text{OFR} = Q/A$$

$$= 0,0001651 \text{ m/detik}$$

$$\text{Diameter (d)} = \sqrt{\frac{18 \times V_s \times v}{g (S_g - 1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{18 \times 0,0001651 \times 0,00000084}{9,81 (1,204 - 1)}}$$

$$= 0,0001029 \text{ m}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4g \times (\rho_s - \rho) / \rho \times d}{3Cd}}$$

$$= 0,0077786 \text{ m/detik}$$

Karena nilai $V_h < V_s$ maka dapat dipastikan partikel akan mengendap dan tidak terbawa arus. Selanjutnya akan direncanakan kompartemen kedua dari bak pengendap, penggunaan kompartemen kedua ditujukan untuk memaksimalkan pengendapan. Adanya kompartemen ini dapat menstabilkan aliran dari kompartemen 1 yang sifatnya turbulen.

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{Panjang kompartemen } 1/2 \\ &= 1,15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar} = 2,2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman (h)} = 2,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Permukaan (A)} &= P \times L \\ &= 1,15 \times 2,2 \\ &= 2,53 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= A \times h \\ &= 2,53 \times 2,2 \\ &= 5,566 \end{aligned}$$

$$\text{kedalaman} + \text{fb} = 2,5 \text{ m}$$

Headloss

$$\text{L jatuhan} = 2,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan} \\ \text{aliran} &= 0,3 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar (b)} = 2,3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (y)} = 2,2 \text{ m}$$

$$\text{n beton} = 0,015$$

$$\begin{aligned} R &= (b \times y) / (b + 2y) \\ &= (2,3 \times 2,2) / (2,3 + 2(2,2)) \\ &= 0,76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Headloss} &= \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \times L \\ &= \left(\frac{0,3 \times 0,015}{0,76^{2/3}} \right)^2 \times 2,5 \\ &= 0,000065 \text{ m} \end{aligned}$$

Bak pengendap awal direncanakan berupa tangki septik yang mengolah secara anaerobik, untuk itu pada unit bak pengendap awal akan menghasilkan gas.

$$\text{Produksi } CH_4 = 0,35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kgCOD}$$

$$\text{CH}_4 \text{ pd biogas} = 70\%$$

$$\text{CH}_4 \text{ terlarut} = 50\%$$

$$\begin{aligned} \text{COD removal} &= \text{COD in} \times \% \text{removal} \times Q \\ &= 327,06 \times 34\% \times 144,34 \times 10^{-3} \\ &= 15,81 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Produksi CH}_4 &= 0,35 \times \text{COD rem} \times (1-\% \text{CH}_4 \text{terlarut}) \\
&= 0,35 \times 15,81 \times (1-50\%) \\
&= 2,768 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{hari} \\
\text{Produksi biogas} &= 2,768/70\% \\
&= 3,96 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Pada bangunan bak pengendap terjadi kehilangan tekan akibat jatuhnya yang dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
L \text{ jatuhan} &= 2,5 \text{ m} \\
\text{Kecepatan aliran} &= 0,3 \text{ m/detik} \\
\text{Lebar (b)} &= 3 \text{ m} \\
\text{Tinggi (y)} &= 2,2 \text{ m} \\
n \text{ beton} &= 0,015 \\
R &= (b \times y) / (b + 2y) \\
&= (3 \times 2,2) / (3 + 2(2,2)) \\
&= 0,89 \text{ m} \\
\text{Headloss} &= \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \times L \\
&= \left(\frac{0,3 \times 0,015}{0,89^{2/3}} \right)^2 \times 2,5 \\
&= 0,000059 \text{ m} \\
\text{Headloss 4} & \\
\text{kompartemen} &= 4 \times 0,000059 \\
&= 0,000236 \text{ m}
\end{aligned}$$

Bangunan pelengkap yang digunakan pada unit bak pengendap awal yaitu pipa inlet, pipa ven, pipa outlet, dan manhole.

Pipa Inlet

$$\begin{aligned}
Q &= 0,0016706 \text{ m}^3/\text{detik} \\
Q \text{ tiap bak} &= 0,0008353 \text{ m}^3/\text{detik} \\
C &= 140 \text{ (PVC)} \\
V \text{ aliran} &= 0,6 \text{ m/detik} \\
A &= Q/v \\
&= 0,0008353/0,6 \\
&= 0,0028 \text{ m}^2 \\
\text{Diameter} &= \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\
&= \sqrt{\frac{4 \times 0,0028}{3,14}} \\
&= 0,0596 \text{ m} \\
&= 59,6 \text{ mm} \\
D \text{ terpakai} &= 65 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{As cek} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,065^2 \\
&= 0,00332 \text{ m}^2 \\
\text{V cek} &= Q \text{ desain} / \text{As cek} \\
&= 0,0008353 / 0,00332 \\
&= 0,504 \text{ m/detik} \\
\text{Panjang} &= 1 \text{ m} \\
\text{Headloss mayor} &= \left(\frac{Q \text{ desain}}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
&= \left(\frac{0,0008353}{0,2785 \times 140 \times 0,065^{2,63}} \right)^{1,85} \\
&= \quad \quad \quad \times 1 \\
&= 0,00137 \text{ m} \\
\text{K out} &= 0,5 \\
\text{K Tee} &= 0,9 \\
\text{K total} &= \text{K out} + \text{K tee} \\
&= 0,5 + 0,9 \\
&= 1,4 \\
\text{H minor} &= \text{K total} \times \frac{v^2}{2g} \\
&= 1,4 \times \frac{v^2}{2g} \\
&= 0,0181043 \text{ m} \\
\text{Headloss total} &= 0,0194781 \text{ m}
\end{aligned}$$

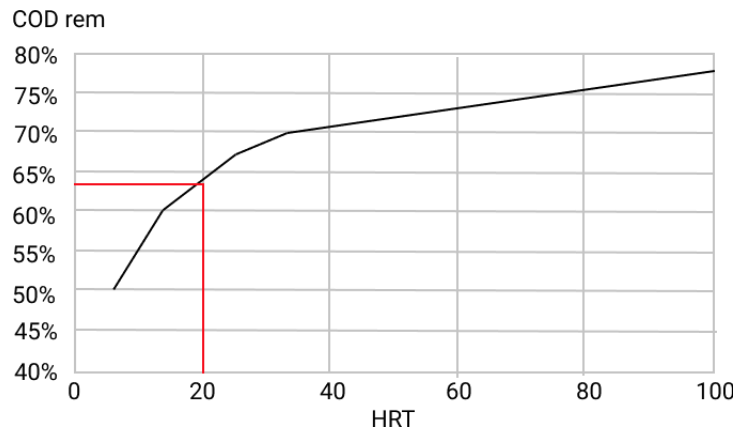
Pipa outlet direncanakan memiliki dimensi yang sama seperti pipa inlet menggunakan diameter 65 mm dan panjang 1 m.

$$\begin{aligned}
\text{Headloss mayor} &= 0,0013738 \text{ m} \\
\text{H minor} &= 0,0181043 \text{ m} \\
\text{Headloss total} &= 0,0194781 \text{ m}
\end{aligned}$$

Pipa ven direncanakan memiliki diameter 50 mm dengan tinggi 25 cm diatas tanah, pipa ven dilengkapi dengan *tee* yang menghadap kebawah. Manhole yang digunakan pada bak pengendap awal memiliki ukuran 50x50 cm sejumlah 2 unit.

4.2.6.3 Anaerobic Filter

Unit pengolahan biologis yang digunakan pada perencanaan ini yaitu *anaerobic filter* (AF) dengan media sarang tawon. Direncanakan digunakan 2 unit AF dengan jumlah masing-masing kompartemen sebanyak 4 kompartemen. Langkah pertama dalam perencanaan unit AF adalah menghitung kesetimbangan massa dengan prosedur seperti penelitian sebelumnya yang dilakukan Sasse (2009). Efisiensi removal COD pada unit ini akan dihitung dengan mempertimbangkan faktor HRT, temperatur, konsentrasi, dan luas permukaan media. Selanjutnya untuk efisiensi removal BOD dan TSS akan mengikuti grafik dari hasil analisis Sasse (2009).

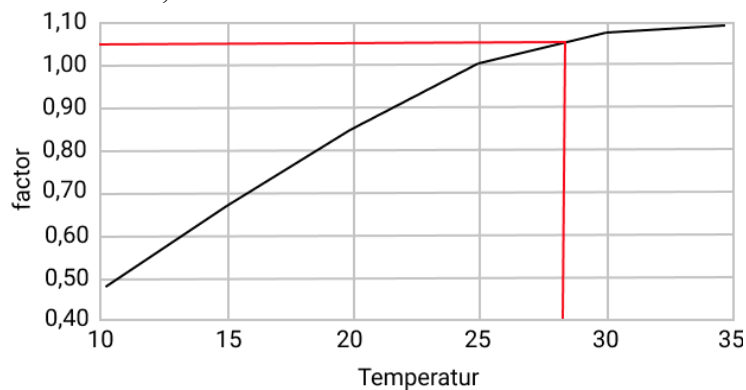


Gambar 4. 10 Hubungan Removal COD terhadap HRT

Sumber: Sasse, 2009

HRT yang digunakan pada perencanaan ini yaitu 20 jam, dengan begitu removal COD berdasarkan grafik diatas dapat dirumuskan sebagai berikut. .

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor HRT} &= (\text{HRT}-12) \times 0,07 / 12 + 0,6 \\
 &= (20-12) \times 0,07 / 12 + 0,6 \\
 &= 64,7\%
 \end{aligned}$$

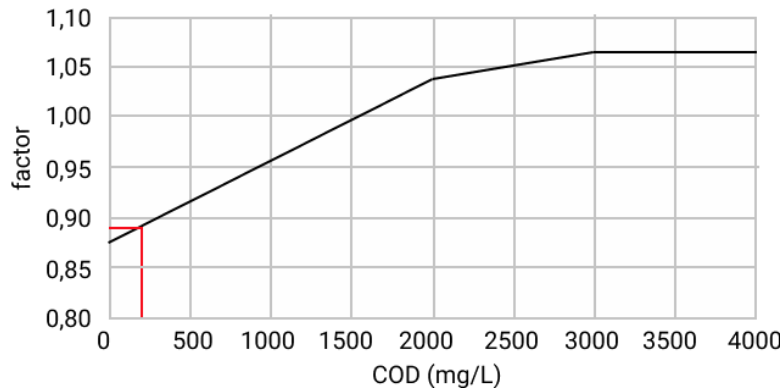


Gambar 4. 11 Hubungan Removal COD dengan Temperatur

Sumber: Sasse, 2009

Temperatur air limbah domestik ditentukan sebesar 28,4⁰C, dengan begitu faktor removal COD terhadap temperatur dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 T &= 28,4 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 \text{Faktor Suhu} &= (T-25) \times (0,08/5) + 1 \\
 &= (28,4-25) \times \\
 &= (0,08/5) + 1 \\
 &= 1,054
 \end{aligned}$$



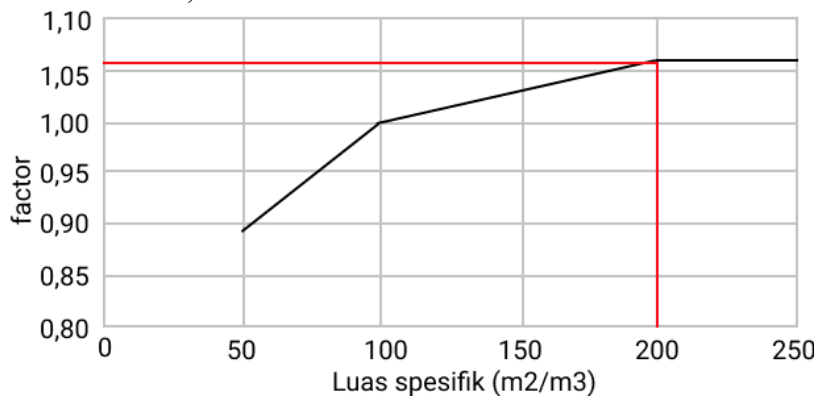
Gambar 4. 12 Hubungan Konsentrasi COD dengan Removal COD

Sumber: Sasse, 2009

Konsentrasi COD yang masuk sebesar 217,49 mg/L, selanjutnya dapat ditentukan faktor removal COD terhadap konsentrasi COD yang masuk seperti berikut.

Faktor konsentrasi

$$\begin{aligned}
 \text{COD} &= \text{COD}_{in} \times (0,17/2000) + 0,87 \\
 &= 217,49 \times (0,17/2000) + 0,87 \\
 &= 0,8885
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 13 Faktor Removal COD Terhadap Luas Spesifik Media

Sumber: Sasse, 2009

Unit AF menggunakan media sarang tawon dengan luas spesifik 200 m²/m³. Faktor removal COD terhadap luas spesifik media didapatkan sebesar 1,06 seperti pada grafik. Selanjutnya dari masing masing faktor akan dikalikan dan dirumuskan sebagai berikut.

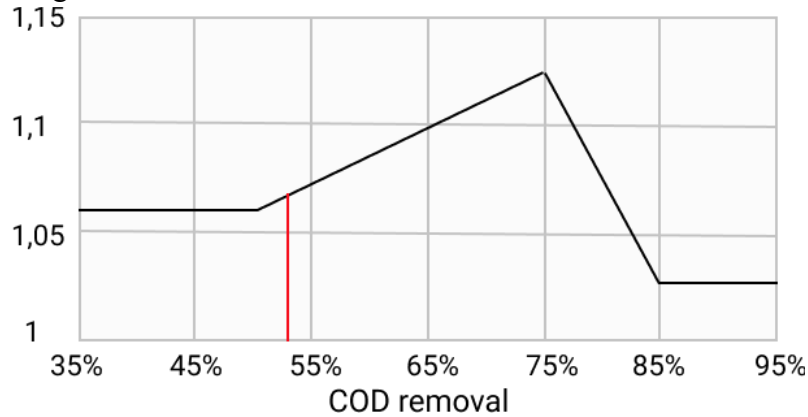
$$\begin{aligned}
 \text{Faktor} &= \text{F-HRT} \times \text{F-T} \times \text{F-C} \times \text{F-media} \times (1+(\text{nx} \\
 \text{kompertemen} &= 0,04)) \\
 &= 64,7\% \times 1,054 \times 0,88 \times 1,06 \times (1+(8 \times 0,04)) \\
 &= 0,84765
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dari faktor removal kompartemen diatas, ditentukan removal COD sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{COD rem} &= \text{F-HRT} \times \text{F-T} \times \text{F-C} \times \text{F-media} \times \text{F-kompertemen} \\
 &= 64,7\% \times 1,054 \times 0,88 \times 1,06 \times 0,84765 \\
 &= 54,4\% \\
 \text{COD out} &= (1-\text{CODrem}) \times \text{COD in} \\
 &= (1-54,4\%) \times 217,49
 \end{aligned}$$

$$= 99,10 \text{ mg/L}$$

Removal BOD ditentukan dengan faktor BOD/COD seperti pada Gambar 4.14. Selanjutnya dihitung BOD removal dan konsentrasi efluen BOD.



Gambar 4. 14 Rasio BOD/COD pada unit AF

Sumber: Sasse, 2009

Berdasarkan grafik diatas, dapat dirumuskan rasio BOD/COD dari integrasi bak pengendap dan AF sebagai berikut.

COD rem TS-

$$\begin{aligned} \text{AF} &= ((\text{COD in TS} - \text{COD out})/\text{COD in}) \times 100\% \\ &= ((217,49 - 99,1)/217,49) \times 100\% \\ &= 70\% \\ &(\text{COD rem TS-AF} - 0,5) \times (0,065/0,25) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD/COD} &= +1,06 \\ &= (70\% - 0,5) \times (0,065/0,25) + 1,06 \\ &= 1,11 \end{aligned}$$

BOD rem TS-

$$\begin{aligned} \text{AF} &= (\text{BOD/COD}) \times \text{COD rem TS-AF} \\ &= 1,11 \times 70\% \\ &= 77,45\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD out} &= (1 - \text{BOD rem TS-AF}) \times \text{BOD in} \\ &= (1 - 77,45\%) \times 117,09 \\ &= 40,94 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS out} &= (\text{SS/COD}) \times \text{COD out} \\ &= (0,42) \times 99,10 \\ &= 41,62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS rem} &= ((\text{TSS in} - \text{TSS out})/\text{TSS in}) \times 100\% \\ &= ((91,35 - 41,62)/91,35) \times 100\% \\ &= 54,43\% \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan penentuan dimensi AF, produksi lumpur dan produksi biogas. Panjang tiap kompartemen direncanakan sama dengan kedalaman unit, selanjutnya dilakukan Cek HRT untuk memastikan dimensi yang dirancang sudah sesuai.

$$\text{Q desain} = 144,096 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Media} = \text{sarang tawon}$$

Porositas	=	98%
Luas Permukaan	=	$200 \text{ m}^2/\text{m}^3$
OLR	=	$4 \text{ kgCOD}/\text{m}^3 \text{ hari}$
Kedalaman media	=	1,5 m
Air di atas media	=	0,2 m
Air di bawah media	=	0,45 m
Tebal plat	=	0,05 m
Volume	=	$Q \times \text{HRT}$
	=	$144,096/24 \times 20$
	=	$60,04 \text{ m}^3$
		H air atas + H filter + H plat + H bawah
Kedalaman unit	=	media
	=	$0,2 + 1,5 + 0,05 + 0,45$
	=	2,2 m
Panjang		
/kompartemen	=	kedalaman unit
	=	2,2 m
Volume/		
kompartemen	=	$15,01 \text{ m}^3$
		Vol tiap
		kompartemen/ $((\text{Hunit} \times 0,25) + (\text{Lbak} \times \text{Hunit} -$
Lebar kompartemen	=	$\text{Hfilter}(1 - \text{Pm}))$
	=	$15,01 / (2,2 \times 0,25) + (2,2 \times 2,2 - 1,5(1 - 98\%))$
	=	2,82 m
	=	3 m

Headloss Jatuhan

L jatuhan	=	2,5 m
Kecepatan		
aliran	=	0,3 m/detik
Lebar (b)	=	3 m
Tinggi (y)	=	2,2 m
n beton	=	0,015
R	=	$(b \times y) / (b + 2y)$
	=	$(3 \times 2,2) / (3 + 2(2,2))$
	=	0,89 m

Headloss	=	$\left(\frac{v \times n}{R^{2/3}}\right)^2 \times L$
	=	$\left(\frac{0,3 \times 0,015}{0,89^{2/3}}\right)^2 \times 2,5$
	=	0,000059 m

Headloss 4

kompartemen	=	$4 \times 0,000059$
	=	0,000236 m

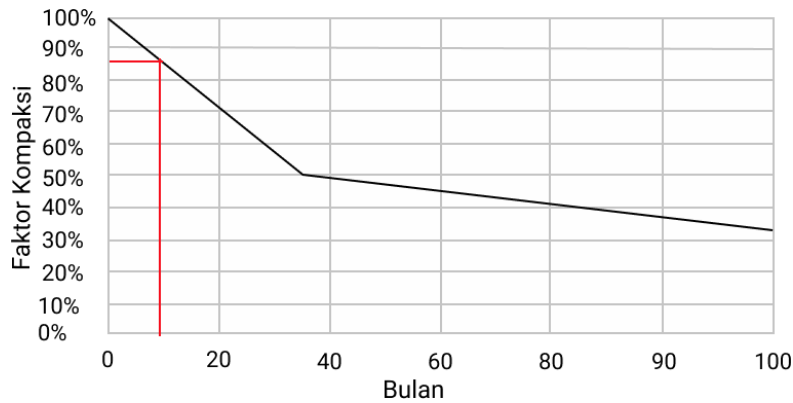
Cek HRT, Vup dan OLR

$$\begin{aligned} & (\text{Hunit} - \text{Hfilter} \times (1 - \text{Pm}) \times \text{Pkomp.} \times \text{Lbak} \times \text{n}) / \\ \text{HRT} &= (Q / 24) \\ & ((2,2 - 1,5(1 - 98\%)) \times 2,2 \times 3 \times 8) / \\ &= (144,096 / 24) \\ &= 19,1 \text{ jam} \\ & \text{mendekati HRT rencana jadi } \mathbf{OK} \\ \text{V up} &= Q / (\text{Pkomp.} \times \text{Lbak} \times \text{Pm}) \\ &= (144,096 / 24) / (2,2 \times 3 \times 98\%) \\ &= 0,928265 \text{ m/jam} \\ & < 2 \text{ m/jam jadi } \mathbf{OK} \\ & (\text{Massa COD in}) / \\ \text{OLR} &= (\text{Hfilter} \times \text{Pkomp.} \times \text{Lbak} \times \text{n} \times \text{Pm}) \\ &= 217,49 / (1,5 \times 2,2 \times 3 \times 8 \times 98\%) \\ &= 0,404 \text{ kg COD/m}^3 \text{ hari} \\ & \text{pada range } 0,2\text{-}15 \text{ kgCOD/m}^3\text{/hari jadi } \mathbf{OK} \end{aligned}$$

Produksi lumpur dan biogas

$$\begin{aligned} Y &= 0,08 \text{ g VSS/g COD} \\ \text{COD rem} &= 17,06 \text{ kg/hari} \\ \text{Px VSS} &= 1,42 \times Y \times \text{COD rem} \\ &= 1,42 \times 0,08 \times 17,06 \\ &= 1,94 \text{ kg/hari} \\ \text{VSS/TSS} &= 0,85 \\ \text{Px TSS} &= 1,94 / 0,85 \\ &= 2,28 \text{ kg/hari} \\ \text{Sg} &= 1,025 \\ \% \text{ solid} &= 5 \% \\ \text{Q lumpur} &= \frac{\text{Px TSS}}{\text{Sg sludge} \times 1000 \times \% \text{solid}} \\ &= \frac{2,28}{1,025 \times 1000 \times 5\%} \\ &= 0,044 \text{ m}^3\text{/hari} \\ \text{Produksi metana} &= 0,35 \text{ m}^3 \text{ CH}_4\text{/kgVSS} \\ \text{V CH}_4 &= 0,35 \times (\text{COD rem} - \text{Px VSS}) \\ &= 0,35 \times (17,06 - 1,94) \\ &= 5,29 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{/hari} \\ \text{Kandungan CH}_4 &= 70\% \\ \text{V biogas} &= 5,29 / 70\% \\ &= 7,56 \text{ m}^3\text{/hari} \end{aligned}$$

Lumpur yang terbentuk akan dikuras dengan periode pengurasan yang sama seperti pada pengurasan tangki pengendap, yakni selama 10 bulan. Selama periode 10 bulan lumpur akan mengalami kompaksi seperti digambarkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Reduksi Lumpur

Sumber: Sasse, 2009

Berdasarkan grafik diatas, lumpur yang dihasilkan akan mengalami kompaksi hingga menjadi 85%, perhitungan kompaksi lumpur dan kedalaman lumpur yang terbentuk pada tiap kompartemen seperti pada uraian berikut.

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengurasan} &= 10 \text{ bulan} \\ &= 300 \text{ hari} \\ Q \text{ lumpur} &= 0,0445 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Volume lumpur} &= Q \text{ lumpur} \times t \text{ pengurasan} \\ &= 0,0445 \times 300 \\ &= 13,35 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lumpur terkompaksi} &= 85\% \times 13,34 \\ &= 11,34 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume lumpur/komp} &= 13,34/8 \\ &= 1,42 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas alas} &= \text{Panjang/kompartemen} \times L \text{ bak} \\ &= 2,2 \times 3 \\ &= 6,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{H lumpur} = 0,215 \text{ m}$$

Bangunan pelengkap yang diperlukan pada unit AF yaitu media filter, plat penyangga, pipa outlet, baffle, pipa ven dan manhole.

Pipa Outlet

$$\begin{aligned} Q \text{ desain} &= 0,001668 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Jumlah unit} &= 2 \\ Q \text{ tiap unit} &= 0,000834 \text{ m}^3/\text{detik} \\ C &= 140 \\ V \text{ aliran} &= 0,6 \text{ m/detik} \\ A &= Q/v \\ &= 0,000834/0,6 \\ &= 0,0014 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Diameter} &= \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\
&= \sqrt{\frac{4 \times 0,0014}{3,14}} \\
&= 0,04208 \text{ m} \\
&= 42,08 \text{ mm} \\
\text{D terpakai} &= 50 \text{ mm} \\
\text{As cek} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,05^2 \\
&= 0,001963 \text{ m}^2 \\
\text{V cek} &= 0,42 \text{ m/detik} \\
\text{Panjang} &= 3 \text{ m} \\
\text{Headloss mayor} &= \left(\frac{Q \text{ desain}}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
&= \left(\frac{0,000834}{0,2785 \times 140 \times 0,05^{2,63}} \right)^{1,85} \times 3 \\
&= 0,0147 \text{ m} \\
\text{K in} &= 0,5 \\
\text{K Tee} &= 0,9 \\
\text{Total K} &= 1,4 \\
\text{H minor} &= \text{K total} \times \frac{v^2}{2g} \\
&= 1,4 \times \frac{0,6^2}{2 \times 9,81} \\
&= 0,01288 \text{ m} \\
\text{Headloss total} &= 0,02761 \text{ m}
\end{aligned}$$

4.2.6.4 Constructed Wetland

Efluen limbah dari unit AF akan diolah pada unit *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman kana (*canna indica*). Tanaman ini memiliki akar rimpang dengan panjang 30-40 cm menyebar ke segala arah. Ketinggian dari tanaman ini dapat mencapai 2 m, namun tanaman ini memiliki nilai RGR (*Relative Growth Rate*) yang rendah sehingga tidak memerlukan penggantian tanaman secara rutin (Husnabilah, 2016).

Penentuan dimensi

$$\begin{aligned}
\text{Q desain} &= 0,0017 \text{ m}^3/\text{detik} \\
&= 144,05 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Jumlah unit} &= 4 \\
\text{Kedalaman} &= 0,6 \text{ m} \\
\text{Medium} &= \text{gravel}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
K_s &= 5000 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari} \\
\alpha &= 0,4 \\
K_{20} &= 1,104 \\
\text{Slope} &= 0,01 \\
Q \text{ tiap unit} &= 0,00042 \text{ m}^3/\text{detik} \\
&= 36,01 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{BOD in} &= 40,94 \text{ mg/L} \\
\text{COD in} &= 99,1 \text{ mg/L} \\
\text{TSS in} &= 41,62 \text{ mg/L} \\
\text{Ammonia in} &= 8,24 \text{ mg/L} \\
\text{Fosfat in} &= 4,086 \text{ mg/L} \\
T &= 28,4 \text{ }^\circ\text{C} \\
K_{28,4} &= K_{20} (1,1)^{(T-20)} \\
&= 1,104 (1,1)^{(28,4-20)} \\
&= 2,46 \\
\text{BOD out} &= 30 \text{ mg/L} \\
t' \text{ (waktu} &= -\ln \frac{C_e}{C_0} \\
\text{detensi)} &= -\ln \frac{30}{40,94} \\
&= -\ln \frac{30}{2,46} \\
&= 0,1265 \text{ hari} \\
&= 0,13 \text{ hari} \\
Ac &= \frac{Q}{K_s \times S} \\
&= \frac{36,01}{5000 \times 0,01} \\
&= 0,72 \text{ m}^2 \\
\text{Lebar} &= Ac/d \\
&= 0,72/0,6 \\
&= 1,1994 \text{ m} \\
&= 1,2 \text{ m} \\
\text{Panjang} &= \frac{Q \times t'}{W \times d \times \alpha} \\
&= \frac{36,01 \times 0,13}{1,2 \times 0,6 \times 0,4} \\
&= 16,3 \text{ m} \\
\text{Luas permukaan} &= L \times W \\
&= 16,3 \times 1,2 \\
&= 19,56 \text{ m}^2 \\
&\text{Luas Permukaan x jumlah} \\
\text{Luas total} &= \text{unit} \\
&= 19,56 \times 4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 78,24 \text{ m}^2 \\
 \text{HLR} &= Q \text{ desain/ } A \text{ total} \\
 &= 1,84 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan debit pada *wetland*, debit influen dan debit efluen *wetland* memiliki nilai yang berbeda karena adanya faktor evapotranspirasi, presipitasi, dan infiltrasi. Evapotranspirasi dari tumbuhan *canna indica* sebesar 28,55 mm/hari (Konnerup et al., 2009) dan rata rata presipitasi di Kota Samarinda dari tahun 2019-2020 sebesar 143,93 (BPS, 2021). Debit efluen *wetland* dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_{ef} = Q_{in} - Q_{ET} + Q_P + Q_I$$

Keterangan

Q_{ET} = debit evapotranspirasi, m^3/hari

Q_P = debit presipitasi, m^3/hari

Q_I = debit infiltrasi, m^3/hari

Q_{in} = 144,05 m^3/hari

ET = 28,55 mm/hari

P = 143,93 mm/hari

I = 0 mm/hari

Q_{ET} = $A_s \times ET$

$$= 78,24 \times 28,55$$

$$= 2,234 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Q_P = $A_s \times P$

$$= 78,24 \times 143,93$$

$$= 11,26 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Q_{ef} = $Q_{in} - Q_{ET} + Q_P + Q_I$

$$= 143,928 - 2,234 + 11,26 + 0$$

$$= 153,08 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Debit efluen lebih besar daripada debit influen karena tingginya curah hujan di Kota Samarinda.

Kesetimbangan massa pada unit *wetland* dihitung sebagai berikut.

BOD_{in} = 40,94 mg/L

COD_{in} = 99,1 mg/L

TSS_{in} = 41,62 mg/L

$Ammonia_{in}$ = 8,24 mg/L

$Fosfat_{in}$ = 4,086 mg/L

TSS_{out} = $TSS_{in} (0,1058 + 0,0011 (HLR))$

$$= 41,62 (0,1058 + 0,0011 (1,84))$$

$$= 4,40 \text{ mg/L}$$

TSS_{rem} = $(TSS_{in} - TSS_{out}) / TSS_{in}$

$$= (41,62 - 4,40) / 41,62$$

$$= 89,42\%$$

BOD_{out} = 30 mg/L (baku mutu)

BOD_{rem} = $(BOD_{in} - BOD_{out}) / BOD_{in}$

$$(40,94 - 30) / 40,94$$

$$= 26,73\%$$

$$\begin{aligned} \text{COD rem} &= 50\% \\ \text{COD out} &= \text{COD in} \times (1 - \text{COD rem}) \\ &= 99,1 \times (1 - 50\%) \\ &= 49,55 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\text{Ammonia rem} = 90\%$$

$$\begin{aligned} \text{Ammonia out} &= \text{ammonia in} \times (1 - \text{ammonia rem}) \\ &= 8,24 \times (1 - 90\%) \\ &= 0,824 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\text{Fosfat rem} = 85\%$$

$$\begin{aligned} \text{Fosfat out} &= \text{fosfat in} \times (1 - \text{fosfat rem}) \\ &= 4,086 \times (1 - 85\%) \\ &= 0,613 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perencanaan dimensi pipa influen dan efluen, pipa direncanakan memanjang pada media dan berpori.

Pipa Influen

$$Q \text{ desain} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Jumlah unit} = 4$$

$$Q \text{ tiap unit} = 0,00042 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = 140$$

$$V \text{ aliran} = 0,6 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} A &= Q/v \\ &= 0,0004 / 0,6 \\ &= 0,00069 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter} &= \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00069}{3,14}} \\ &= 0,02974 \text{ m} \\ &= 29,7355 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$D \text{ terpakai} = 35 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{As cek} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,035^2 \\ &= 0,00096 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ cek} &= Q/\text{As cek} \\ &= 0,00042 / 0,00096 \\ &= 0,43308 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang} = 16,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss mayor} &= \left(\frac{Q \text{ desain}}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
 &= \left(\frac{0,00042}{0,2785 \times 140 \times 0,035^{2,63}} \right)^{1,85} \\
 &= \quad \quad \quad \times 16,3 \\
 &= 0,1258 \text{ m} \\
 \text{K out} &= 0,5 \\
 \text{K elbow 90} &= 1,5 \\
 \text{Total K} &= 3,5 \\
 \text{H minor} &= \text{K total} \times \frac{v^2}{2g} \\
 &= 3,5 \times \frac{0,43308^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,0335 \text{ m} \\
 \text{Headloss total} &= 0,1593 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pipa efluen direncanakan memiliki dimensi yang sama dengan pipa influen, untuk perhitungan *Headloss* dihitung dengan cara yang sama dan didapatkan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss mayor} &= 0,1408 \text{ m} \\
 \text{K out} &= 0,5 \\
 \text{K elbow 90} &= 1,5 \\
 \text{Total K} &= 5 \\
 \text{H minor} &= 0,0541 \text{ m} \\
 \text{Headloss total} &= 0,1948 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kerapatan tanaman yang digunakan pada unit *wetland* yaitu 2 m², dengan begitu jumlah tanaman yang dibutuhkan pada tiap *wetland* dapat dihitung seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{As tiap wetland} &= 19,56 \text{ m}^2 \\
 \text{Kerapatan} &= 2 \text{ tanaman/ m}^2 \\
 \text{Kebutuhan} \\
 \text{tanaman} &= 19,56 \times 2 \\
 &= 39 \text{ tanaman}
 \end{aligned}$$

4.2.6.5 Profil Hidrolis

Profil hidrolis merupakan gambaran ketinggian air pada tiap bangunan pengolahan, profil hidrolis dihitung berdasarkan penurunan muka air (*headloss*). Perhitungan *headloss* pada masing-masing unit dan sambungan pipa telah dihitung pada perhitungan tiap bangunan, selanjutnya perhitungan profil hidrolis dapat dilihat pada tabel berikut.

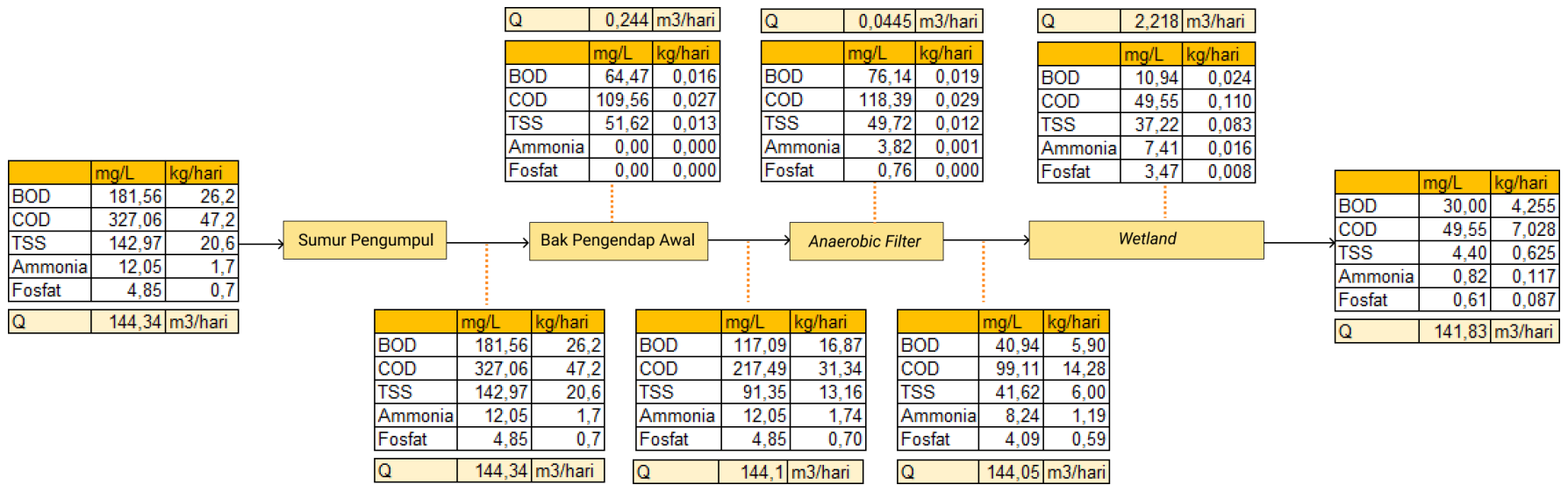
Tabel 4. 14 Profil Hidrolis

Unit	Bagian Unit		(m)	(m)
Badan Penerima		Muka air		9,7000
		Hf bar screen	0,0000022	
		Muka air akhir		9,7000
Sumur Pengumpul	Inlet	Hf inlet	0,0641354	

Unit	Bagian Unit		(m)	(m)
		Freeboard	0,3000000	
	Bak	Muka air awal		9,3359
		Hf jatuhan	0,0001718	
Bak Pengendap awal		Muka air akhir		9,3357
	Inlet	Head statis	1,9921623	
		Hf inlet	0,0194781	
	Bak	Muka air awal		11,3084
AF		Hf jatuhan	0,0000648	
	Inlet	Muka air akhir		11,3083
		Hf inlet	0,0194781	
	Kompartemen	Muka air awal		11,2888
		Hf kompartemen	0,0002359	
		Muka air akhir		11,2886
	Outlet	Hf outlet	0,0276089	
Constructed Wetland		Muka air outlet		11,2610
	Inlet	H inlet	1,5609872	
		Hf inlet	0,1593099	
		Muka air inlet		9,5407
	Outlet	H outlet	1,6609872	
		Hf outlet	0,194834	
	Muka air outlet		9,4052	

4.2.6.6 Kesetimbangan Massa

Perhitungan *mass balance* dari tiap unit yang sudah dilakukan saat pengerjaan DED dapat digambarkan seperti pada gambar 4.16. Hasil perhitungan *mass balance* pada perhitungan awal dan DED memiliki perbedaan karena pada perhitungan awal dilakukan berdasarkan kriteria desain dan saat DED dihitung berdasarkan rumus.



Gambar 4. 16 Kesetimbangan Massa

4.2.7 Prosedur Operasional dan Pemeliharaan IPAL

IPAL direncanakan akan dikelola oleh masyarakat setempat, untuk itu perlu dibuat petunjuk operasional dan pemeliharaan yang diberikan pada masyarakat setempat. Pedoman ini dibuat dengan berdasarkan pedoman teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Menggunakan Biofilter Aerob dan Aerob yang disusun oleh Kementerian Kesehatan RI (2011).

4.2.7.1 Perpipaan

Perpipaan pada sambungan IPAL perlu dipastikan agar tidak bocor agar air limbah tidak mencemari lingkungan sekitar lokasi IPAL. Petunjuk operasional dan pemeliharaan perpipaan yaitu

- Melakukan pemeriksaan sambungan pipa dan pipa utama tidak bocor.
- Melakukan penggantian sambungan pipa apabila terjadi kebocoran. Apabila kebocoran terjadi pada pipa utama, pipa yang bocor dipotong dan diganti dengan pipa yang baru.
- Memeriksa semua katup pada IPAL dapat berfungsi dengan baik, apabila ada yang tidak berfungsi segera diganti.
- Melakukan pemeriksaan adanya sumbatan apabila debit air berkurang drastis. Sumbatan biasanya diakibatkan endapan lumpur, pemberihan dapat dilakukan dengan bantuan pasir kasar, air dan selang kompressor.

4.2.7.2 Sumur Pengumpul dan Bar Screen

Sumur pengumpul pada IPAL perlu dipastikan bahwa peralatan elektrik di dalamnya dapat berjalan dengan baik. *Bar screen* pada badan penerima juga perlu dipastikan dapat berjalan dengan baik dan tidak tersumbat sampah. Petunjuk operasional dan pemeliharaan sumur pengumpul dan *bar screen* yaitu,

- Pintu air pada drainase warga perlu dibuka saat hujan, namun apabila hujan sudah mereda perlu ditutup kembali. Hal itu dilakukan agar ketika hujan turun air langsung mengalir menuju ke sungai. Ketika tidak hujan pintu air ditutup agar *grey water* masuk ke IPAL untuk diolah.
- Pembersihan *bar screen* dilakukan rutin menggunakan alat pembersih manual, kemudian sampah dimasukkan pada *kontainer* sesuai klasifikasi yang disediakan pada ekoriparian.
- Memastikan pompa keduanya dapat berjalan dengan baik, satu untuk dioperasikan dan satu untuk cadangan. Apabila pompa yang beroperasi mengalami kerusakan digunakan pompa cadangan sehingga proses pengolahan dapat terus berjalan 24 jam.

4.2.7.3 Bak Pengendap Awal

Bak pengendap anaerobik perlu dipastikan bahwa tidak ada sampah yang masuk dan mengapung. Selain itu, karena bak pengendap dijalankan secara anaerobik maka perlu dipastikan bahwa terjadi kontak antara air limbah dengan lumpur di dasar.

- Melakukan pemeriksaan secara berkala, dan memastikan tidak ada sampah atau minyak yang mengapung. Apabila terdapat rambut, plastik atau minyak yang mengapung harus segera dibersihkan.
- Mengisi tangki pengendapan dengan air hingga penuh pada awal penggunaan, pengisian dilakukan secara bertahap agar tekanan merata.
- Pada tahap awal bisa dilakukan *start up* secara alami dengan mengalirkan air limbah domestik yang akan diolah namun proses akan stabil setelah 14 hari *start up*. Apabila saat

start up dilakukan *seeding* dengan lumpur yang sudah stabil, proses stabil setelah 1 minggu.

- Melakukan pengurasan lumpur 10 bulan sekali dengan menggunakan sedot WC, saat melakukan penyedotan harus dipastikan selang menyedot lumpur di yang paling dasar.

4.2.7.4 Anaerobic Filter

Pada unit AF perlu dipastikan bahwa media yang digunakan tidak tersumbat dan saat pertama kali dioperasikan harus terisi air sepenuhnya. Petunjuk operasional unit AF yaitu,

- Melakukan pengisian air hingga penuh dan seluruh media dapat tercelup di awal pengoperasian
- Melakukan pembiakkan mikroba dengan proses alami ataupun dengan penambahan lumpur yang sudah stabil, bisa diambil dari lumpur IPAL yang sudah beroperasi lama di lokasi terdekat. Pertumbuhan mikroorganisme pada media secara fisik dapat diamati dengan adanya lapisan lendir atau biofilm.
- Melakukan pencucian secara berkala pada filter untuk membersihkan media dari lapisan biofilm yang sudah mati agar tidak menyumbat.
- Melakukan pengurasan lumpur 10 bulan sekali dengan menggunakan sedot WC, saat melakukan penyedotan harus dipastikan selang menyedot lumpur di yang paling dasar. Sebelum dilakukan penyedotan perlu dilakukan pencucian agar lapisan biofilm yang sudah mati dapat mengelupas.

4.2.7.5 Constructed Wetland

Wetland melakukan pengolahan biologis dengan bantuan media dan tanaman, dalam operasional keadaan media dan tumbuhan perlu dijaga agar proses pengolahan dapat berjalan maksimal. Pedoman operasional dan pemeliharaan akan dibuat berdasarkan hasil studi literatur tentang *wetland* yang telah dilakukan oleh Pusparinda dan Santoso (2016). Petunjuk operasional dan pemeliharaan unit *wetland* yaitu,

- Memastikan media gravel dengan ukuran sedang dan kecil tidak bercampur agar porositas media dapat dijaga dan tidak mengganggu kinerja *wetland*.
- Memastikan tanaman dalam keadaan sehat dan tidak layu, apabila layu perlu disiram. Biasanya saat awal beroperasi, tanaman ada yang layu karena volume air limbah masih sedikit dan tanaman kekurangan air.
- Melakukan pencucian media gravel setahun sekali saat cuaca panas.
- Melakukan pemotongan tanaman yang sudah dewasa sesuai ketinggian yang dikehendaki atau sesuai kriteria perencanaan. Pemotongan dilakukan untuk mengurangi kerimbunan tanaman sehingga tidak banyak air yang diserap daun.
- Melakukan pemanenan ketika tanaman sudah berada pada akhir siklus hidup yang ditandai dengan tanaman yang mulai berguguran. Pemanenan *canna indica* dilakukan setelah 4-8 bulan penanaman (Widyastuti, 2018), tujuannya untuk mencegah kembalinya kontaminan ke badan air, tanaman yang dipanen dapat dimanfaatkan sebagai kompos.

4.3 Perencanaan Zona Penyangga dan Zona Pengembangan

Pembangunan ekoriparian dilakukan dalam dua tahap, pada tahap pertama akan dilakukan pembangunan area olahraga dan bermain, tempat duduk dengan *view* kolam pemancingan,

toilet, kantor administrasi dan informasi, *playground 2*, area hidroponik, perlengkapan K3, dan IPAL. Ekoriparian selanjutnya dioperasikan selama satu tahun sebagai masa uji coba dan evaluasi untuk pembangunan tahap berikutnya. Fasilitas yang dibangun pada tahap kedua yaitu *community center*, taman baca, *foodcourt*, mushola, *amphitheatre*, dan taman edukasi IPAL. Gambaran *site plan* perencanaan ekoriparian dapat dilihat pada Gambar 4.17



Gambar 4. 17 Siteplan Perencanaan Ekoriparian

4.3.1 Pembangunan Tahap 1

4.3.1.1 Playground dan Area Olahraga

Playground direncanakan untuk menyediakan tempat bermain bagi anak yang mengunjungi Arboretum Sempaja, kolam pemancingan, ataupun mengunjungi ekoriparian. Letak ekoriparian yang berada diantara arboretum dan kolam pemancingan milik warga menjadikan taman bermain ini sangat berguna bagi banyak orang. *Playground* diletakkan berdekatan dengan tempat duduk dengan *view* kolam pemancingan, sehingga apabila terdapat keluarga yang mengajak anaknya ke kolam pemancingan bisa menunggu sambil bermain di taman agar tidak bosan. Selain itu, di dekat *playground* akan diletakkan alat olahraga seperti *air walker*, *bicycle outdoor*, dan *chest pass*. *Playground* dan area olahraga ini termasuk zona pengembangan yang memiliki fungsi utama sebagai sarana rekreasi. Pada area ini akan disediakan vegetasi peneduh yaitu pohon mangga (*Mangifera indica*) dan pohon angkana (*Pterocarpus indicus*).



Gambar 4. 18 *Playground* dan Area Olahraga

4.3.1.2 Tempat Duduk View Kolam Pemancingan

Ekoriparian berada di sebelah kolam pemancingan milik warga setempat yang hanya menyediakan tempat memancing berupa jembatan bambu. Kolam pemancingan memiliki fungsi utama sebagai tempat menyalurkan hobi, namun memiliki sarana prasarana untuk rekreasi. Untuk menunjang fungsi kolam pemancingan sebagai sarana wisata keluarga, pada perencanaan ini direncanakan tempat duduk dengan view kolam pemancingan. Adanya tempat duduk ini dapat dijadikan tempat istirahat sambil menunggu keluarga yang sedang memancing, dengan begitu kolam pemancingan yang ada akan lebih menarik bagi warga. Pada kolam pemancingan akan dilengkapi dengan *rooftop garden* sebagai pelindung dari panas dan penyejuk, vegetasi yang digunakan yaitu bunga kertas (*Bougainvillea*).



Gambar 4. 19 Tempat Duduk dengan *View* Kolam Pemancingan

4.3.1.3 Toilet

Ekoriparian yang direncanakan akan dilengkapi sarana sanitasi berupa toilet secara terpisah berdasarkan *gender*, toilet untuk disabilitas, dan juga ruang menyusui.

4.3.1.4 Kantor Administrasi dan Informasi

Kantor administrasi dan layanan informasi di ekoriparian digunakan untuk tempat pendaftaran kunjungan, pengisian buku tamu, dan layanan informasi bagi pengunjung. Kantor administrasi dan layanan informasi direncanakan memiliki *rooftop garden* dengan menggunakan tanaman gantung jenis *Vernonia Elliptica*.

4.3.1.5 Playground 2

Playground 2 terletak tepat setelah pintu masuk ekoriparian, *playground* ini termasuk bagian dari zona pengembangan yang berfungsi sebagai sarana rekreasi. Pada *playground* ini dilengkapi dengan air mancur dan pohon flamboyan (*Delonix regia*) yang rindang.



Gambar 4. 20 *Playground 2*

4.3.1.6 Area Hidroponik

Air limbah yang telah diolah di IPAL akan digunakan untuk menyiram tanaman di area ekoriparian dan hidroponik. Pada area hidroponik ini digunakan pipa sebagai media hidroponik, tanaman yang ditanam yaitu sayuran seperti bayam, kangkung, dan sawi. Hasil panen dari area hidroponik ini akan dipasarkan pada pengunjung, baik berupa produk mentahan maupun olahan masakan yang dimasak di *foodcourt*. Area ini juga akan dilengkapi dengan *compost bin* untuk sampah yang dapat dikomposkan, kontainer merah untuk sampah plastik, gelas dan logam, serta kontainer hijau untuk sampah kertas.



Gambar 4. 21 Area Hidroponik

4.3.2 Pembangunan Tahap 2

4.3.2.1 Amphitheatre

Ekoriparian akan direncanakan sebagai kawasan eko-eduwisata, untuk menunjang kepentingan edukasi akan disediakan tempat berkumpul berupa *amphitheatre*. Lokasi *amphitheatre* ini berada diantara area hidroponik dan IPAL, harapannya komunitas yang melakukan kunjungan bisa menggunakan lokasi ini untuk meninjau IPAL dan area hidroponik. *Amphitheatre* ini termasuk zona pengembangan yang memiliki fungsi sebagai sarana rekreasi dan edukasi. Pada area *amphitheatre* ini akan disediakan tanaman peneduh seperti sengon (*Albizia pinnata*), dan angkana (*Pterocarpus indicus*).



Gambar 4. 22 Amphitheatre

4.3.2.2 Taman Baca

Taman baca pada ekoriparian merupakan bagian dari zona pengembangan yang berfungsi sebagai sarana edukasi. Atap taman baca direncanakan berupa *rooftop garden* dengan vegetasi tanaman merambat jenis *Argyrea nervosa*. Lokasi taman baca berada di dekat area taman bermain dan olahraga, pada taman baca ini akan disediakan rak buku dan tempat duduk untuk membaca buku. Pada area taman baca ini akan dilengkapi dengan vegetasi berupa cemara nomflok untuk menambah suasana sejuk di lokasi.



Gambar 4. 23 Taman Baca

4.3.2.3 Foodcourt

Ekoriparian direncanakan memiliki *foodcourt* yang menyediakan makanan bagi pengunjung dan bentuk pemberdayaan masyarakat. Adanya *foodcourt* ini dimaksudkan agar pemilik warung kecil di dekat area arboretum sempaja memiliki tempat untuk menjualkan jualan mereka. Air imbah yang dihasilkan dari *foodcourt* ini akan dialirkan menuju ke IPAL Ekoriparian. Limbah padat yang dihasilkan akan dimasukkan pada *compost bin* untuk sampah yang dapat dikomposkan, sisanya akan dimasukkan pada kontainer sampah. Perencanaan *foodcourt* akan dilakukan di tahap kedua, karena saat tahap pertama kemungkinan pengunjung ekoriparian masih belum stabil.



Gambar 4. 24 *Foodcourt 1*



Gambar 4. 25 *Foodcourt 2*

Direncanakan terdapat dua *foodcourt* pada ekoriparian Arboretum Sempaja, *foodcourt 1* akan direncanakan menggunakan *rooftop garden* dengan desain seperti taman baca dan *foodcourt 2* direncanakan menggunakan gazebo. Vegetasi yang digunakan pada *foodcourt 1* yaitu bunga merambat jenis *Argyrea nervosa* sebagai *rooftop garden* dan di sekitarnya ditanami cemara nomflok. *Foodcourt 2* akan direncanakan di sebelah taman bermain dekat

pintu masuk, di sekitarnya akan ditanami vegetasi bunga asoka (*Saraca asoca*), tanaman lidah mertua (*Sansevieria*) dan amarilis bunga putih (*hymenocallis caroliniana*).

4.3.2.4 Mushola

Ekoriparian direncanakan memiliki mushola sebagai sarana ibadah, khususnya bagi pengunjung kolam pemancingan dan pengunjung yang melakukan karya wisata. Mushola ini termasuk bagian dari zona pengembangan yang letaknya berada di sebelah pintu masuk ekoriparian. Mushola didesain menyerupai gazebo dengan ukuran besar dan berbahan dasar kayu.



Gambar 4. 26 Pintu Masuk dan Mushola

4.3.2.5 Community Center

Ekoriparian direncanakan memiliki 2 tempat berkumpul (*community center*), tempat berkumpul 1 berbentuk *amphitheatre* dan tempat berkumpul 2 berbentuk tempat duduk melingkar dengan pohon rindang di tengahnya. Vegetasi yang digunakan yaitu pohon sengon di bagian tengah dan lidah mertua melingkari tempat duduk. Tempat berkumpul merupakan bagian dari zona pengembangan yang berfungsi sebagai sarana edukasi. Fungsi dari tempat berkumpul ini adalah untuk menampung rombongan yang melakukan karya wisata atau hanya sekadar untuk tempat istirahat pengunjung. Lokasi tempat berkumpul ini berada di antara *foodcourt 2* dan area hidroponik.



Gambar 4. 27 *Community Center 2*

4.3.2.6 Taman Edukasi IPAL

Wisata edukasi IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sudah banyak direncanakan di berbagai daerah, hal itu ditujukan untuk meningkatkan pengetahuan terkait pengelolaan lingkungan di tengah merosotnya kualitas lingkungan. Taman edukasi IPAL direncanakan dengan adanya mural yang digambar di bagian bagian IPAL untuk menjelaskan mengenai proses pengolahan air limbah menjadi air irigasi. Pada pembangunan tahap pertama adanya IPAL difokuskan untuk mengurangi beban pencemaran, selanjutnya pada pembangunan tahap kedua akan dilakukan evaluasi IPAL dan pengembangan IPAL menjadi kawasan wisata. Taman edukasi IPAL ini kedepannya dapat dijadikan tempat tujuan *study tour* bagi siswa, taman edukasi IPAL ini diharapkan mampu menghapuskan stigma masyarakat setempat mengenai tempat pengolahan limbah yang kotor dan menjijikkan.



Gambar 4. 28 *Taman Edukasi IPAL*

4.4 Konsep Pemberdayaan Masyarakat

Perencanaan ekoriparian ini dilakukan dengan konsep *community based design*, konsep dirancang berdasarkan kebutuhan masyarakat. Partisipasi aktif masyarakat merupakan kunci keberlanjutan program pengelolaan lingkungan. Ekoriparian dirancang bukan hanya untuk

pemulihan lingkungan, melainkan sebagai fasilitas penunjang kehidupan sosial dan pemberdayaan masyarakat. Masyarakat dalam perencanaan ekoriparian ini bukan hanya sekadar objek, melainkan juga subjek yang dilibatkan dalam penyusunan perencanaan. Untuk itu pada perencanaan ini akan dibuat konsep pemberdayaan masyarakat, masyarakat akan dilibatkan pada setiap tahapan implementasi proyek kelak.

4.4.1 Persiapan dan Pengkajian

Tahap persiapan dan pengkajian bertujuan untuk menyamakan persepsi dengan masyarakat dan mengetahui permasalahan di lokasi. Pada tahap ini akan dilakukan pendekatan, sosialisasi, identifikasi permasalahan dan potensi, serta perizinan pada *stakeholder* terkait.

- Perizinan pada *stakeholder* terkait pengadaan program pemberdayaan masyarakat dalam pemulihan lingkungan, inisiator akan memohon izin pada kelurahan setempat.
- Pendekatan dilakukan untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat terkait permasalahan lingkungan yang terjadi dan pentingnya melakukan pemulihan lingkungan. Pendekatan dapat dilakukan dengan berbagai metode sesuai kondisi masyarakat. Pendekatan dilakukan dengan penayangan video atau media lain sehingga masyarakat dapat menyadari dengan sendirinya pentingnya menyelesaikan permasalahan lingkungan.
- Sosialisasi dilakukan untuk memberikan gambaran pada masyarakat tentang keberhasilan daerah tertentu dalam melakukan pemulihan lingkungan. Harapannya dengan sosialisasi ini masyarakat dapat mengetahui alternatif solusi pemulihan lingkungan di berbagai daerah. Sosialisasi dilakukan dengan mengadakan *workshop* yang dibawakan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur.
- Identifikasi permasalahan dan potensi dilakukan oleh masyarakat dengan dipandu oleh fasilitator dalam suatu forum. Masyarakat akan dipandu merumuskan permasalahan lingkungan dan potensi pemulihan lingkungan di lokasi.

4.4.2 Perencanaan

Tahap perencanaan dilakukan untuk merencanakan alternatif penyelesaian masalah, memilih solusi, dan merencanakan tahapan implementasi dari solusi yang ditawarkan. Pada tahap perencanaan ini akan melibatkan perwakilan masyarakat, perangkat desa, tenaga ahli, mahasiswa, dinas lingkungan setempat, dan komunitas untuk berdiskusi bersama merencanakan pemulihan lingkungan. Diskusi pada tahap perencanaan ini akan dipandu oleh fasilitator agar tiap perwakilan bisa menjalankan diskusi sesuai perannya masing-masing. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap perencanaan ini yaitu,

- Menentukan alternatif penyelesaian masalah dengan mempertimbangkan kebutuhan masyarakat dan solusi yang ditawarkan di daerah lain sebelumnya.
- Menentukan rencana kerja dari solusi yang telah dipilih dengan diskusi bersama. Rencana kerja dibuat lengkap dengan jadwal, kebutuhan sarana, dan keterlibatan berbagai pihak dalam tiap uraian kerja.
- Menyiapkan lembaga khusus untuk mengurus dan mengelola proyek pemulihan lingkungan, namun masyarakat secara umum akan terus dilibatkan.
- Penyusunan proposal dilakukan untuk mendapatkan pendanaan dari donatur dan meminta persetujuan dari pemerintah setempat.

4.4.3 Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan merupakan tahap implementasi dari rencana yang dibuat di tahap perencanaan. Pada perencanaan ini,

- Pada fase pra konstruksi, proposal yang telah disusun pada tahap persiapan akan diajukan pada pemerintah setempat dan donatur. Pada fase ini juga akan dilakukan penyusunan DED dan rancangan anggaran biaya oleh tenaga ahli. DED dan perencanaan anggaran biaya selanjutnya dipaparkan kepada masyarakat setempat dan mereka dapat memberikan saran. DED dan rancangan anggaran biaya disusun berdasarkan rencana awal yang dibuat bersama masyarakat setempat.
- Pada fase konstruksi tahap 1 akan dilakukan pembangunan fisik dan uji kelayakan bangunan. Pembangunan fisik akan dilakukan secara gotong royong bersama masyarakat, disamping itu masyarakat akan diberikan bekal sosialiasi pengelolaan ekoriparian.
- Pada fase operasional tahap 1 ini ekoriparian akan mulai dibuka untuk umum dengan pemeliharaan dan perawatan oleh pengelola. Sebelum fase operasional tahap 1 dimulai akan dilakukan diskusi tentang pembagian tugas pengelolaan ekoriparian. Selain itu, pada fase ini akan dilakukan jaring aspirasi terkait pengembangan ekoriparian dan selanjutnya direncanakan pengembangan ekoriparian dengan mempertimbangkan hasil aspirasi pengunjung. Sebagai infrastruktur baru tentunya membutuhkan pengenalan, untuk itu pada fase operasional ini akan dilakukan pengenalan melalui sosial media dan bantuan komunitas lingkungan setempat.
- Pada fase konstruksi tahap 2 akan dilakukan pembangunan fisik dan uji kelayakan bangunan. Pada fase ini masyarakat akan mulai diarahkan untuk melakukan aktivitas ekonomi di lokasi. Setelah bangunan fisik telah siap digunakan dan kesiapan pengembangan ke arah ekonomi sudah matang, ekoriparian akan mulai dioperasikan untuk berbagai keperluan.

4.4.4 Evaluasi dan Monitoring

Evaluasi dan *monitoring* dilakukan dengan melakukan rapat evaluasi setiap sebulan sekali, dalam rapat tersebut akan dilakukan pembahasan mengenai evaluasi dari berbagai pihak. Evaluasi dapat berasal dari pengunjung, warga setempat, pemerintah, ataupun dinas lingkungan hidup. Adanya rapat evaluasi rutin diharapkan dapat menjaga keberlanjutan program dan dapat terus memperbaiki program lebih baik lagi. Evaluasi yang dilakukan meliputi aspek teknis, manajemen, administrasi, kelembagaan, ekonomi, dan finansial.

Uraian lengkap mengenai tahapan implementasi beserta pihak-pihak yang terlibat dapat dilihat pada lampiran 4.

4.5 *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan BOQ dan RAB dilakukan berdasarkan HSPK Kalimantan Timur tahun 2019. Pada perencanaan ini dihitung BOQ dan RAB yang dibutuhkan untuk tiap tahapan. Pada tahap 1 dilakukan perhitungan BOQ dan RAB untuk IPAL, zona penyangga dan pengembangan, sedangkan pada tahap 2 dilakukan perhitungan BOQ dan RAB untuk zona penyangga dan pengembangan.

4.5.1 IPAL

Perhitungan BOQ dan RAB IPAL dilakukan secara detail untuk tiap unit pengolahan air limbah yang terdiri dari sumur pengumpul, bak pengendap awal, *anaerobic filter*, dan *constructed wetland*. Langkah perhitungan dilakukan dengan menentukan urutan pengerjaan, BOQ tiap bangunan, AHS (Analisa Harga Satuan) yang didapat dari HSPK, serta RAB yang dibutuhkan. Biaya yang dibutuhkan untuk biaya konstruksi IPAL sebesar Rp. 2.530.081.955,50 atau dapat dibulatkan menjadi Rp. 2.530.082.000,00. Perhitungan BOQ, AHS, dan RAB IPAL secara detail dapat dilihat pada lampiran 5.

4.5.2 Zona Penyangga dan Zona Pengembangan

Perhitungan BOQ dan RAB pada zona penyangga dilakukan dengan tahapan yang sama yaitu dengan menentukan urutan pekerjaan, BOQ, AHS, dan RAB. Pada perhitungan RAB zona penyangga dan zona pengembangan akan terpisah menjadi tahap 1 dan 2, karena pada tahap 2 ada faktor inflasi sebesar 2,29%. Nilai faktor inflasi tersebut didapatkan dari data inflasi 3 tahunan (2019-2021) Bank Indonesia. Biaya konstruksi yang dibutuhkan untuk pembangunan zona penyangga dan zona pengembangan pada tahap 1 sebesar Rp.1.623.213.800,00 sedangkan pada tahap 2 sebesar Rp.311.354.600,00. Perhitungan BOQ, AHS, RAB untuk zona penyangga dan zona pengembangan dapat dilihat pada lampiran 6.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja yaitu

1. Perencanaan ekoriparian menggunakan konsep *community based design* dengan tetap memperhatikan *sustainability concept*. Perencanaan ekoriparian didasarkan kebutuhan masyarakat dan melibatkan masyarakat dalam setiap tahapan implementasi. Pembangunan pada perencanaan ini direncanakan menjadi dua tahap, pembangunan tahap 2 dilakukan setelah satu tahun pengoperasian hasil pengambungan tahap 1. Ekoriarian yang direncanakan terdiri dari tiga zona, zona inti, zona penyangga, dan zona pengembangan. Pada zona inti terdapat IPAL yang berfungsi mengolah *grey water* dari pemukiman dan limbah domestik dari kegiatan operasional ekoriparian agar memenuhi baku mutu. Unit yang digunakan pada IPAL terdiri dari sumur pengumpul, bak pengendap awal, *anaerobic filter*, dan *wetland*. Efluen yang dihasilkan telah memenuhi baku mutu dengan karakteristik memiliki karakteristik BOD 30 mg/L, COD 49,55 mg/L, TSS 4,4 mg/L, Ammonia 0,82 mg/L, dan fosfat 0,61 mg/L. Zona penyangga terdiri dari area hidroponik yang didalamnya terdapat gazebo sebagai tempat istirahat. Zona pengembangan terdiri dari *playground*, area olahraga, tempat duduk *view* kolam pemancingan, *community center*, taman baca, *foodcourt*, dan mushola.
2. Konsep pemberdayaan masyarakat dirancang dengan menjadikan masyarakat sebagai subjek bukan objek, masyarakat dilibatkan aktif dalam setiap tahapan. Tahapan implementasi terdiri dari persiapan dan pengkajian, perencanaan, pra konstruksi, konstruksi tahap 1, operasional tahap 1, konstruksi tahap 2, dan keberlanjutan. Pada tahap perencanaan dan pengkajian, masyarakat dilibatkan dalam identifikasi permasalahan dan potensi dengan dipandu fasilitator. Pada tahap perencanaan masyarakat dilibatkan pada diskusi bersama untuk membuat alternatif solusi dan rencana kerja. Pada tahap pra-konstruksi masyarakat akan dilibatkan untuk mengusulkan proposal pada kelurahan setempat. Pada tahap konstruksi, warga akan dilibatkan untuk ikut melakukan pembangunan fisik secara gotong royong. Pada tahap operasional, warga berperan sebagai pengelola ekoriparian dan melakukan evaluasi pelaksanaan. Hasil evaluasi dipaparkan dalam rapat setiap bulannya.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan ekoriparian tahap 1 adalah sebesar 4.153.295.800 dengan rincian biaya pembangunan IPAL sebesar 2.530.082.000 serta rincian biaya pembangunan zona penyangga dan pengembangan sebesar 1.623.213.800. Selanjutnya untuk pembangunan tahap 2 membutuhkan biaya sebesar 311.354.600 dengan pertimbangan faktor inflasi sebesar 2,29%.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk perencanaan ekoriparian selanjutnya, yaitu

1. Perencanaan ini belum mempertimbangkan desain bangunan pengolahan dan pemanfaatan lumpur, untuk perencanaan berikutnya diharapkan dapat dibuat desain bangunan pengolahan dan pemanfaatan lumpur apabila ketersediaan lahan memungkinkan.

2. Perencanaan ini belum mempertimbangkan konsep pengelolaan dan pemanfaatan sampah, untuk perencanaan berikutnya diharapkan dapat disusun konsep pengelolaan dan pemanfaatan sampah agar tercipta konsep *zero waste*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Isbandi Rukminto. 2013. PEMBERDAYAAN, PENGEMBANGAN MASYARAKAT DAN INTERVENSI KOMUNITAS, Edisi Revisi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
- Azzhura, F. 2018. Studi Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Margasari Kecamatan Balikpapan Barat Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2021. Curah Hujan Menurut Bulan di Samarinda (mm), 2019-2020. URL: Badan Pusat Statistik (bps.go.id). diakses pada 17 Januari 2022.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2021. Suhu Udara Menurut Bulan di Samarinda (derajat Celcius), 2018-2020. URL: Badan Pusat Statistik (bps.go.id). diakses pada tanggal 21 Desember 2021.
- Barber, W.P., Stuckey, D.C. 1999. The Use of The Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment: A Review. *Journal of Wastewater Research* Vol. 33 (7), 1559-1578.
- Barnard, J. L. dan Stensel, H. D. 2012. Biological Nutrient Removal. Seminar at Carroll College, Supported by Montana Water Environment Association.
- Busyairi, M., Adriyanti, N. Kahar, A., Nurcahya, D. Sariyadi., Hidayana, T.D. 2020. Efektivitas Pengolahan Air Limbah Domestik *Grey Water* dengan Proses *Biofilter Anaerob* dan *Biofilter Aerob* (Studi Kasus: IPAL INBIS Permata Bunda, Bontang). *Serambi Engineering*, 5 (4): 1306-1312.
- Cahyadi, V.L.C.S. 2003. Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan *Grey Water* Kawasan Apartemen (Studi Kasus: Rusuna Epicentrum). *Skripsi*, Program Studi Teknik Sipil Universitas Indonesia.
- Cooper, C. 1993. *Tourism: Principles & Practise*. England: Longman Group Limited.
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur. 2021. Data Pemantauan Kualitas Air Sungai Provinsi Kaltim Tahun 2016-2020. URL: <https://data.kaltimprov.go.id/dataset/data-pemantauan-kualitas-air-sungai-provinsikaltim-tahun-2016-2020>. Diakses 28 Juli 2021.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2008. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius. 258.
- Effendy, S. 2009. Dampak Pengurangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perkotaan Terhadap Peningkatan Suhu Udara dengan Metode Penginderaan Jauh. *Jurnal Agromet*, 23 (2):169-181.
- Ellis, J. B., R.B.E. Shutes and D.M. Revitt. 2003. *Guidance Manual for Constructed Wetlands*. United Kingdom: Environment Agency.
- Hadiwidodo, M., Oktiawan, W., Primadani, A. R., Parasmata, B. N., dan Gunawan, I. 2012. Pengolahan Air Lindi dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob dan Wetland. *Jurnal Presipitasi*, 9 (2): 84-95.

- Hasan, H. A., Abdullah, S. R. S., Kamarudin, S. K., Kofli, N. T. A Review On The Design Criteria Of Biological Aerated Filter For Cod, Ammonia And Manganese Removal In Drinking Water Treatment. *Journal of Engineering*, 70 (4): 17-19.
- Hansen. Oktaviani, L.S., Susanti, E.W. 2017. Kualitas Air Sungai Mahakam di Kelurahan Loa Duri Ulu Kecamatan Loa Janan Kutai Kartanegara Samarinda. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 3 (4): 17-19.
- Hifzhani, F. Syarifudin, Arifin. 2017. Efektivitas Sistem RBC pada IPAL Pekapuran Raya PR IPAL Banjarmasin Terhadap Penurunan Kadar BOD. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14(2): 514-518.
- Hlavinec, Petr, Ongken Bonacci, Jiri Marsalek, Ivana Mahrikova. 2007. Dangerous Pollutants (Xenobiotics) in Urban Water Cycle. Springer: Lednice, Czech Republic.
- Husaini, Ricky Achmad (2018) Kajian Kapasitas Kunjungan Maksimum Ruang Pariwisata Buatan Kota Batu Dengan Metode *Carrying Capacity*. *Skripsi thesis*. ITN Malang.
- Husnabilah, A. 2016. Perencanaan *Constructed Wetland* Untuk Pengolahan *Greywater* Menggunakan Tumbuhan *Canna indica* (Studi Kasus: Kelurahan Keputih). *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.
- Ikbal. 2016. Peningkatan Kinerja Ipal Lumpur Aktif dengan Penambahan Unit Biofilter (Studi Kasus Ipal Pasaraya Blok M, Kapasitas 420 M3 /Hari). *JAI* 9, (1): 1-14.
- Langergraber, G., dan Muellegger, E. 2005. Ecological Sanitationa Way to Solve Global Sanitation Problem. *Environmental International*, 31: 433-444
- Lind, L., Hasselquist, E.M., Laudon, H. 2019. Towarda Ecologically Functional Riparian Zones. A Meta-analysis to Develop Guidelines for Protecting Ecosystem Functions and Biodiversity in Agricultural Landscapes. *Journal of Environmental Management* 249, 1-8.
- Li, F., Wichman, K., dan Otterpohl, R. 2009. Review of The Technological Approaches for Grey Water Treatment and Reuses. *Sci. Total Environ*, 407: 3439-3449.
- Lumunon, E.I., Riogilang, H., Supit, C.J. 2021. Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Limbah Komunal Kiniar di Kota Tondano. *Jurnal Tekno*, 19 (77): 67-76.
- Kementerian Kesehatan RI, 2011. Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. SIPSN: Ruang Terbuka Hijau. URL: SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (menlhk.go.id). diakses pada tanggal 21 Desember 2021.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan. Jakarta: Ditjen PPKL, KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. Menteri LHK Arahkan Arboretum Sempaja Jadi Ikon Samarinda. URL: Menteri LHK Arahkan Arboretum Sempaja Jadi Ikon Samarinda - Kementerian LHK (menlhk.go.id). diakses pada tanggal 21 Desember 2021.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Lampiran II Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017.

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat SPALD-T. Jakarta: Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman.
- Kindsigo, M., dan Juha, K. 2006. Degradation of lignins by wet oxidation: model water solutions. *Proceeding of the Estonian Academy of Sciences, Chemistry*. 55 (3).
- Konnerup, Dennis, Thammarat Koottatep, Hans Brix. 2008. Treatment of Domestic Wastewater in Tropical, Subsurface Flow Constructed Wetlands Planted With Canna And Heliconia. *Ecological Engineering* 35:248– 257.
- Keraf, S.A. 2014. Filsafat Lingkungan Hidup Alam Sebagai Sebuah Sistem Kehidupan. Yogyakarta: Kanisius.
- Khambali. 2011. Teknologi Bioenergi. Bogor: PT. Agromedia Pustaka.
- March, J.G., Gual, M., dan Orozco, F. 2004. Experiences on Greywater Re-use for Toilet Flushing in a Hotel (Mallorca Island, Spain). *Desalination*, 164 (3): 241-247.
- Madianto, W., Apriani, I., Hayati, R. 2014. Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Sistem Kombinasi ABR dan Wetland dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2 (1): 1-10.
- Marsidi, R. dan Herlambang, A. 2002. Proses Nitrifikasi Dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah Yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3 (3).
- Metcalf dan Eddy. 2003. Wastewater Engineering : Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition. McGraw-Hill: New York.
- Metcalf dan Eddy. 2004. Wastewater Engineering, Treatment and Reuse. Inc. Fourth Edition, International Edition. McGraw - Hill Companies, Inc. New York.
- Metcalf dan Eddy. 2014. Wastewater Engineering : Treatment dan Resource Recovery, 5th Edition. New York: McGraw-Hill Education.
- Movahedian, H., Assadi A., Parvaresh, A. 2007. Performance Evaluation Of An Anaerobic Baffled Reactor Treating Wheat Flour Starch Industry Wastewater. Iran. *J. Environ. Health. Sci. Eng*, 4 (2): 77- 84.
- Pranoto, K. Pahilda, W. R. Abfertiawan, M.S. Elistyandari, A. Sutikno, A. 2019. Teknologi Lumpur Aktif dalam Pengolahan Air Limbah Pemukiman Karyawan dan Perkantoran PT Kaltim Prima Coal. *Prosiding TPT XXVIII PERHAPI*.
- Praptiwi, R.E. 2017. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Sistem Daur Ulang Hotel Budget di Kita Surabaya. *Skripsi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya.
- Presiden Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Pusparinda, L. dan Santoso, R. I. B. 2016. Studi Literatur Perencanaan Floating Treatment Wetland di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2): 471-475.
- Qasim, S.R. 1985. Wastewater Treatment Plants: Planning, Design and Operation, Second Edition. CRC Press, New York.
- Radnawati, D., Fatmala, D. 2020. Perencanaan Lanskap Ekoriparian DAS Bengawan Solo. *Kajian Penelitian Dosen*. Program Studi Arsitektur Lanskap-FTSP Institut Sains dan Teknologi Nasional.

- Radnawati, D., Fatmala, D. 2020. Desain Lanskap Ekoriparian Babakan Pasar, Bogor. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 12 (1): 23-32.
- Rahmani, H., Gazali, A., Abdurrahman, Fathurrahman. 2016. Studi Penataan Lahan Permukiman di Tepi Sungai dengan Metode *Buffer Zone* Untuk Kelestarian Lingkungan di Kelurahan Alalak, Kota Banjarmasin. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah Tahun 2016 Jilid 3:998-1005*.
- Reneof, K. Harding, J.S. 2015. Characterizing Riparian Buffer Zones of an Agriculturally Modified Landscape. *New Zaeal, J, Maret. Fresh.* 49,323-332.
- Reynold, T.D., dan Richard, P.A. 1996. Unit Operational and Process In Environmental Engineering (2nd Ed). USA : International Thompson Publishing.
- Riadi, A.R.P. 2018. Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Kota Samarinda dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur.
- Risnawati, I. dan Damanhuri, T.P. 2009. Penyisihan Logam Pada Lindi Menggunakan Constructed Wetland. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Romali, Noor Suraya., dan Nadiah Mokhtar. 2011. Application of Biofilter System for Domestic Wastewater Treatment. *International Journal of Civil Engineering and Geo-Environmental* ISSN: 21802742.
- Safroodin, A., Mangkoedihardjo, S. 2016. Desain IPAL Pengolahan Grey Water dengan Teknologi Subsurface Flow Constructed Wetland di Rusunawa Grudo Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2): 144-149.
- Said, N.I., dan Wahjono, H.D. 1996. Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob. Jakarta: BPPT.
- Said, N. I. 2000. Teknologi Pengolahan Air limbah dengan Proses Biofilm Tercelup. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(2): 101-113.
- Said, N.I. 2018. Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik. *Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan*.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*, 30(3): 21-26.
- Sari, M.W. 2014. Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Limbah di Perumahan Alam Sutera Spong Tangerang. *Skripsi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti.
- Sasse,L. 1998. DEWATS. Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries. Bremen: Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA).
- Sasse, L. 2009. Decentralised Wastewater Treatment System (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. London: Water, Engineering and Development Centre (WEDC)
- Sawyer, C.N., McCarty, P.L., dan Parkin, G.F. 2003. Chemistry for Environmental Engineering and Sciences 5th edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Setiarini, D.W., Mangkoedihardjo, S. 2013. Penurunan BOD dan COD Pada Air Limbah Katering Menggunakan Konstruksi Subsurface-Flow Wetland dan Biofilter Dengan Tumbuhan Kana (*Canna indica*). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 2(1): 1-6.
- Sim, C.H. 2003. The Use of Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Wetlands International – Malaysia Office.

- Suswati, A.C.S.P dan Gunawan W. 2013. Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands). *Indonesian Green Technology Journal*, 2(2): 70-77.
- Suyasa, W.B. 2015. Pencemaran Air dan Pengolahan Air Limbah. Denpasar: Udayana University Press.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., dan Stensel, H.D. 2003. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse, 4th Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Tilche, A. dan Vieira, S. M. M. 1991. Discussion Report on Reactor Design of Anaerobic Filters and Sludge Bed Reactors. *Journal Wastewater Science Technology*, 24(8): 193- 206.
- Tilley, E., Ulrich, L, Luthi, C., Reymond, P., Zurbrug, C. 2014. Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition. Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- U.S. Environmental Protection Agency. 1999. Draft Guidance for Water Quality. USA : Office of Water – EPA.
- Von Sperling, M., Chernicharo, C.A.D.L. 2005. Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. London: IWA Publishing
- Vymazal, J. 2010. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Journal of Water*, 2 :530-549.
- Wallace, Scott D. dan Robert L. Knight. 2006. Small Scale Constructed Wetland Treatment Systems : Feasibility, Design Criteria, and O&M Requirements. The Water Environment Research Foundation: United kingdom.
- Wang, L.K., Shammas, N.K., Hung, Y. (2009). Advanced Biological Treatment Processes., Volume 9. Humans Press: New York.
- Water dan Rivers Commission. 2000. Water Notes: Advisory Notes for Land on River and Wetland Restoration. Australia: The Government of Western Australia.
- Widyastuti, T. 2018. Teknologi budidaya Tanaman Hias Agribisnis. Yogyakarta: CV Mine.
- Wisesa, D.M. 2016. Perencanaan Instalasi pengolahan Air Limbah di Rumah Susun Tanah Merah Surabaya. *Skripsi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Wulandari, L.K. 2019. Model Fisik Pengolahan Limbah Black Water pada Septictank Komunal. Malang: CV. Dream Litera Buana.
- Young, N. 2016. The Economic Value of Riparian Buffers. Washington DC: American Rivers.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1. Katalog dan Aksesoris Pipa

PIPA PVC RUCIKA STANDARD UNTUK APLIKASI AIR BERSIH & AIR LIMBAH							
PRODUK	UKURAN (DN)		OD (mm)	4 M / BATANG		5,8 M / BATANG*	
	mm	inch		AW**	D***	AW**	D***
 <p>RUCIKA Standard</p>	16	½"	22	Rp. 31.200,-	*	Rp. 46.200,-	*
	20	¾"	26	Rp. 42.300,-	*	Rp. 63.400,-	*
	25	1"	32	Rp. 57.800,-	*	Rp. 86.300,-	*
	35	1¼"	42	Rp. 86.400,-	Rp. 54.300,-	Rp. 129.700,-	Rp. 81.700,-
	40	1½"	48	Rp. 99.200,-	Rp. 61.300,-	Rp. 148.700,-	Rp. 91.600,-
	50	2"	60	Rp. 126.900,-	Rp. 78.600,-	Rp. 189.800,-	Rp. 117.700,-
	65	2½"	76	Rp. 185.000,-	Rp. 106.200,-	Rp. 277.100,-	Rp. 159.100,-
	75	3"	89	Rp. 260.500,-	Rp. 141.000,-	Rp. 390.500,-	Rp. 211.000,-
	100	4"	114	Rp. 431.600,-	Rp. 221.700,-	Rp. 647.000,-	Rp. 332.200,-
	125	5"	140	Rp. 683.600,-	Rp. 341.300,-	Rp. 1.025.400,-	Rp. 511.500,-
	150	6"	165	Rp. 958.800,-	Rp. 450.200,-	Rp. 1.438.300,-	Rp. 674.700,-
	200	8"	216	Rp. 1.608.800,-	Rp. 791.600,-	Rp. 2.413.300,-	Rp. 1.186.900,-
	250	10"	267	Rp. 2.487.500,-	Rp. 1.303.800,-	Rp. 3.731.200,-	Rp. 1.955.400,-
	300	12"	318	Rp. 3.507.400,-	Rp. 1.830.000,-	Rp. 5.260.900,-	Rp. 2.745.000,-

ELBOW (AW)



UKURAN		ISA / BOX	HARGA / PCS	
mm	inch			
16	½"	225	Rp.	2.800,-
20	¾"	145	Rp.	3.600,-
25	1"	80	Rp.	5.400,-
35	1¼"	40	Rp.	9.400,-
40	1½"	25	Rp.	12.900,-
50	2"	18	Rp.	19.600,-
65	2½"	28	Rp.	31.000,-
75	3"	16	Rp.	51.700,-
100	4"	9	Rp.	95.600,-
125	5"	5	Rp.	144.700,-
150	6"	5	Rp.	241.900,-
200	8"	2	Rp.	547.700,-
250	10"	1	Rp.	731.900,-
300	12"	1	Rp.	1.087.300,-

REDUCING SOCKET (AW)



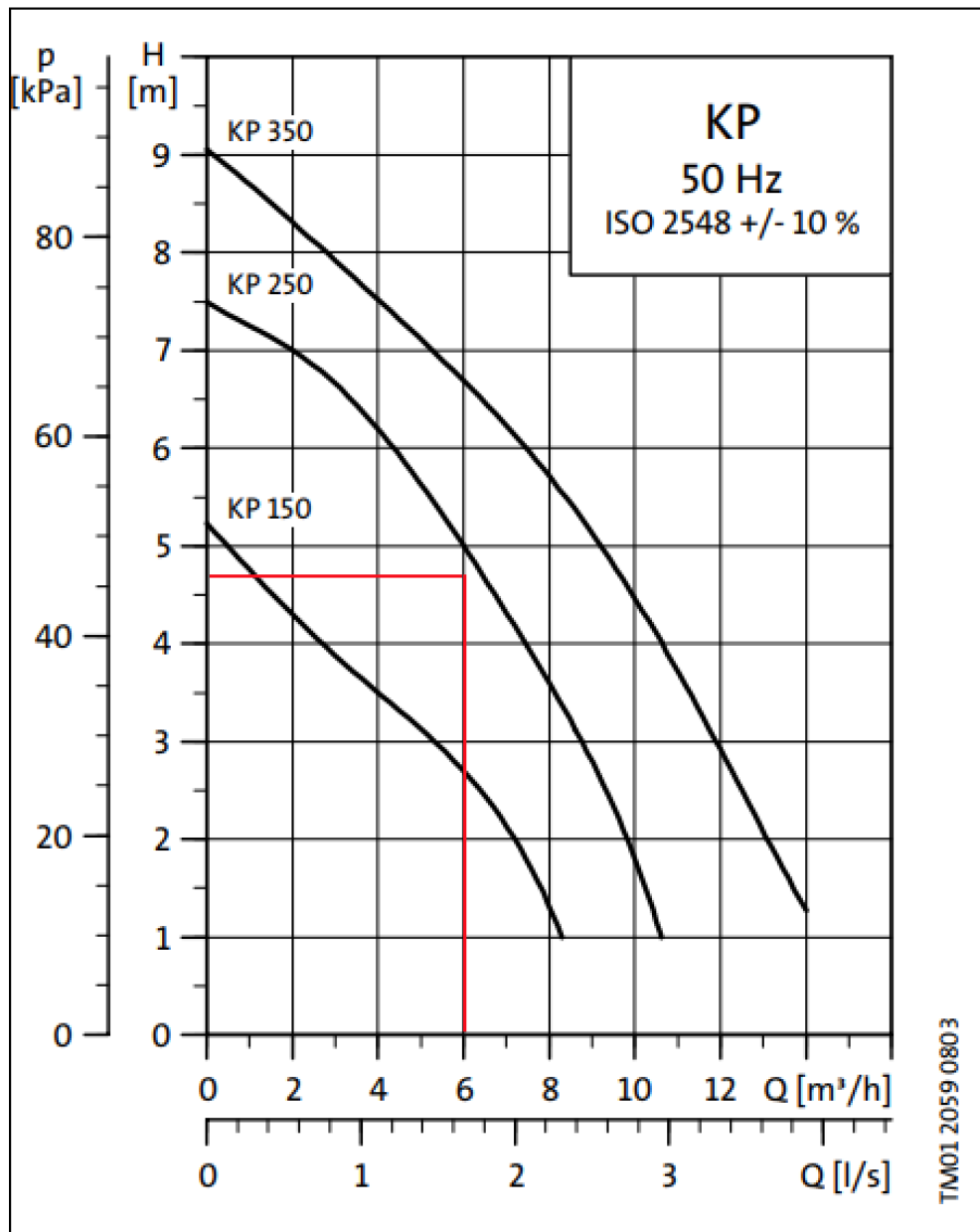
UKURAN		BT / BOX	HARGA / PCS
mm	inch		
20 x 16	¾" x ½"	225	Rp. 3.000,-
25 x 16	1" x ½"	215	Rp. 3.100,-
25 x 20	1" x ¾"	150	Rp. 4.100,-
35 x 16	1¼" x ½"	110	Rp. 4.400,-
35 x 20	1¼" x ¾"	110	Rp. 5.200,-
35 x 25	1¼" x 1"	110	Rp. 6.100,-
40 x 16	1½" x ½"	72	Rp. 6.500,-
40 x 20	1½" x ¾"	65	Rp. 6.900,-
40 x 25	1½" x 1"	65	Rp. 8.400,-
40 x 35	1½" x 1¼"	45	Rp. 9.500,-
50 x 16	2" x ½"	45	Rp. 9.900,-
50 x 20	2" x ¾"	45	Rp. 10.500,-
50 x 25	2" x 1"	40	Rp. 11.500,-
50 x 35	2" x 1¼"	45	Rp. 13.400,-
50 x 40	2" x 1½"	40	Rp. 14.300,-
65 x 40	2½" x 1½"	20	Rp. 20.800,-
65 x 50	2½" x 2"	20	Rp. 22.500,-
75 x 20	3" x ¾"	20	Rp. 16.700,-
75 x 25	3" x 1"	16	Rp. 17.300,-
75 x 35	3" x 1¼"	16	Rp. 21.100,-
75 x 40	3" x 1½"	16	Rp. 23.400,-
75 x 50	3" x 2"	16	Rp. 25.100,-
75 x 65	3" x 2½"	12	Rp. 37.300,-
100 x 40	4" x 1½"	18	Rp. 61.500,-
100 x 50	4" x 2"	18	Rp. 66.800,-
100 x 65	4" x 2½"	18	Rp. 68.200,-
100 x 75	4" x 3"	18	Rp. 71.400,-
125 x 75	5" x 3"	9	Rp. 97.400,-
125 x 100	5" x 4"	10	Rp. 107.700,-
150 x 75	6" x 3"	5	Rp. 122.600,-
150 x 100	6" x 4"	5	Rp. 133.700,-
150 x 125	6" x 5"	5	Rp. 140.100,-
200 x 100	8" x 4"	4	Rp. 240.400,-
200 x 125	8" x 5"	2	Rp. 258.100,-
200 x 150	8" x 6"	2	Rp. 274.200,-
250 x 200	10" x 8"	2	Rp. 479.200,-

TEE (AW)



UKURAN		M / BOX	HARGA / PCS
mm	inch		
16	½"	150	Rp. 3.600,-
20 x 16	¾" x ½"	100	Rp. 4.900,-
20	¾"	100	Rp. 4.900,-
25 x 16	1" x ½"	65	Rp. 7.200,-
25 x 20	1" x ¾"	65	Rp. 7.500,-
25	1"	60	Rp. 8.000,-
35 x 16	1¼" x ½"	45	Rp. 10.600,-
35 x 20	1¼" x ¾"	45	Rp. 11.300,-
35 x 25	1¼" x 1"	35	Rp. 12.700,-
35	1¼"	30	Rp. 13.000,-
40 x 16	1½" x ½"	25	Rp. 14.600,-
40 x 20	1½" x ¾"	24	Rp. 14.600,-
40 x 25	1½" x 1"	24	Rp. 15.600,-
40 x 35	1½" x 1¼"	20	Rp. 17.400,-
40	1½"	20	Rp. 17.400,-
50 x 16	2" x ½"	17	Rp. 17.500,-
50 x 20	2" x ¾"	15	Rp. 17.800,-
50 x 25	2" x 1"	15	Rp. 18.400,-
50 x 35	2" x 1¼"	40	Rp. 25.200,-
50 x 40	2" x 1½"	12	Rp. 25.300,-
50	2"	30	Rp. 27.700,-
65 x 40	2½" x 1½"	6	Rp. 42.000,-
65 x 50	2½" x 2"	17	Rp. 42.300,-
65	2½"	16	Rp. 45.100,-
75 x 20	3" x ¾"	20	Rp. 37.600,-
75 x 25	3" x 1"	18	Rp. 38.700,-
75 x 35	3" x 1¼"	18	Rp. 43.400,-
75 x 40	3" x 1½"	16	Rp. 45.500,-
75 x 50	3" x 2"	20	Rp. 49.000,-
75 x 65	3" x 2½"	10	Rp. 55.900,-
75	3"	12	Rp. 63.800,-
100 x 40	4" x 1½"	8	Rp. 97.500,-
100 x 50	4" x 2"	6	Rp. 98.400,-
100 x 65	4" x 2½"	7	Rp. 116.900,-
100 x 75	4" x 3"	6	Rp. 119.600,-
100	4"	5	Rp. 127.400,-
125 x 75	5" x 3"	4	Rp. 169.200,-
125 x 100	5" x 4"	6	Rp. 173.800,-
125	5"	5	Rp. 224.700,-
150 x 50	6" x 2"	3	Rp. 253.200,-
150 x 75	6" x 3"	2	Rp. 281.500,-
150 x 100	6" x 4"	2	Rp. 293.500,-
150 x 125	6" x 5"	4	Rp. 317.500,-
150	6"	3	Rp. 320.400,-
200	8"	2	Rp. 664.000,-

Lampiran 2. Katalog Pompa



Pump type	Voltage	P ₁ [W]	I _n [A]	Dimensions [mm]						Weight [kg]
				H	B1	B2	L1	L2	L3	
KP 150	1 x 220-230 V	300	1.3	225	149	31	350	400	70	6.3
KP 150	1 x 230-240 V	300	1.3	225	149	31	350	400	70	6.3
KP 250	1 x 220-230 V	480	2.3	225	149	31	350	400	70	7.2
KP 250	1 x 230-240 V	480	2.2	225	149	31	350	400	70	7.2
KP 250	3 x 380-415 V	480	0.8	225	149	31	350	400	70	7.2
KP 350	1 x 220-240 V	700	3.2	235	149	31	350	410	70	8.0
KP 350	3 x 380-400 V	700	1.3	235	149	31	350	410	70	8.0

Lampiran 3. Perhitungan Biaya Alternatif Pengolahan

BOQ Alternatif Pengolahan 1

No		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
1.		Sumur Pengumpul						
	1.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	1,5	0,9	2,45	1	3,3075	m ³
	1.2	Pengakutan tanah keluar proyek	1,5	0,9	2,45	1	3,3075	m ³
	1.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,45	0,3	0,3	4	0,882	m ³
	1.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	0,15	0,15	2	0,0675	m ³
		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,9	0,15	0,15	2	0,0405	m ³
	1.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	0,15	0,15	2	0,0675	m ³
		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,9	0,15	0,15	2	0,0405	m ³
	1.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)						
		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	1,5	2	0,15	2	0,9	m ³
		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	0,9	2	0,15	2	0,54	m ³
	1.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	1,5	0,9	0,15	1	0,2025	m ³
	1.8	Pelapisan waterproof	1,2	0,6	2	1	5,52	m ²
	1.9	Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	10			1	10	m
	1.10	Kebutuhan pompa				2	2	buah
	1.11	Kebutuhan elbow 90				2	2	buah
3.		Bak Pengendap Awal						
	3.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	0,8	4,3	2,95	2	20,296	m ³
	3.2	Pengakutan tanah keluar proyek	0,8	4,3	2,95	2	20,296	m ³
	3.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,95	0,15	0,15	8	0,531	m ³
	3.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,15	0,15	4	0,045	m ³
		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
	3.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		3.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,15	0,15	4	0,045	m ³
		3.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	3.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)						
		3.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	0,5	2,8	0,15	4	0,84	m ³
		3.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	4	2,8	0,15	4	6,72	m ³
		3.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) baffle	2,8	2,2	0,15	2	1,848	m ³
	3.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	0,8	4,3	0,15	2	1,032	m ³
	3.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,5	4	0,15	2	0,6	m ³
	3.9		Pelapisan waterproof	0,5	4	2,8	2	54,4	m ²
	3.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	2			2	4	m
	3.11		Kebutuhan Tee				4	4	buah
	3.12		Kebutuhan manhole				4	4	buah
	3.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm				2	2	buah
4.			<i>Anaerobic Filter</i>						
	4.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	7,3	4,3	2,65	2	166,37	m ³
	4.2		Pengakutan tanah keluar proyek	7,3	4,3	2,65	2	166,37	m ³
	4.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,65	0,15	0,15	8	0,477	m ³
	4.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		4.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	7	0,15	0,15	4	0,63	m ³
		4.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	4.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		4.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	7	0,15	0,15	4	0,63	m ³
		4.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	4.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)						

No	Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
4.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	7	2,2	0,15	4	9,24	m ³
4.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	4	2,2	0,15	4	5,28	m ³
4.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) baffle	4	2,2	0,15	2	2,64	m ³
4.7	Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	7,3	4,3	0,15	2	9,417	m ³
4.8	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	7	4	0,15	2	8,4	m ³
4.9	Pelapisan waterproof	7	4	2,2	2	152,8	m ²
4.10	Pemasangan pipa air kotor	3			2	6	m
4.11	Kebutuhan elbow 90				4	4	buah
4.12	Kebutuhan media sarang tawon	2,2	3	0,45	2	5,94	m ³
4.13	Kebutuhan pipa ven 50 mm				2		buah
4.14	Kebutuhan plat peyangga	2,2	3		2	13,2	m ²
5.	Constructed Wetland						
5.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	37,8	2,7	1,05	2	214,23	m ³
5.2	Pengakutan tanah keluar proyek	37,8	2,7	1,05	2	214,23	m ³
5.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	1,05	0,15	0,15	8	0,189	m ³
5.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
5.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	37,5	0,15	0,15	4	3,375	m ³
5.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,15	0,15	4	0,2159	m ³
5.5.	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
5.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	37,5	0,15	0,15	4	3,375	m ³
5.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,15	0,15	4	0,2159	m ³
5.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)						
5.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	37,5	0,9	0,15	4	20,25	m ³
5.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	2,4	0,9	0,15	4	1,2954	m ³
5.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	37,5	1,2	0,15	2	13,5	m ³
5.8	Pelapisan waterproof	37,5	1,2	0,9	2	229,32	m ²
5.9	Pemasangan pipa air kotor 50 mm	35			2	70	m

No	Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
5.10	Kebutuhan elbow 90				2	2	buah
5.11	Kerikil	37,5	1,2	0,6	2	54	m ³
5.12	Tanaman				90	90	buah

RAB Alternatif Pengolahan 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1.	Sumur Pengumpul				
1.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	3,3075	m ³	131.890,50	436.227,83
1.2	Pengakutan tanah keluar proyek	3,3075	m ³	47.223,00	156.190,07
1.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,882	m ³	14.806.638,32	13.059.455,00
1.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
1.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0675	m ³	9.188.385,52	620.216,02
1.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0405	m ³	9.188.385,52	372.129,61
1.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
1.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0675	m ³	10.730.743,66	724.325,20
1.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0405	m ³	10.730.743,66	434.595,12
1.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
1.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,9	m ³	10.060.294,56	9.054.265,10
1.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	0,54	m ³	10.060.294,56	5.432.559,06
1.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,2025	m ³	9.690.073,76	1.962.239,94
1.8	Pelapisan waterproof	5,52	m ²	37.779,25	208.541,46

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1.9		Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	10	m	75.669,03	756.690,30
1.10		Kebutuhan pompa	2	buah	10.000.000,00	20.000.000,00
2.8		Kebutuhan bar screen	2		1.930.000,00	3.860.000,00
3.		Bak Pengendap Awal				
3.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	20,296	m ³	131.890,50	2.676.849,59
3.2		Pengakutan tanah keluar proyek	20,296	m ³	47.223,00	958.438,01
3.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,531	m ³	14.806.638,32	7.862.324,95
3.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	3.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	9.188.385,52	413.477,35
	3.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	9.188.385,52	3.307.818,79
3.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	3.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	10.730.743,66	482.883,46
	3.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	10.730.743,66	3.863.067,72
3.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
	3.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,84	m ³	10.060.294,56	8.450.647,43
	3.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	6,72	m ³	10.060.294,56	67.605.179,44
	3.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	1,848	m ³	10.060.294,56	18.591.424,35
3.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	1,032	m ³	9.690.073,76	10.000.156,12

No			Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	3.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,6	m ³	9.690.073,76	5.814.044,26
	3.9		Pelapisan waterproof	54,4	m ²	37.779,25	2.055.191,20
	3.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	4	m	111.345,54	445.382,16
	3.11		Kebutuhan Tee	4	buah	45.100,00	180.400,00
	3.12		Kebutuhan manhole	4	buah	1.250.000,00	5.000.000,00
	3.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm	2	buah	85.817,26	171.634,52
4.			Biofilter Anaerob				
	4.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	166,367	m ³	131.890,50	21.942.226,81
	4.2		Pengakutan tanah keluar proyek	166,367	m ³	47.223,00	7.856.348,84
	4.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,477	m ³	14.806.638,32	7.062.766,48
	4.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
		4.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,63	m ³	9.188.385,52	5.788.682,88
		4.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	9.188.385,52	3.307.818,79
	4.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
		4.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,63	m ³	10.730.743,66	6.760.368,51
		4.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	10.730.743,66	3.863.067,72
	4.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
		4.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	9,24	m ³	9.188.385,52	84.900.682,20

No			Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	4.6.2		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	5,28	m ³	9.188.385,52	48.514.675,55
	4.6.3		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) baffle	2,64	m ³	9.188.385,52	24.257.337,77
4.7			Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	9,417	m ³	9.690.073,76	91.251.424,60
4.8			Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	8,4	m ³	9.690.073,76	81.396.619,58
4.9			Pelapisan waterproof	152,8	m ²	37.779,25	5.772.669,40
4.10			Pemasangan pipa air kotor	6	m	111.345,54	668.073,24
4.11			Kebutuhan elbow 90	4	buah	31.000,00	124.000,00
4.12			Kebutuhan media sarang tawon	5,94	m ³	1.800.000,00	10.692.000,00
4.13			Kebutuhan pipa ven 50 mm	2	buah	85.817,26	171.634,52
4.14			Kebutuhan plat peyangga	13,2	m ²	3.850.000,00	50.820.000,00
5.			Constructed Wetland				
5.1			Pekerjaan penggalian tanah biasa	214,23075	m ³	131.890,50	28.255.001,00
5.2			Pengakutan tanah keluar proyek	214,23075	m ³	47.223,00	10.116.618,80
5.3			Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,189	m ³	14.806.638,32	2.798.454,64
5.4			Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.4.1		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,375	m ³	9.188.385,52	31.010.801,13
	5.4.2		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,215892	m ³	9.188.385,52	1.983.699,01
5.5.			Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.5.1		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,375	m ³	10.730.743,66	36.216.259,85

No			Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
		5.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,215892	m ³	10.730.743,66	2.316.681,81
5.6			Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
		5.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	20,25	m ³	9.188.385,52	186.064.806,78
		5.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	1,2953521	m ³	9.188.385,52	11.902.194,06
5.7			Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	13,5	m ³	9.690.073,76	130.815.995,76
5.8			Pelapisan waterproof	229,32	m ²	37.779,25	8.663.537,61
5.9			Pemasangan pipa air kotor 50 mm	70	m	75.669,03	5.296.832,10
5.10			Kebutuhan elbow 90	2	buah	19.600,00	39.200,00
5.11			Kerikil	54	m ³	1.500.000,00	81.000.000,00
5.12			Tanaman	90	buah	20.000,00	1.800.000,00
TOTAL HARGA							1.188.386.833,49
PEMBULATAN							1.188.386.900,00

BOQ Alternatif Pengolahan 2

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
1			Sumur Pengumpul						
	1.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	1,5	0,9	2,45	1	3,3075	m ³
	1.2		Pengakutan tanah keluar proyek	1,5	0,9	2,45	1	3,3075	m ³
	1.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,45	0,3	0,3	4	0,882	m ³
	1.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	1.4.1		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	0,15	0,15	2	0,0675	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
		1.4. 2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,9	0,1 5	0,1 5	2	0,040 5	m ³
	1.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		1.5. 1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	0,1 5	0,1 5	2	0,067 5	m ³
		1.5. 2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,9	0,1 5	0,1 5	2	0,040 5	m ³
	1.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
		1.6. 1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	2	0,1 5	2	0,9	m ³
		1.6. 2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	0,9	2	0,1 5	2	0,54	m ³
	1.7		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	1,5	0,9	0,1 5	1	0,202 5	m ³
	1.8		Pelapisan waterproof	1,2	0,6	2	1	5,52	m ²
	1.9		Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	10			1	10	m
	1.1 0		Kebutuhan pompa				2	2	buah
	1.1 1		Kebutuhan elbow 90				2	2	buah
3	.		Bak Pengendap Awal						
	3.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	0,8	4,3	2,9 5	2	20,29 6	m ³
	3.2		Pengakutan tanah keluar proyek	0,8	4,3	2,9 5	2	20,29 6	m ³
	3.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,9 5	0,1 5	0,1 5	8	0,531	m ³
	3.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		3.4. 1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,1 5	0,1 5	4	0,045	m ³

No		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
	3.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	3.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	3.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,15	0,15	4	0,045	m ³
	3.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	3.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	3.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	2,8	0,15	4	0,84	m ³
	3.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	4	2,8	0,15	4	6,72	m ³
	3.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	2,8	2,2	0,15	2	1,848	m ³
	3.7	Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	0,8	4,3	0,15	2	1,032	m ³
	3.8	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,5	4	0,15	2	0,6	m ³
	3.9	Pelapisan waterproof	0,5	4	2,8	2	54,4	m ²
	3.10	Pemasangan pipa air kotor 65 mm	2			2	4	m
	3.11	Kebutuhan Tee				4	4	buah
	3.12	Kebutuhan manhole				4	4	buah
	3.13	Kebutuhan pipa ven 50 mm				2	2	buah
4		<i>Anaerobic Filter</i>						
	4.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	11,3	4,3	1,95	2	189,5	m ³
	4.2	Pengakutan tanah keluar proyek	11,3	4,3	1,95	2	189,5	m ³
	4.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	1,95	0,15	0,15	8	0,351	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
4.4			Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	4.4.	1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	11	0,1 5	0,1 5	4	0,99	m ³
	4.4.	2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,1 5	0,1 5	4	0,36	m ³
4.5			Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	4.5.	1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	11	0,1 5	0,1 5	4	0,99	m ³
	4.5.	2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,1 5	0,1 5	4	0,36	m ³
4.6			Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	4.6.	1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	11	1,5	0,1 5	4	9,9	m ³
	4.6.	2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	4	1,5	0,1 5	4	3,6	m ³
	4.6.	3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	4	1,5	0,1 5	2	1,8	m ³
4.7			Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	11, 3	4,3	0,1 5	2	14,57 7	m ³
4.8			Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	11	4	0,1 5	2	13,2	m ³
4.9			Pelapisan waterproof	11	4	2,2	2	220	m ²
4.1	0		Pemasangan pipa air kotor	3			2	6	m
4.1	1		Kebutuhan elbow 90				4	4	buah
4.1	3		Kebutuhan pipa ven 50 mm				2		buah
5			Constructed Wetland						
5.1			Pekerjaan penggalian tanah biasa	37, 8	2,7	1,0 5	2	213,8 8	m ³
5.2			Pengakutan tanah keluar proyek	37, 8	2,7	1,0 5	2	213,8 8	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
5.3			Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	1,0 5	0,1 5	0,1 5	8	0,189	m ³
5.4			Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	5.4.	1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	37, 5	0,1 5	0,1 5	4	3,375	m ³
	5.4.	2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,1 5	0,1 5	4	0,215 5	m ³
5.5.			Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	5.5.	1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	37, 5	0,1 5	0,1 5	4	3,375	m ³
	5.5.	2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,1 5	0,1 5	4	0,215 5	m ³
5.6			Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	5.6.	1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	37, 5	0,9	0,1 5	4	20,25	m ³
	5.6.	2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,9	0,1 5	4	1,293	m ³
5.7			Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	37, 5	1,2	0,1 5	2	13,5	m ³
5.8			Pelapisan waterproof	37, 5	1,2	0,9	2	229,3 2	m ²
5.9			Pemasangan pipa air kotor 50 mm	35			2	70	m
5.1 0			Kebutuhan elbow 90				2	2	buah
5.1 1			Kerikil	37, 5	1,2	0,6	2	54	m ³
5.1 2			Tanaman				90	90	buah

RAB Alternatif Pengolahan 2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1.	Sumur Pengumpul				

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	1.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	3,3075	m ³	131.890,50	436.227,83
	1.2	Pengakutan tanah keluar proyek	3,3075	m ³	47.223,00	156.190,07
	1.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,882	m ³	14.806.638,32	13.059.455,00
	1.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	1.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0675	m ³	9.188.385,52	620.216,02
	1.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0405	m ³	9.188.385,52	372.129,61
	1.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	1.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0675	m ³	10.730.743,66	724.325,20
	1.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0405	m ³	10.730.743,66	434.595,12
	1.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
	1.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,9	m ³	10.060.294,56	9.054.265,10
	1.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	0,54	m ³	10.060.294,56	5.432.559,06
	1.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,2025	m ³	9.690.073,76	1.962.239,94
	1.8	Pelapisan waterproof	5,52	m ²	37.779,25	208.541,46
	1.9	Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	10	m	75.669,03	756.690,30
	1.10	Kebutuhan pompa	2	buah	10.000.000,00	20.000.000,00
	2.8	Kebutuhan bar screen	2		1.930.000,00	3.860.000,00
3.		Bak Pengendap Awal				
	3.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	20,296	m ³	131.890,50	2.676.849,59
	3.2	Pengakutan tanah keluar proyek	20,296	m ³	47.223,00	958.438,01

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
3.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,531	m ³	14.806.638,32	7.862.324,95
3.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	3.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	9.188.385,52	413.477,35
	3.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	9.188.385,52	3.307.818,79
3.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	3.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	10.730.743,66	482.883,46
	3.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	10.730.743,66	3.863.067,72
3.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
	3.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,84	m ³	10.060.294,56	8.450.647,43
	3.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	6,72	m ³	10.060.294,56	67.605.179,44
	3.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	1,848	m ³	10.060.294,56	18.591.424,35
3.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	1,032	m ³	9.690.073,76	10.000.156,12
3.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,6	m ³	9.690.073,76	5.814.044,26
3.9		Pelapisan waterproof	54,4	m ²	37.779,25	2.055.191,20
3.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	4	m	111.345,54	445.382,16
3.11		Kebutuhan Tee	4	buah	45.100,00	180.400,00
3.12		Kebutuhan manhole	4	buah	1.250.000,00	5.000.000,00
3.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm	2	buah	85.817,26	171.634,52
4.		ABR				

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	4.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	166,367	m ³	131.890,50	21.942.226,81
	4.2	Pengakutan tanah keluar proyek	166,367	m ³	47.223,00	7.856.348,84
	4.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,477	m ³	14.806.638,32	7.062.766,48
	4.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	4.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,63	m ³	9.188.385,52	5.788.682,88
	4.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	9.188.385,52	3.307.818,79
	4.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	4.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,63	m ³	10.730.743,66	6.760.368,51
	4.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	10.730.743,66	3.863.067,72
	4.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
	4.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	9,24	m ³	9.188.385,52	84.900.682,20
	4.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	5,28	m ³	9.188.385,52	48.514.675,55
	4.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	2,64	m ³	9.188.385,52	24.257.337,77
	4.7	Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	9,417	m ³	9.690.073,76	91.251.424,60
	4.8	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	8,4	m ³	9.690.073,76	81.396.619,58
	4.9	Pelapisan waterproof	152,8	m ²	37.779,25	5.772.669,40
	4.10	Pemasangan pipa air kotor	6	m	111.345,54	668.073,24
	4.11	Kebutuhan elbow 90	4	buah	31.000,00	124.000,00
	4.13	Kebutuhan pipa ven 50 mm	2	buah	85.817,26	171.634,52

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
5.		Constructed Wetland				
	5.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	214,231	m ³	131.890,50	28.255.001,00
	5.2	Pengakutan tanah keluar proyek	214,231	m ³	47.223,00	10.116.618,80
	5.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,189	m ³	14.806.638,32	2.798.454,64
	5.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,375	m ³	9.188.385,52	31.010.801,13
	5.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,21589	m ³	9.188.385,52	1.983.699,01
	5.5.	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,375	m ³	10.730.743,66	36.216.259,85
	5.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,21589	m ³	10.730.743,66	2.316.681,81
	5.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
	5.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	20,25	m ³	9.188.385,52	186.064.806,78
	5.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	1,29535	m ³	9.188.385,52	11.902.194,06
	5.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	13,5	m ³	9.690.073,76	130.815.995,76
	5.8	Pelapisan waterproof	229,32	m ²	37.779,25	8.663.537,61
	5.9	Pemasangan pipa air kotor 50 mm	70	m	75.669,03	5.296.832,10
	5.10	Kebutuhan elbow 90	2	buah	19.600,00	39.200,00
	5.11	Kerikil	54	m ³	1.500.000,00	81.000.000,00
	5.12	Tanaman	90	buah	20.000,00	1.800.000,00
TOTAL HARGA						1.126.874.833,49

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
PEMBULATAN					1.126.874.834,00

BOQ Alternatif Pengolahan 3

No	Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
1	Sumur Pengumpul						
1.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	1,5	0,9	2,45	1	3,3075	m ³
1.2	Pengakutan tanah keluar proyek	1,5	0,9	2,45	1	3,3075	m ³
1.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,45	0,3	0,3	4	0,882	m ³
1.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
1.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	0,15	0,15	2	0,0675	m ³
1.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,9	0,15	0,15	2	0,0405	m ³
1.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
1.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	0,15	0,15	2	0,0675	m ³
1.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,9	0,15	0,15	2	0,0405	m ³
1.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
1.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	1,5	2	0,15	2	0,9	m ³
1.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	0,9	2	0,15	2	0,54	m ³
1.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	1,5	0,9	0,15	1	0,2025	m ³
1.8	Pelapisan waterproof	1,2	0,6	2	1	5,52	m ²

No		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
	1.9	Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	10			1	10	m
	1.1 0	Kebutuhan pompa				2	2	buah
	1.1 1	Kebutuhan elbow 90				2	2	buah
3	.	Bak Pengendap Awal						
	3.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	0,8	4,3	2,9 5	2	20,29 6	m ³
	3.2	Pengakutan tanah keluar proyek	0,8	4,3	2,9 5	2	20,29 6	m ³
	3.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,9 5	0,1 5	0,1 5	8	0,531	m ³
	3.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	3.4. 1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,1 5	0,1 5	4	0,045	m ³
	3.4. 2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,1 5	0,1 5	4	0,36	m ³
	3.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	3.5. 1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,1 5	0,1 5	4	0,045	m ³
	3.5. 2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,1 5	0,1 5	4	0,36	m ³
	3.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	3.6. 1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	2,8	0,1 5	4	0,84	m ³
	3.6. 2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	4	2,8	0,1 5	4	6,72	m ³
	3.6. 3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	2,8	2,2	0,1 5	2	1,848	m ³
	3.7	Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	0,8	4,3	0,1 5	2	1,032	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
	3.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,5	4	0,15	2	0,6	m ³
	3.9		Pelapisan waterproof	0,5	4	2,8	2	54,4	m ²
	3.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	2			2	4	m
	3.11		Kebutuhan Tee				4	4	buah
	3.12		Kebutuhan manhole				4	4	buah
	3.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm				2	2	buah
4	.		<i>ABF</i>						
	4.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	12,3	4,3	2,45	2	259,16	m ³
	4.2		Pengakutan tanah keluar proyek	12,3	4,3	2,45	2	259,16	m ³
	4.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,45	0,15	0,15	8	0,441	m ³
	4.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		4.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	12	0,15	0,15	4	1,08	m ³
		4.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	4.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		4.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	12	0,15	0,15	4	1,08	m ³
		4.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	4.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)						
		4.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	12	2	0,15	4	14,4	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
	4.6.	2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	4	2	0,15	4	4,8	m ³
	4.6.	3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) baffle	4	2	0,15	2	2,4	m ³
	4.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	12,3	4,3	0,15	2	15,867	m ³
	4.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	12	4	0,15	2	14,4	m ³
	4.9		Pelapisan waterproof	12	4	2,2	2	236,8	m ²
	4.10		Pemasangan pipa air kotor	3			2	6	m
	4.11		Kebutuhan elbow 90				4	4	buah
	4.12		Kebutuhan media sarang tawon	12	4	0,45	2	43,2	m ³
	4.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm				2		buah
	4.14		Kebutuhan plat peyangga	12	4		2	96	m ²
5			Bak Pengendap Awal						
	5.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	0,8	4,3	2,95	2	20,296	m ³
	5.2		Pengakutan tanah keluar proyek	0,8	4,3	2,95	2	20,296	m ³
	5.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,95	0,15	0,15	8	0,531	m ³
	5.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	5.4.	1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,15	0,15	4	0,045	m ³
	5.4.	2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
	5.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	5.5.	1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	0,15	0,15	4	0,045	m ³

No		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
	5.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	4	0,15	0,15	4	0,36	m ³
5.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	5.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,5	2,8	0,15	4	0,84	m ³
	5.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	4	2,8	0,15	4	6,72	m ³
	5.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	2,8	2,2	0,15	2	1,848	m ³
5.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	0,8	4,3	0,15	2	1,032	m ³
5.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,5	4	0,15	2	0,6	m ³
5.9		Pelapisan waterproof	0,5	4	2,8	2	54,4	m ²
5.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	2			2	4	m
5.11		Kebutuhan Tee				4	4	buah
5.12		Kebutuhan manhole				4	4	buah
5.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm				2	2	buah
6		Constructed Wetland						
6.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	37,8	2,7	1,05	2	214,23	m ³
6.2		Pengakutan tanah keluar proyek	37,8	2,7	1,05	2	214,23	m ³
6.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	1,05	0,15	0,15	8	0,189	m ³
6.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	6.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	37,5	0,15	0,15	4	3,375	m ³
	6.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,15	0,15	4	0,2159	m ³

No	Uraian Pekerjaan		p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
6.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	6.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	37,5	0,15	0,15	4	3,375	m ³
	6.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,15	0,15	4	0,2159	m ³
6.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	6.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	37,5	0,9	0,15	4	20,25	m ³
	6.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	2,4	0,9	0,15	4	1,2954	m ³
6.7		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	37,5	1,2	0,15	2	13,5	m ³
6.8		Pelapisan waterproof	37,5	1,2	0,9	2	229,32	m ²
6.9		Pemasangan pipa air kotor 50 mm	35			2	70	m
6.10		Kebutuhan elbow 90				2	2	buah
6.11		Kerikil	37,5	1,2	0,6	2	54	m ³
6.12		Tanaman				90	90	buah

RAB Alternatif Pengolahan 3

No	Uraian Pekerjaan		Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1.		Sumur Pengumpul				
	1.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	3,3075	m ³	131.890,50	436.227,83
	1.2	Pengakutan tanah keluar proyek	3,3075	m ³	47.223,00	156.190,07
	1.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,882	m ³	14.806.638,32	13.059.455,00
	1.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
	1.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0675	m ³	9.188.385,52	620.216,02

No			Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	1.4.2		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0405	m ³	9.188.385,52	372.129,61
1.5			Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
	1.5.1		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0675	m ³	10.730.743,66	724.325,20
	1.5.2		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0405	m ³	10.730.743,66	434.595,12
1.6			Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)	0			
	1.6.1		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,9	m ³	10.060.294,56	9.054.265,10
	1.6.2		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	0,54	m ³	10.060.294,56	5.432.559,06
1.7			Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,2025	m ³	9.690.073,76	1.962.239,94
1.8			Pelapisan waterproof	5,52	m ²	37.779,25	208.541,46
1.9			Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	10	m	75.669,03	756.690,30
1.10			Kebutuhan pompa	2	buah	10.000.000,00	20.000.000,00
2.8			Kebutuhan bar screen	2		1.930.000,00	3.860.000,00
3.			Bak Pengendap Awal				
3.1			Pekerjaan penggalian tanah biasa	20,296	m ³	131.890,50	2.676.849,59
3.2			Pengakutan tanah keluar proyek	20,296	m ³	47.223,00	958.438,01
3.3			Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,531	m ³	14.806.638,32	7.862.324,95
3.4			Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
	3.4.1		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	9.188.385,52	413.477,35
	3.4.2		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	9.188.385,52	3.307.818,79

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
3.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
	3.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	10.730.743,66	482.883,46
	3.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	10.730.743,66	3.863.067,72
3.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)	0			
	3.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,84	m ³	10.060.294,56	8.450.647,43
	3.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	6,72	m ³	10.060.294,56	67.605.179,44
	3.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	1,848	m ³	10.060.294,56	18.591.424,35
3.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	1,032	m ³	9.690.073,76	10.000.156,12
3.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,6	m ³	9.690.073,76	5.814.044,26
3.9		Pelapisan waterproof	54,4	m ²	37.779,25	2.055.191,20
3.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	4	m	111.345,54	445.382,16
3.11		Kebutuhan Tee	4	buah	45.100,00	180.400,00
3.12		Kebutuhan manhole	4	buah	1.250.000,00	5.000.000,00
3.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm	2	buah	85.817,26	171.634,52
4.		ABF				
4.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	259,161	m ³	131.890,50	34.180.873,87
4.2		Pengakutan tanah keluar proyek	259,161	m ³	47.223,00	12.238.359,90
4.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,441	m ³	14.806.638,32	6.529.727,50
4.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
	4.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,08	m ³	9.188.385,52	9.923.456,36

No			Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
		4.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	9.188.385,52	3.307.818,79
	4.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
		4.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,08	m ³	10.730.743,66	11.589.203,15
		4.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	10.730.743,66	3.863.067,72
	4.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)	0			
		4.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	14,4	m ³	9.188.385,52	132.312.751,49
		4.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	4,8	m ³	9.188.385,52	44.104.250,50
		4.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	2,4	m ³	9.188.385,52	22.052.125,25
	4.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	15,867	m ³	9.690.073,76	153.752.400,35
	4.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	14,4	m ³	9.690.073,76	139.537.062,14
	4.9		Pelapisan waterproof	236,8	m ²	37.779,25	8.946.126,40
	4.10		Pemasangan pipa air kotor	6	m	111.345,54	668.073,24
	4.11		Kebutuhan elbow 90	4	buah	31.000,00	124.000,00
	4.12		Kebutuhan media sarang tawon	43,2	m ³	1.800.000,00	77.760.000,00
	4.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm	0	buah	85.817,26	-
	4.14		Kebutuhan plat peyangga	96	m ²	3.850.000,00	369.600.000,00
5			Bak Pengendap Awal				
	5.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	20,296	m ³	131.890,50	2.676.849,59
	5.2		Pengakutan tanah keluar proyek	20,296	m ³	47.223,00	958.438,01
	5.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,531	m ³	14.806.638,32	7.862.324,95

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
5.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	9.188.385,52	413.477,35
	5.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	9.188.385,52	3.307.818,79
5.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,045	m ³	10.730.743,66	482.883,46
	5.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,36	m ³	10.730.743,66	3.863.067,72
5.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)				
	5.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	0,84	m ³	10.060.294,56	8.450.647,43
	5.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	6,72	m ³	10.060.294,56	67.605.179,44
	5.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	1,848	m ³	10.060.294,56	18.591.424,35
5.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	1,032	m ²	9.690.073,76	10.000.156,12
5.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,6	m	9.690.073,76	5.814.044,26
5.9		Pelapisan waterproof	54,4	buah	37.779,25	2.055.191,20
5.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	4	m	111.345,54	445.382,16
5.11		Kebutuhan Tee	4	buah	45.100,00	180.400,00
5.12		Kebutuhan manhole	4	buah	1.250.000,00	5.000.000,00
5.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm	2	buah	85.817,26	171.634,52
6.		Constructed Wetland				
6.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	214,23075	m ³	131.890,50	28.255.001,00

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	6.2	Pengakutan tanah keluar proyek	214,23075	m ³	47.223,00	10.116.618,80
	6.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,189	m ³	14.806.638,32	2.798.454,64
	6.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
	6.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,375	m ³	9.188.385,52	31.010.801,13
	6.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,215892	m ³	9.188.385,52	1.983.699,01
	6.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0			
	6.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,375	m ³	10.730.743,66	36.216.259,85
	6.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,215892	m ³	10.730.743,66	2.316.681,81
	6.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)	0			
	6.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	20,25	m ³	9.188.385,52	186.064.806,78
	6.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	1,2953521	m ³	9.188.385,52	11.902.194,06
	6.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	13,5	m ³	9.690.073,76	130.815.995,76
	6.8	Pelapisan waterproof	229,32	m ²	37.779,25	8.663.537,61
	6.9	Pemasangan pipa air kotor 50 mm	70	m	75.669,03	5.296.832,10
	6.10	Kebutuhan elbow 90	2	buah	19.600,00	39.200,00
	6.11	Kerikil	54	m ³	1.500.000,00	81.000.000,00
	6.12	Tanaman	90	buah	20.000,00	1.800.000,00
TOTAL HARGA						1.901.604.652,60
PEMBULATAN						1.901.604.653,00

Lampiran 4. Tahapan Implementasi

Tahap	Deskripsi	Pihak terkait	Tugas
Persiapan dan Pengkajian	Melakukan pendekatan, sosialisasi terkait pemulihan lingkungan, identifikasi masalah dan potensi, perizinan pada <i>stakeholder</i> terkait	Fasilitator	Melakukan pendekatan dan pemicuan
		DLH Kaltim	Melakukan sosialisasi tentang pemulihan lingkungan yang sudah dilakukan di berbagai daerah
		Kelurahan	Melakukan kerjasama dengan KLHK sebagai inisiator
		Tokoh masyarakat	Memotivasi masyarakat sekitar
		Warga	Mengikuti sosialisasi, berperan aktif dalam identifikasi permasalahan dan potensi
Perencanaan	Menentukan alternatif solusi dan rencana kerja, pembentukan kelembagaan dan menyusun proposal	Fasilitator	Memandu diskusi bersama agar peserta dapat menjalankan diskusi sesuai perannya
		Warga	Ikut aktif membuat alternatif solusi dan rencana kerja
		Kelurahan	Mengarahkan warga agar solusi yang diberikan sejalan dengan program kelurahan
		Tenaga Ahli	Memberikan pertimbangan teknis dari solusi yang ditawarkan
		DLH Kaltim	Memberikan arahan pada warga dan melakukan uji kelayakan dari solusi yang ditawarkan
		Mahasiswa	Membantu warga dalam penyusunan proposal sesuai hasil diskusi
		Komunitas/NGO	Ikut memberi masukan alternatif solusi dan rencana kerja
Pra-konstruksi	Mengusulkan proposal, menyusun DED dan RAB	Warga	Mengusulkan proposal ke kelurahan
		Kelurahan	Memberi persetujuan proposal dan mengusulkan proposal pada DLH
		DLH Kaltim	Memberi persetujuan proposal, mengusulkan proposal pada KLHK dan donatur, menunjuk tenaga

Tahap	Deskripsi	Pihak terkait	Tugas
			ahli yang bertanggung jawab dalam perencanaan
		Tenaga Ahli	Menyusun DED ekoriparian dan RAB
Konstruksi Tahap 1	Melakukan pembangunan fisik dan uji kelayakan bangunan, serta melakukan sosialisasi pengelolaan ekoriparian	Kontraktor	Melakukan pembangunan fisik
		Warga KLHK	Ikut dalam proses pembangunan fisik dan mengikuti sosialisasi pengelolaan ekoriparian
		Komunitas/NGO	Membantu membangun <i>awarness</i> terkait Arboretum Sempaja dan melakukan pengenalan ekoriparian melalui sosial media
		DLH Kaltim	Melakukan uji kelayakan dan sosialisasi pengelolaan ekoriparian
Operasional tahap 1	Melakukan pemeliharaan dan perawatan ekoriparian, melakukan jaring aspirasi, pengenalan ekoriparian melalui sosial media, serta melakukan perencanaan pengembangan	Warga	Melakukan pengelolaan dan pemeliharaan, turut merencanakan pengembangan, dan memberikan aspirasi untuk pengembangan selanjutnya
		Pengelola DLH Kaltim	Melakukan promosi di sosial media
		Kelurahan Pengunjung	Melakukan jaring aspirasi
		Kontraktor	Membantu melakukan jaring aspirasi
			Narasumber jaring aspirasi
			Turut merencanakan pembangunan tahap 2
		Fasilitator	Memandu dalam sosialisasi pengelolaan ekoriparian
Konstruksi tahap 2	Melakukan pembangunan fisik dan uji kelayakan bangunan, memperkenalkan ekoriparian melalui sosial media, merencanakan pengembangan	Kontraktor	Melakukan pembangunan fisik
		Warga	Ikut membantu dalam pembangunan fisik secara gotong royong, merencanakan pengembangan ekoriparian agar mendapat keuntungan ekonomi
		Kelurahan	Membantu mengawasi kegiatan warga dan terus

Tahap	Deskripsi	Pihak terkait	Tugas
	ekonomi di ekoriparian		memotivasi warga untuk melakukan pengembangan
		Pengelola	Merencanakan pengembangan ekoriparian, membuat rencana penjualan hasil hidroponik dan pengembangan <i>foodcourt</i>
		Komunitas/NGO	Membantu memperkenalkan pada komunitas tentang adanya <i>community center</i> di ekoriparian
		DLH Kaltim	Memberikan sosialisasi potensi pengembangan ekoriparian dalam aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Melakukan uji kelayakan dan sosialisasi pengelolaan ekoriparian
		Fasilitator	Memandu warga dalam merencanakan pengembangan
		KLHK	Mengawasi pembangunan
Operasional Tahap 2	Ekoriparian dioperasikan menjadi ruang publik yang memiliki fungsi sebagai ruang pengembangan baik di bidang sosial, ekonomi dan lingkungan	Warga	Melakukan pengelolaan dan pemeliharaan
		Pengelola	Melakukan promosi melalui sosial media, mejadi koordinator dan mengatur pengembangan ekoriparian
		KLHK	Melakukan pengawasan operasional
		Kelurahan	Melakukan pengawasan operasional
Keberlanjutan	Melakukan evaluasi dari aspek teknis, manajemen, administrasi, kelembagaan, ekonomi, dan finansial	DLH Kaltim	Melakukan evaluasi kinerja bangunan
		Kelurahan	Melakukan evaluasi peranan warga dan pengelola
		Warga	Turut memberikan evaluasi pelaksanaan operasional ekoriparian
		Tenaga Ahli	Turut memberikan evaluasi dari segi teknis
		Pengelola	Menginisiasi rapat evaluasi

Lampiran 5. BOQ, AHS dan RAB IPAL

BOQ IPAL

No		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
1	.	Sumur Pengumpul						
	1.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	1,3	1,3	2,15	1	3,6335	m ³
	1.2	Pengakutan tanah keluar proyek	1,3	1,3	2,15	1	3,6335	m ³
	1.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,15	0,3	0,3	4	0,774	m ³
	1.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	1.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,3	0,15	0,15	2	0,0585	m ³
	1.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	1,3	0,15	0,15	2	0,0585	m ³
	1.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	1.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,3	0,15	0,15	2	0,0585	m ³
	1.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	1,3	0,15	0,15	2	0,0585	m ³
	1.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	1.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	1,3	2	0,15	2	0,78	m ³
	1.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	1,3	2	0,15	2	0,78	m ³
	1.7	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	1,3	1,3	0,15	1	0,2535	m ³
	1.8	Pelapisan waterproof	2	2	2	1	20	m ²
	1.9	Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	9,2			1	9,2	m
	1.10	Kebutuhan pompa				2	2	buah

No		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
1.1	1	Kebutuhan elbow 90				2	2	buah
2		Badan Penerima						
2.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	1,5	1,375	1,15	1	2,3719	m ³
2.2		Pengakutan tanah keluar proyek	1,5	1,375	1,15	1	2,3719	m ³
2.3		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	1,55	0,15	0,15	2	0,0698	m ³
2.4		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	1,55	0,15	0,15	2	0,0698	m ³
2.5		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)	1,55	0,7	0,15	2	0,3255	m ³
2.6		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	1,5	1,375	0,15	1	0,3094	m ³
2.7		Pelapisan waterproof	1,5	1,375	1	1	4,9325	m ²
2.8		Kebutuhan bar screen				1	1	buah
3		Bak Pengendap Awal						
3.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	3,9	2,5	1,65	2	10,905	m ³
3.2		Pengakutan tanah keluar proyek	3,9	2,5	1,65	2	10,905	m ³
3.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,65	0,15	0,15	8	20,003	m ³
3.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
3.4.1		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,6	0,15	0,15	4	1,44	m ³
3.4.2		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,2	0,15	0,15	4	0,435	m ³
3.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
3.5.1		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	3,6	0,15	0,15	4	1,305	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
		3.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	2,2	0,15	0,15	4	0,435	m ³
	3.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
		3.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	3,6	2,5	0,15	4	9,765	m ³
		3.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	2,2	2,5	0,15	4	5,605	m ³
		3.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	2,5	2,2	0,15	2	23,605	m ³
	3.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	3,9	2,5	0,15	2	20,855	m ³
	3.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	3,6	2,2	0,15	2	19,025	m ³
	3.9		Pelapisan waterproof	3,6	2,5	2,5	2	79	m ²
	3.10		Pemasangan pipa air kotor 65 mm	2			2	4	m
	3.11		Kebutuhan Tee				4	4	buah
	3.12		Kebutuhan manhole				4	4	buah
	3.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm				2	2	buah
4			<i>Anaerobic Filter</i>						
	4.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	12,55	3,3	1,65	2	136,67	m ³
	4.2		Pengakutan tanah keluar proyek	12,55	3,3	1,65	2	136,67	m ³
	4.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	2,65	0,15	0,15	20	1,1925	m ³
	4.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		4.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	2,95	0,15	0,15	16	1,062	m ³
		4.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	3	0,15	0,15	16	1,08	m ³

No			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
	4.5		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
		4.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	2,95	0,15	0,15	16	1,062	m ³
		4.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	3	0,15	0,15	16	1,08	m ³
	4.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
		4.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	2,95	2,2	0,15	16	15,576	m ³
		4.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	3	2,2	0,15	16	15,84	m ³
		4.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) baffle	3	2,2	0,15	8	7,92	m ³
	4.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	12,55	3,3	0,15	2	12,425	m ³
	4.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	2,95	3	0,15	8	10,62	m ³
	4.9		Pelapisan waterproof		2,5	2,2	8	88	m ²
	4.10		Pemasangan pipa air kotor	3			2	6	m
	4.11		Kebutuhan elbow 90				4	4	buah
	4.12		Kebutuhan media sarang tawon	2,2	3	0,45	8	23,76	m ³
	4.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm				8		buah
	4.14		Kebutuhan plat peyangga	2,2	3		8	52,8	m ²
5			Constructed Wetland						
	5.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	16,6	5,55	1,05	1	96,737	m ³
	5.2		Pengakutan tanah keluar proyek	16,6	5,55	1,05	1	96,737	m ³
	5.3		Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	1,05	0,15	0,15	10	0,2363	m ³

No	Uraian Pekerjaan		p (m)	l (m)	h (m)	Jumlah	Total	Satuan
5.4		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	5.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	16,3	0,15	0,15	5	1,8338	m ³
	5.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	1,2	0,15	0,15	8	0,216	m ³
5.5.		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)						
	5.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	16,3	0,15	0,15	5	1,8338	m ³
	5.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	1,2	0,15	0,15	8	0,216	m ³
5.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting)						
	5.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) memanjang	16,3	0,9	0,15	5	11,003	m ³
	5.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+bekisting) melintang	1,2	0,9	0,15	8	1,296	m ³
5.7		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	16,3	1,2	0,15	4	11,736	m ³
5.8		Pelapisan waterproof	16,3	1,2	0,9	4	204,24	m ²
5.9		Pemasangan pipa air kotor 50 mm	32,6			4	130,4	m
5.10		Kebutuhan elbow 90				8	8	buah
5.11		Kerikil	16,3	1,2	0,6	4	46,944	m ³
5.12		Tanaman				160	160	buah

AHS IPAL

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Penggalian tanah biasa sedalam 0,7 meter		m ³		
Upah:				

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pekerja	0,705	OH	137.800,00	97.149,00
Mandor	0,0184	OH	174.900,00	3.218,16
			Jumlah:	100.367,16
			Nilai HSPK:	100.367,16
Penggalian tanah biasa sedalam 2 meter		m³		
Upah:				
Pekerja	0,9	OH	137.800,00	124.020,00
Mandor	0,045	OH	174.900,00	7.870,50
			Jumlah:	131.890,50
			Nilai HSPK:	131.890,50
Penggalian tanah biasa sedalam 1,3 meter		m³		
Upah:				
Pekerja	0,795	OH	137.800,00	109.551,00
Mandor	0,031	OH	174.900,00	5.421,90
			Jumlah:	114.972,90
			Nilai HSPK:	114.972,90
Penggalian tanah biasa sedalam 0,6 meter		m³		
Upah:				
Pekerja	0,69	OH	137.800,00	95.082,00
Mandor	0,0163	OH	174.900,00	2.850,87
			Jumlah:	97.932,87
			Nilai HSPK:	97.932,87
Membuang 1 m³ Tanah Sejauh 30 Meter		m³		
Upah:				
Pekerja	0,33	OH	137.800,00	45.474,00
Mandor	0,01	OH	174.900,00	1.749,00
			Jumlah:	47.223,00
			Nilai HSPK:	47.223,00
Pembuatan 1 m³ Kolom Beton Bertulang (300 kg besi + Bekisting)		m³		
Upah:				
Pekerja	7,05	OH	137.800,00	971.490,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,65	OH	159.000,00	262.350,00
Tukang Besi	2,1	OH	159.000,00	333.900,00
Kepala Tukang	0,403	OH	164.300,00	66.212,90
Mandor	0,353	OH	174.900,00	61.739,70
			Jumlah:	1.739.417,60
Bahan				
Kayu Kelas III	0,4	m ³	3.361.460,00	1.344.584,00
Paku 5 cm - 12 cm	4	kg	58.600,00	234.400,00
Minyak Bekisting	2	Liter	10.000,00	20.000,00

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Besik Beton Polos	315	kg	23.400,00	7.371.000,00
Kawat Beton	4,5	kg	39.900,00	179.550,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	879.200,00	712.152,00
Kayu Kelas II Balok	0,15	m ³	5.197.840,00	779.676,00
Polywood Tebal 9 mm	3,5	Lembar	186.400,00	652.400,00
Dolken Kayu Galam Dia. 8 - 4 m	20	Batang	37.384,00	747.680,00
			Jumlah:	13.067.220,72
			Nilai HSPK:	14.806.638,32
Pembuatan 1 m³ Sloof Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)		m³		
Upah:				
Pekerja	5,65	OH	137.800,00	778.570,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,5	OH	159.000,00	238.500,00
Tukang Besi	1,4	OH	159.000,00	222.600,00
Kepala Tukang	0,323	OH	164.300,00	53.068,90
Mandor	0,283	OH	174.900,00	49.496,70
			Jumlah:	1.385.960,60
Bahan				
Kayu Kelas III	0,27	m ³	3.361.460,00	907.594,20
Paku 5 cm - 12 cm	2	kg	58.600,00	117.200,00
Minyak Bekisting	0,6	Liter	10.000,00	6.000,00
Besik Beton Polos	210	kg	23.400,00	4.914.000,00
Kawat Beton	3	kg	39.900,00	119.700,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	879.200,00	712.152,00
			Jumlah:	7.802.424,92
			Nilai HSPK:	9.188.385,52
Pembuatan 1 m³ Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)		m³		
Upah				
Pekerja	6,35	OH	137.800,00	875.030,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,65	OH	159.000,00	262.350,00
Tukang Besi	1,4	OH	159.000,00	222.600,00
Kepala Tukang	0,333	OH	164.300,00	54.711,90
Mandor	0,318	OH	174.900,00	55.618,20
			Jumlah:	1.514.035,10
Bahan				
Kayu Kelas III	0,32	m ³	3.361.460,00	1.075.667,20
Paku 5 cm - 12 cm	3,2	kg	58.600,00	187.520,00

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Minyak Bekisting	1,6	Liter	10.000,00	16.000,00
Besik Beton Polos	210	kg	23.400,00	4.914.000,00
Kawat Beton	3	kg	39.900,00	119.700,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	37.384,00	30.281,04
Kayu Kelas II Balok	0,14	m ³	5.197.840,00	727.697,60
Polywood Tebal 9 mm	2,8	Lembar	186.400,00	521.920,00
Dolken Kayu Galam Dia. 8 - 4 m	16	Batang	37.384,00	598.144,00
			Jumlah:	9.216.708,56
			Nilai HSPK:	10.730.743,66
Pembuatan 1 m³ Dinding Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)		m³		
Upah				
Pekerja	5,65	OH	137.800,00	778.570,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,56	OH	159.000,00	248.040,00
Tukang Besi	1,4	OH	159.000,00	222.600,00
Kepala Tukang	0,323	OH	164.300,00	53.068,90
Mandor	0,283	OH	174.900,00	49.496,70
			Jumlah:	1.395.500,60
Bahan				
Kayu Kelas III	0,25	m ³	3.361.460,00	840.365,00
Paku 5 cm - 12 cm	3,2	kg	58.600,00	187.520,00
Minyak Bekisting	1,2	Liter	10.000,00	12.000,00
Besik Beton Polos	210	kg	23.400,00	4.914.000,00
Kawat Beton	3	kg	39.900,00	119.700,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	37.384,00	30.281,04
Kayu Kelas II Balok	0,105	m ³	5.197.840,00	545.773,20
Polywood Tebal 9 mm	2,5	Lembar	186.400,00	466.000,00
Dolken Kayu Galam Dia. 8 - 4 m	14	Batang	37.384,00	523.376,00
			Jumlah:	8.664.793,96
			Nilai HSPK:	10.060.294,56
Pembuatan 1 m³ Plat Beton Bertulang (150 kg besi + bekisting)		m³		
Upah				
Pekerja	5,3	OH	137.800,00	730.340,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,3	OH	159.000,00	206.700,00
Tukang Besi	1,05	OH	159.000,00	166.950,00
Kepala Tukang	0,265	OH	164.300,00	43.539,50

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Mandor	0,265	OH	174.900,00	46.348,50
			Jumlah:	1.237.603,00
Bahan				
Kayu Kelas III	0,32	m ³	3.361.460,00	1.075.667,20
Paku 5 cm - 12 cm	3,2	kg	58.600,00	187.520,00
Minyak Bekisting	1,6	Liter	10.000,00	16.000,00
Besik Beton Polos	157,5	kg	23.400,00	3.685.500,00
Kawat Beton	2,25	kg	39.900,00	89.775,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	37.384,00	30.281,04
Kayu Kelas II Balok	0,12	m ³	5.197.840,00	623.740,80
Polywood Tebal 9 mm	2,8	Lembar	186.400,00	521.920,00
Dolken Kayu Galam Dia. 8 - 4 m	32	Batang	37.384,00	1.196.288,00
			Jumlah:	8.452.470,76
			Nilai HSPK:	9.690.073,76
Pelapisan Waterproofing		m ²		
Upah:				
Pekerja	0,05	OH	137.800,00	6.890,00
Kepala Tukang	0,075	OH	164.300,00	12.322,50
Mandor	0,0075	OH	174.900,00	1.311,75
			Jumlah:	20.524,25
Bahan:				
Waterproof	0,35	Kg	49.300,00	17.255,00
			Jumlah:	17.255,00
			Nilai HSPK:	37.779,25
Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 2"		m		
Upah:				
Pekerja	0,054	OH	137.800,00	7.441,20
Kepala Tukang	0,09	OH	164.300,00	14.787,00
Mandor	0,009	OH	174.900,00	1.574,10
Mandor	0,0027	OH	174.900,00	472,23
			Jumlah:	24.274,53
Bahan:				
Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 2 inchi Pj. 4mtr	0,3	batang	126.900,00	38.070,00
Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 2 inchi Pj. 4mtr	0,105	batang	126.900,00	13.324,50
			Jumlah:	51.394,50
			Nilai HSPK:	75.669,03

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 2 1/2"		m		
Pekerja	0,081	OH	137.800,00	11.161,80
Kepala Tukang	0,135	OH	164.300,00	22.180,50
Mandor	0,0135	OH	174.900,00	2.361,15
Mandor	0,0041	OH	174.900,00	717,09
			Jumlah:	36.420,54
Bahan:				
Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 2 1/2 inchi Pj. 4mtr	0,3	batang	185.000,00	55.500,00
Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 2 1/2 inchi Pj. 4mtr	0,105	batang	185.000,00	19.425,00
			Jumlah:	74.925,00
			Nilai HSPK:	111.345,54

RAB IPAL

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Sumur Pengumpul				
1.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	3,6335	m ³	131.890,50	479.224,13
1.2	Pengakutan tanah keluar proyek	3,6335	m ³	47.223,00	171.584,77
1.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,774	m ³	14.806.638,32	11.460.338,06
1.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
1.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0585	m ³	9.188.385,52	537.520,55
1.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0585	m ³	9.188.385,52	537.520,55
1.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
1.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	0,0585	m ³	10.730.743,66	627.748,50

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	1.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,0585	m ³	10.730.743,66	627.748,50
1.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)				
	1.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting memanjang	0,78	m ³	10.060.294,56	7.847.029,76
	1.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	0,78	m ³	10.060.294,56	7.847.029,76
1.7		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,2535	m ³	9.690.073,76	2.456.433,70
1.8		Pelapisan waterproof	20	m ²	37.779,25	755.585,00
1.9		Pekerjaan pemasangan pipa air kotor	9,2	m	75.669,03	696.155,08
1.10		Kebutuhan pompa	2	buah	10.000.000,00	20.000.000,00
1.11		Kebutuhan elbow 90	2	buah	14.200,00	28.400,00
2.		Badan Penerima				
2.1		Pekerjaan penggalian tanah biasa	2,371875	m ³	131.890,50	312.827,78
2.2		Pengakutan tanah keluar proyek	2,371875	m ³	47.223,00	112.007,05
2.3		Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0,06975		9.188.385,52	640.889,89
2.4		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)	0,06975	m ³	10.730.743,66	748.469,37
2.5		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)	0,3255	m ³	10.060.294,56	3.274.625,88
2.6		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	0,309375	m ³	9.690.073,76	2.997.866,57
2.7		Pelapisan waterproof	4,9325	m ²	37.779,25	186.346,15

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	2.8	Kebutuhan bar screen	1		1.930.000,00	1.930.000,00
3		Bak Pengendap Awal				
	3.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	10,905	m ³	131.890,50	1.438.265,90
	3.2	Pengakutan tanah keluar proyek	10,905	m ³	47.223,00	514.966,82
	3.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	20,0025	m ³	14.806.638,32	296.169.783,00
	3.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	3.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,44	m ³	9.188.385,52	13.231.275,15
	3.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,435	m ³	9.188.385,52	3.996.947,70
	3.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	3.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,305	m ³	10.730.743,66	14.003.620,48
	3.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,435	m ³	10.730.743,66	4.667.873,49
	3.6	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)				
	3.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	9,765	m ³	10.060.294,56	98.238.776,38
	3.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	5,605	m ³	10.060.294,56	56.387.951,01
	3.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) baffle	23,605	m ³	10.060.294,56	237.473.253,09

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	3.7	Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	20,855	m ³	9.690.073,76	202.086.488,26
	3.8	Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	19,025	m ³	9.690.073,76	184.353.653,28
	3.9	Pelapisan waterproof	79	m ²	37.779,25	2.984.560,75
	3.10	Pemasangan pipa air kotor 65 mm	4	m	111.345,54	445.382,16
	3.11	Kebutuhan Tee	4	buah	45.100,00	180.400,00
	3.12	Kebutuhan manhole	4	buah	1.250.000,00	5.000.000,00
	3.13	Kebutuhan pipa ven 50 mm	2	buah	85.817,26	171.634,52
4	.	Biofilter Anaerob				
	4.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	136,6695	m ³	131.890,50	18.025.408,69
	4.2	Pengakutan tanah keluar proyek	136,6695	m ³	47.223,00	6.453.943,80
	4.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	1,1925	m ³	14.806.638,32	17.656.916,20
	4.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	4.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,062	m ³	9.188.385,52	9.758.065,42
	4.4.2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	1,08	m ³	9.188.385,52	9.923.456,36
	4.5	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	4.5.1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,062	m ³	10.730.743,66	11.396.049,77
	4.5.2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	1,08	m ³	10.730.743,66	11.589.203,15

No		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
4.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)				
	4.6.1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	15,576	m ³	10.060.294,56	156.699.148,07
	4.6.2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	15,84	m ³	10.060.294,56	159.355.065,83
	4.6.3	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) baffle	7,92	m ³	10.060.294,56	79.677.532,92
4.7		Pekerjaan plat tutup beton (150 kg besi + bekisting)	12,4245	m ³	9.690.073,76	120.394.321,43
4.8		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	10,62	m ³	9.690.073,76	102.908.583,33
4.9		Pelapisan waterproof	88	m ²	37.779,25	3.324.574,00
4.10		Pemasangan pipa air kotor	6	m	111.345,54	668.073,24
4.11		Kebutuhan elbow 90	4	buah	31.000,00	124.000,00
4.12		Kebutuhan media sarang tawon	23,76	m ³	1.800.000,00	42.768.000,00
4.13		Kebutuhan pipa ven 50 mm		buah	85.817,26	
4.14		Kebutuhan plat peyangga	52,8	m ²	3.850.000,00	203.280.000,00
5		Constructed Wetland				
	5.1	Pekerjaan penggalian tanah biasa	96,7365	m ³	131.890,50	12.758.625,35
	5.2	Pengakutan tanah keluar proyek	96,7365	m ³	47.223,00	4.568.187,74
	5.3	Pekerjaan kolom beton bertulang (300 kg besi+bekisting)	0,23625	m ³	14.806.638,32	3.498.068,30
	5.4	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.4.1	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg	1,83375	m ³	9.188.385,52	16.849.201,95

No			Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
			besi+bekisting) memanjang				
	5.4.	2	Pekerjaan sloof beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,216	m ³	9.188.385,52	1.984.691,27
	5.5.		Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting)				
	5.5.	1	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) memanjang	1,83375	m ³	10.730.743,66	19.677.501,19
	5.5.	2	Pekerjaan balok beton bertulang (200 kg besi+bekisting) melintang	0,216	m ³	10.730.743,66	2.317.840,63
	5.6		Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting)				
	5.6.	1	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) memanjang	11,0025	m ³	10.060.294,56	110.688.390,90
	5.6.	2	Pekerjaan dinding beton bertulang (150 kg besi+ bekisting) melintang	1,296	m ³	10.060.294,56	13.038.141,75
	5.7		Pekerjaan plat lantai beton bertulang (150 kg besi + bekisting)	11,736	m ³	9.690.073,76	113.722.705,65
	5.8		Pelapisan waterproof	204,24	m ²	37.779,25	7.716.034,02
	5.9		Pemasangan pipa air kotor 50 mm	130,4	m	75.669,03	9.867.241,51
	5.1	0	Kebutuhan elbow 90	8	buah	19.600,00	156.800,00
	5.1	1	Kerikil	46,944	m ³	1.500.000,00	70.416.000,00
	5.1	2	Tanaman	160	buah	20.000,00	3.200.000,00
TOTAL HARGA							2.530.081.955,50
PEMBULATAN							2.530.082.000,00

Lampiran 6. BOQ, AHS, dan RAB Zona Penyangga dan Zona Pengembangan
BOQ Zona Penyangga dan Zona Pengembangan

No.		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	r (m)	Jumlah	Total	Satuan
1		Pekerjaan Persiapan							
	1.1	Pembersihan Lapangan dan Perataan Tanah						2180,8	m ²
2		Amfiteater							
	2.1	Pekerjaan Tempat Duduk Atas		0,45	0,9	4	2	9,6062	m ³
	2.2	Pekerjaan Tempat Duduk Bawah		0,45	0,45	3,55	2	4,2305	m ³
3		Tempat Istirahat Tipe I							
	3.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (1 cm)		0,5	0,01	2,5	1	0,0353	m ³
	3.2	Pekerjaan Tempat Duduk	2,162	0,45	0,45		4	1,7516	m ³
4		Tempat Istirahat Tipe II							
	4.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (1 cm)		0,4	0,01	2	1	0,0226	m ³
	4.2	Pekerjaan Tempat Duduk	6,807	0,45	0,45		1	1,3784	m ³
5		Gazebo							
	5.1	Pekerjaan Pemasangan Kolom Kayu Kelas II	0,15	0,15	2,5		8	0,45	m ³
	5.2	Pekerjaan Pengecoran Lantai (40 cm)	1,25	0,4	1,15		8	2,3	m ³
	5.3	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan (15 cm)	1,25	0,3	0,15		1	0,0281	m ³
	5.4	Pekerjaan Pemasangan Atap (Sirap Kayu Ulin)							
	5.4.1	Pekerjaan Pemasangan Rangka Atap	2	0,08	0,12		8	0,1536	m ³
	5.4.2	Pekerjaan Pemasangan Penutup Atap (Sirap Kayu Ulin)	1,4		1,45		8	16,24	m ²
6		Community Center							
	6.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai							
	6.1.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (1 cm)			0,01		2	0,0643	m ³
	6.1.2	Pekerjaan Pengecoran Lantai (20 cm)		1,5	0,2	4	1	3,0631	m ³
	6.2	Pekerjaan Pemasagan Lantai							
	6.2.1	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Palimanan (Lantai t 1 cm)					2	6,43	m ²
	6.2.2	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Palimanan (Lantai t 20 cm)		1,5		4	1	15,315	m ²

No.		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	r (m)	Jumlah	Total	Satuan
	6.3	Pekerjaan Tempat Duduk		0,5	0,65	4,5	2	8,678 6	m ³
	6.4	Pekerjaan Pemasangan Kolom Kayu Kelas III	0,15	0,15	3		20	1,35	m ³
7		Food Court							
	7.1	Pekerjaan Pengecoran Tangga							
	7.1.1	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 1 (h 40 cm x t 35 cm)	2,35 6	0,35	0,4		1	0,329 9	m ³
	7.1.2	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 2 (h 30 cm x t 35 cm)	2,35 6	0,35	0,3		1	0,247 4	m ³
	7.2	Pekerjaan Pengecoran Lantai (h 85 cm)		0,85		2,7 5	1	20,19 5	m ³
8		Tempat Wudhu							
	8.1	Pekerjaan Pengecoran Pelat (h 10 cm)	2,4	1,35	0,1		1	0,324	m ³
	8.2	Pekerjaan Injakan Wudhu							
	8.2.1	Pekerjaan Dinding Bata Merah 1Pc:3Pp ; t = 1 Bata					1	1,503	m ³
	8.2.2	Plesteran Halus 1 Pc:3Ps ; t = 1,5 cm					1	2,225	m ²
	8.2.3	Pekerjaan Acian					1	2,225	m ²
	8.2.4	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Palimanan					1	2,225	m ²
	8.3	Pekerjaan Dinding							
	8.3.1	Pekerjaan Dinding Bata Merah 1Pc:3Pp ; t = 1 Bata	2,4		1,7		1	4,08	m ²
	8.3.2	Plesteran Halus 1 Pc:3Ps ; t = 1,5 cm					1	9,03	m ²
	8.3.3	Pekerjaan Acian					1	9,03	m ²
	8.3.4	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Palimanan					1	9,03	m ²
9		Mushola							
	9.1	Pekerjaan Kolom Kayu Kelas II	0,2	0,2	3		6	0,72	m ³
	9.2	Pekerjaan Balok Ring Kayu Kelas II							
	9.2.1	Pekerjaan Ring Balok Tipe I	2,1	0,15	0,2		2	0,126	m ³
	9.2.2	Pekerjaan Ring Balok Tipe II	2,2	0,15	0,2		4	0,264	m ³
	9.3	Pekerjaan Pengecoran Tangga							
	9.3.1	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 1 (h 20 cm)	6	3,5	0,2		1	4,2	m ³

No.			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	r (m)	Jumlah	Total	Satuan
		9.3.2	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 2 (h 20 cm)	5,5	3	0,2		1	3,3	m ³
		9.3.3	Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai (h 20 cm)	5	2,5	0,2		1	2,5	m ³
	9.4		Pekerjaan Pemasangan Lantai					1	28,5	m ²
	9.5		Pekerjaan Atap							
		9.5.1	Pekerjaan Pemasangan Kuda-Kuda	2	0,08	0,12		4	0,076 8	m ³
		9.5.2	Pekerjaan Pemasangan Gording Tipe I	6	0,08	0,12		10	0,576	m ³
		9.5.3	Pekerjaan Pemasangan Gording Tipe II	3,5	0,08	0,12		10	0,336	m ³
		9.5.4	Pekerjaan Pemasangan Usuk	3	0,05	0,07		30	0,315	m ³
		9.5.5	Pekerjaan Pemasangan Reng Tipe I	6	0,02	0,03		10	0,036	m ³
		9.5.6	Pekerjaan Pemasangan Reng Tipe II	3,5	0,02	0,03		10	0,021	m ³
		9.5.7	Pekerjaan Pemansangan Penutup Atap (Atap Palentong)						40,5	m ²
10			Loket dan Pusat Informasi							
	10.1		Pekerjaan Kolom Beton Bertulang (300 kg besi + Bekisting)	0,15	0,15	4		9	0,81	m ³
	10.2		Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Melintang	3	0,08	0,12		4	0,115 2	m ³
	10.3		Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang							
		10.3.1	Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe I	3	0,8	0,12		4	1,152	m ³
		10.3.2	Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe II	2	0,8	0,12		2	0,384	m ³
	10.4		Pekerjaan Balok Anak Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang							

No.			Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	r (m)	Jumlah	Total	Satuan
		10.4.1	Pekerjaan Balok Anak Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe I	3	0,5	0,7		2	2,1	m ³
		10.4.2	Pekerjaan Balok Anak Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe II	2	0,5	0,7		1	0,7	m ³
	10.5		Pekerjaan Pengecoran Lantai (h 15 cm)	8,6	3,5	0,15		1	4,515	m ³
	10.6		Pekerjaan Dinding							
		10.5.1	Pekerjaan Dinding Bata Merah 1Pc:3Pp ; t = 1 Bata					1	112	m ²
		10.5.2	Plesteran Halus 1 Pc:3Ps ; t = 1,5 cm					1	112	m ²
		10.5.3	Pekerjaan Acian					1	112	m ²
	10.6		Pekerjaan Atap Dak Beton	8	3	0,12		1	2,88	m ³
11			Toilet Umum							
	11.1		Pekerjaan Pemasangan Rangka Dinding Pemisah (Kolom Kayu Kelas II)	0,12	0,06	3,5		10	0,252	m ³
	11.2		Pekerjaan Pengecoran Lantai (h 20 cm)	4	2,35	0,2		1	1,88	m ³
	11.3		Pekerjaan Pengecoran Dinding (l = 10 cm ; h = 40 cm)	1,55	0,1	0,4		5	0,31	m ³
	11.4		Pekerjaan Pengecoran Dinding Belakang (p = 408 cm ; h = 40 cm)	4,08	0,1	0,4		1	0,163 2	m ³
	11.5		Pekerjaan Pemasangan Dinding Pemisah	1,55		3,1		5	24,02 5	m ²
	11.6		Pekerjaan Pemasangan Dinding Belakang	4,08		3,1		1	12,64 8	m ²
	11.7		Pekerjaan Pemasangan Atap (Seng Gelombang)	4	0,8			1	3,2	m ²
12			Tempat Istirahat Tipe III (Pemancingan)							
	12.1		Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)			0,05	2	1	0,314 2	m ³
	12.2		Pekerjaan Tempat Duduk	4,18 9	0,45	0,6		1	1,131	m ³
13			Jogging Track	386, 7	1,5			1	580,0 5	m ²

No.		Uraian Pekerjaan	p (m)	l (m)	h (m)	r (m)	Jumlah	Total	Satuan
14		Jalan	124,5	1,5			1	186,75	m ²
15		Tempat Hidroponik							
	15.1	Tipe I (1 Bangunan Hidroponik)							
	15.1.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)			0,05	0,6	5	0,2827	m ³
	15.1.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)		0,05	0,5	0,3	5	0,216	m ³
	15.2	Tipe II (3 Bangunan Hidroponik)							
	15.2.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)			0,05	0,8	3	0,3016	m ³
	15.2.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)		0,05	0,5	0,3	9	0,3888	m ³
	15.3	Tipe III (4 Bangunan Hidroponik)							
	15.3.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)			0,05	1	3	0,4712	m ³
	15.3.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)		0,05	0,5	0,3	12	0,5184	m ³
	15.4	Tipe IV (5 Bangunan Hidroponik)							
	15.4.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)			0,05	1,3	2	0,5309	m ³
	15.4.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)		0,05	0,5	0,3	10	0,432	m ³
	15.5	Tipe V (6 Bangunan Hidroponik)							
	15.5.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)			0,05	1,5	1	0,3534	m ³
	15.5.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)		0,05	0,5	0,3	6	0,2592	m ³
	15.6	Tipe VI (8 Bangunan Hidroponik)							
	15.6.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)			0,05	1,7	1	0,454	m ³
	15.6.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)		0,05	0,5	0,3	6	0,2592	m ³

AHS Zona Penyangga dan Zona Pengembangan

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pembersihan Lapangan dan Perataan Tanah		m ²		
Upah:				
Pekerja	0,1	OH	137.800,00	13.780,00
Mandor	0,05	OH	174.900,00	8.745,00
			Jumlah:	22.525,00
			Nilai HSPK:	22.525,00
Pembuatan 1 m³ Beton K 350		m ³		
Upah:				
Pekerja	2,1	OH	137.800,00	289.380,00
Tukang Batu	0,35	OH	159.000,00	55.650,00
Kepala Tukang	0,035	OH	164.300,00	5.750,50
Mandor	0,105	OH	174.900,00	18.364,50
			Jumlah:	369.145,00
Bahan				
Portland Cement	448	kg	1.875,52	840.232,96
Pasir Beton	667	kg	523,29	349.034,43
Kerikil (maksimum 30 mm)	1000	kg	651,26	651.260,00
Air	215	Liter	215,00	46.225,00
			Jumlah:	1.886.752,39
			Nilai HSPK:	2.255.897,39
Pembuatan 1 m³ Kolom Beton Bertulang (300 kg besi + Bekisting)		m ³		
Upah				
Pekerja	7,05	OH	137.800,00	971.490,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,65	OH	159.000,00	262.350,00
Tukang Besi	2,1	OH	159.000,00	333.900,00

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Kepala Tukang	0,403	OH	164.300,00	66.212,90
Mandor	0,353	OH	174.900,00	61.739,70
			Jumlah:	1.739.417,60
Bahan				
Kayu Kelas III	0,4	m ³	3.361.460,00	1.344.584,00
Paku 5 cm - 12 cm	4	kg	58.600,00	234.400,00
Minyak Bekisting	2	Liter	10.000,00	20.000,00
Besik Beton Polos	315	kg	23.400,00	7.371.000,00
Kawat Beton	4,5	kg	39.900,00	179.550,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	879.200,00	712.152,00
Kayu Kelas II Balok	0,15	m ³	5.197.840,00	779.676,00
Polywood Tebal 9 mm	3,5	Lembar	186.400,00	652.400,00
Dolken Kayu Galam Dia. 8 - 4 m	20	Batang	37.384,00	747.680,00
			Jumlah:	13.067.220,72
			Nilai HSPK:	14.806.638,32
Pembuatan 1 m³ Balok Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)		m³		
Upah				
Pekerja	6,35	OH	137.800,00	875.030,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,65	OH	159.000,00	262.350,00
Tukang Besi	1,4	OH	159.000,00	222.600,00
Kepala Tukang	0,333	OH	164.300,00	54.711,90

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Mandor	0,318	OH	174.900,00	55.618,20
			Jumlah:	1.514.035,10
Bahan				
Kayu Kelas III	0,32	m ³	3.361.460,00	1.075.667,20
Paku 5 cm - 12 cm	3,2	kg	58.600,00	187.520,00
Minyak Bekisting	1,6	Liter	10.000,00	16.000,00
Besik Beton Polos	210	kg	23.400,00	4.914.000,00
Kawat Beton	3	kg	39.900,00	119.700,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	37.384,00	30.281,04
Kayu Kelas II Balok	0,14	m ³	5.197.840,00	727.697,60
Polywood Tebal 9 mm	2,8	Lembar	186.400,00	521.920,00
Dolken Kayu Galam Dia. 8 - 4 m	16	Batang	37.384,00	598.144,00
			Jumlah:	9.216.708,56
			Nilai HSPK:	10.730.743,66
Pembuatan 1 m³ Dinding Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting)		m³		
Upah				
Pekerja	5,65	OH	137.800,00	778.570,00
Tukang Batu	0,275	OH	159.000,00	43.725,00
Tukang Kayu	1,56	OH	159.000,00	248.040,00
Tukang Besi	1,4	OH	159.000,00	222.600,00
Kepala Tukang	0,323	OH	164.300,00	53.068,90
Mandor	0,283	OH	174.900,00	49.496,70

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
			Jumlah:	1.395.500,60
Bahan				
Kayu Kelas III	0,25	m ³	3.361.460,00	840.365,00
Paku 5 cm - 12 cm	3,2	kg	58.600,00	187.520,00
Minyak Bekisting	1,2	Liter	10.000,00	12.000,00
Besik Beton Polos	210	kg	23.400,00	4.914.000,00
Kawat Beton	3	kg	39.900,00	119.700,00
Portland Cement	336	kg	1.875,52	630.174,72
Pasir Beton	0,54	m ³	732.600,00	395.604,00
Kerikil	0,81	m ³	37.384,00	30.281,04
Kayu Kelas II Balok	0,105	m ³	5.197.840,00	545.773,20
Polywood Tebal 9 mm	2,5	Lembar	186.400,00	466.000,00
Dolken Kayu Galam Dia. 8 - 4 m	14	Batang	37.384,00	523.376,00
			Jumlah:	8.664.793,96
			Nilai HSPK:	10.060.294,56
Pembuatan 1 m² Dinding Bata Merah 1Pc:3Pp ; t = 1 bata		m²		
Upah				
Pekerja	0,6	OH	137.800,00	82.680,00
Tukang Batu	0,2	OH	159.000,00	31.800,00
Kepala Tukang	0,02	OH	164.300,00	3.286,00
Mandor	0,03	OH	174.900,00	5.247,00
			Jumlah:	123.013,00
Bahan				
Bata Merah	176	Buah	1.239,00	218.064,00
Portland Cement	32,95	kg	1.875,52	61.798,38

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pasir Pasang	0,091	m ³	410.300,00	37.337,30
			Jumlah:	317.199,68
			Nilai HSPK:	440.212,68
Pembuatan 1 m² Dinding Partisi Gypsum		m²		
Upah				
Pekerja	0,5	OH	137.800,00	68.900,00
Tukang Batu	0,6	OH	159.000,00	95.400,00
Kepala Tukang	0,05	OH	164.300,00	8.215,00
Mandor	0,005	OH	174.900,00	874,50
			Jumlah:	173.389,50
Bahan				
Dinding Partisi Gypsum 9 mm	2,1	m ³	88.200,00	185.220,00
Rangka Metalstut dan Perlengkapan	1,05	kg	215.500,00	226.275,00
			Jumlah:	411.495,00
			Nilai HSPK:	584.884,50
Pasang Atap Genteng Palentong Kecil		m³		
Upah				
Pekerja	0,15	OH	137.800,00	20.670,00
Tukang Kayu	0,075	OH	159.000,00	11.925,00
Kepala Tukang	0,0075	OH	164.300,00	1.232,25
Mandor	0,008	OH	174.900,00	1.399,20
			Jumlah:	35.226,45
Bahan				
Genteng Palentong	25	Buah	18.800,00	470.000,00
			Jumlah:	470.000,00
			Nilai HSPK:	505.226,45
Pasang Atap Sirap		m³		

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Upah				
Pekerja	0,166	OH	137.800,00	22.874,80
Tukang Kayu	0,25	OH	159.000,00	39.750,00
Kepala Tukang	0,025	OH	164.300,00	4.107,50
Mandor	0,008	OH	174.900,00	1.399,20
			Jumlah:	68.131,50
Bahan				
Sirap	25	Lembar	111.400,00	2.785.000,00
Paku Biasa 1/2" - 1"	0,2	kg	29.300,00	5.860,00
			Jumlah:	2.790.860,00
			Nilai HSPK:	2.858.991,50
Pasang Atap Seng Gelombang		m³		
Upah				
Pekerja	0,12	OH	137.800,00	16.536,00
Tukang Kayu	0,06	OH	159.000,00	9.540,00
Kepala Tukang	0,006	OH	164.300,00	985,80
Mandor	0,006	OH	174.900,00	1.049,40
			Jumlah:	28.111,20
Bahan				
Sirap	0,7	Lembar	188.700,00	132.090,00
Paku Biasa 1/2" - 1"	0,02	kg	29.300,00	586,00
			Jumlah:	132.676,00
			Nilai HSPK:	160.787,20
Pembuatan 1 m² Rangka Atap Genteng Keramik		m³		
Upah				
Pekerja	0,1	OH	137.800,00	13.780,00

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Tukang Batu	0,1	OH	159.000,00	15.900,00
Kepala Tukang	0,01	OH	164.300,00	1.643,00
Mandor	0,005	OH	174.900,00	874,50
			Jumlah:	32.197,50
Bahan				
Kaso - Kaso (5 x 7) cm	0,014	m ³	4.980.000,00	69.720,00
Reng (2 x 3) cm	0,0036	m ³	4.980.000,00	17.928,00
Paku 5 cm dan 10 cm	0,25	kg	52.400,00	13.100,00
			Jumlah:	100.748,00
			Nilai HSPK:	132.945,50
Pembuatan 1 m² Rangka Atap Sirap		m³		
Upah				
Pekerja	0,12	OH	137.800,00	16.536,00
Tukang Batu	0,12	OH	159.000,00	19.080,00
Kepala Tukang	0,012	OH	164.300,00	1.971,60
Mandor	0,006	OH	174.900,00	1.049,40
			Jumlah:	38.637,00
Bahan				
Kayu Kelas II	0,014	m ³	5.197.840,00	72.769,76
Paku 5 cm dan 10 cm	0,057	kg	52.400,00	2.986,80
			Jumlah:	75.756,56
			Nilai HSPK:	114.393,56
Pembuatan 1 m² Plesteran 1Pc:3Ps ; t = 1,5 cm		m²		
Upah				
Pekerja	0,3	OH	137.800,00	41.340,00
Tukang Batu	0,15	OH	159.000,00	23.850,00

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
Kepala Tukang	0,015	OH	164.300,00	2.464,50
Mandor	0,015	OH	174.900,00	2.623,50
			Jumlah:	70.278,00
Bahan				
Portland Cement	7,776	kg	1.875,52	14.584,04
Pasir Pasang	0,023	m ³	410.300,00	9.436,90
			Jumlah:	24.020,94
			Nilai HSPK:	94.298,94
Pasang 1 m² Rangka Dinding Pemisah (60 x 120) cm		m²		
Upah				
Pekerja	0,15	OH	137.800,00	20.670,00
Tukang Batu	0,45	OH	159.000,00	71.550,00
Kepala Tukang	0,045	OH	164.300,00	7.393,50
Mandor	0,008	OH	174.900,00	1.399,20
			Jumlah:	101.012,70
Bahan				
Kolom Kayu	0,028	m ³	6.100.520,00	170.814,56
Paku 5 cm dan 7 cm	0,15	kg	35.200,00	5.280,00
			Jumlah:	176.094,56
			Nilai HSPK:	277.107,26
Pasang 1 m² Dinding Batu Paras		m²		
Upah				
Pekerja	0,7	OH	137.800,00	96.460,00
Tukang Batu	0,35	OH	159.000,00	55.650,00
Kepala Tukang	0,035	OH	164.300,00	5.750,50
Mandor	0,035	OH	174.900,00	6.121,50

Uraian Pekerjaan	Koef. Satuan	Satuan	Harga Satuan	Harga
			Jumlah:	163.982,00
Bahan				
Batu Paras	1,1	m ²	304.800,00	335.280,00
Portland Cement	11,75	kg	1.875,52	22.037,36
Pasir Pasang	0,036	m ³	410.300,00	14.770,80
			Jumlah:	372.088,16
			Nilai HSPK:	536.070,16
Pembuatan Jalan Sementara		m²		
Upah				
Pekerja	1	OH	137.800,00	137.800,00
Mandor	0,005	OH	174.900,00	874,50
			Jumlah:	138.674,50
Bahan				
Batu Belah 15/20	0,15	m ³	586.100,00	87.915,00
Batu Pecah 5/7	0,09	m ³	703.300,00	63.297,00
Pasir Pasang	0,01	m ³	410.300,00	4.103,00
			Jumlah:	155.315,00
			Nilai HSPK:	293.989,50

RAB Pembangunan Tahap 1

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Pekerjaan Persiapan				
1.1	Pembersihan Lapangan dan Perataan Tanah	2180,78	m2	22.525,00	49.122.069,50
SUB TOTAL					49.122.069,50
10	Loket dan Pusat Informasi				
10.1	Pekerjaan Kolom Beton Bertulang (300 kg besi + Bekisting)	0,81	m3	14.806.638,32	11.993.377,04

No.		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	10.2	Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Melintang	0,1152	m3	10.730.743,66	1.236.181,67
	10.3	Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang				
	10.3.1	Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe I	1,152	m3	10.730.743,66	12.361.816,70
	10.3.2	Pekerjaan Balok Induk Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe II	0,384	m3	10.730.743,66	4.120.605,57
	10.4	Pekerjaan Balok Anak Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang				
	10.4.1	Pekerjaan Balok Anak Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe I	2,1	m3	10.730.743,66	22.534.561,69
	10.4.2	Pekerjaan Balok Anak Beton Bertulang (200 kg besi + Bekisting) Memanjang Tipe II	0,7	m3	10.730.743,66	7.511.520,56
	10.5	Pekerjaan Pengecoran Lantai (h 20 cm)	4,515	m3	2.255.897,39	10.185.376,72
	10.6	Pekerjaan Dinding				
	10.5.1	Pekerjaan Dinding Bata Merah 1Pc:3Pp ; t = 1 Bata	112	m2	440.212,68	49.303.820,61
	10.5.2	Plesteran Halus 1 Pc:3Ps ; t = 1,5 cm	112	m2	94.298,94	10.561.481,67
	10.5.3	Pekerjaan Acian	112	m2	94.298,94	10.561.481,67
	10.6	Pekerjaan Atap Dak Beton	2,88	m3	2.255.897,39	6.496.984,48
SUB TOTAL						146.867.208,37
11		Toilet Umum				
	11.1	Pekerjaan Pemasangan Kolom Kayu Kelas II	0,252	m3	170.814,56	43.045,27
	11.2	Pekerjaan Pengecoran Lantai (h 20 cm)	1,88	m3	2.255.897,39	4.241.087,09
	11.3	Pekerjaan Pengecoran Dinding (l =10 cm ; h = 40 cm)	0,31	m3	10.060.294,56	3.118.691,31
	11.4	Pekerjaan Pengecoran Dinding Belakang (p = 408 cm ; h = 40 cm)	0,1632	m3	10.060.294,56	1.641.840,07
	11.5	Pekerjaan Pemasangan Dinding Pemisah	24,025	m2	584.884,50	14.051.850,11
	11.6	Pekerjaan Pemasangan Dinding Belakang	12,648	m2	584.884,50	7.397.619,16
	11.7	Pekerjaan Pemasangan Atap (Seng Gelombang)	3,2	m2	160.787,20	514.519,04

No.	Uraian Pekerjaan		Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
SUB TOTAL						31.008.652,06
12	Tempat Istirahat Tipe III (Pemancingan) (2 unit)					
	12.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)	0,628319	m3	2.255.897,39	1.417.422,13
	12.2	Pekerjaan Tempat Duduk	2,261947	m3	2.255.897,39	5.102.719,68
SUB TOTAL						6.520.141,81
13	Jogging Track		580,05	m2	2.255.897,39	1.308.533.281,07
SUB TOTAL						1.308.533.281,07
14	Jalan		186,75	m2	293.989,50	54.902.539,13
SUB TOTAL						54.902.539,13
15	Tempat Hidroponik					
	15.1	Tipe I (1 Bangunan Hidroponik)				
		15.1.1 Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)	0,282743	m3	2.255.897,39	637.839,96
		15.1.2 Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)	0,215984	m3	10.060.294,56	2.172.867,64
	15.2	Tipe II (3 Bangunan Hidroponik)				
		15.2.1 Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)	0,301593	m3	2.255.897,39	680.362,62
		15.2.2 Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)	0,388772	m3	10.060.294,56	3.911.161,75
	15.3	Tipe III (4 Bangunan Hidroponik)				
		15.3.1 Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)	0,471239	m3	2.255.897,39	1.063.066,60
		15.3.2 Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)	0,518363	m3	10.060.294,56	5.214.882,33
	15.4	Tipe IV (5 Bangunan Hidroponik)				
		15.4.1 Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)	0,530929	m3	2.255.897,39	1.197.721,70
		15.4.2 Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)	0,431969	m3	10.060.294,56	4.345.735,28
	15.5	Tipe V (6 Bangunan Hidroponik)				
		15.5.1 Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)	0,353429	m3	2.255.897,39	797.299,95

No.		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	15.5.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)	0,259181	m3	10.060.294,56	2.607.441,17
15.6		Tipe VI (8 Bangunan Hidroponik)				
	15.6.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (5 cm)	0,45396	m3	2.255.897,39	1.024.087,49
	15.6.2	Pekerjaan Pengecoran Dinding Hidroponik (50 cm)	0,259181	m3	10.060.294,56	2.607.441,17
SUB TOTAL						26.259.907,67
TOTAL HARGA						1.623.213.799,61
PEMBULATAN						1.623.213.800,00

RAB Pembangunan Tahap 2

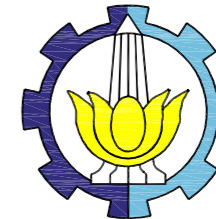
No.		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
2		Amfiteater				
	2.1	Pekerjaan Tempat Duduk Atas	9,606205	m3	2.255.897,39	21.670.612,64
	2.2	Pekerjaan Tempat Duduk Bawah	4,230547	m3	2.255.897,39	9.543.680,40
SUB TOTAL						31.214.293,05
3		Tempat Istirahat Tipe I				
	3.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (1 cm)	0,035343	m3	2.255.897,39	79.730,00
	3.2	Pekerjaan Tempat Duduk	1,751595	m3	2.255.897,39	3.951.418,55
SUB TOTAL						4.031.148,55
4		Tempat Istirahat Tipe II				
	4.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (1 cm)	0,022619	m3	2.255.897,39	51.027,20
	4.2	Pekerjaan Tempat Duduk	1,378374	m3	2.255.897,39	3.109.469,81
SUB TOTAL						3.160.497,00
5		Gazebo (2 unit)				
	5.1	Pekerjaan Pemasangan Kolom Kayu Kelas II	0,9	m3	170.814,56	153.733,10
	5.2	Pekerjaan Pengecoran Lantai (40 cm)	4,6	m3	2.255.897,39	10.377.127,99
	5.3	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan (15 cm)	0,05625	m3	2.255.897,39	126.894,23
	5.4	Pekerjaan Pemasangan Atap (Sirap Kayu Ulin)				

No.		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	5.4.1	Pekerjaan Pemasangan Rangka Atap	0,3072	m3	114.393,56	35.141,70
	5.4.2	Pekerjaan Pemasangan Penutup Atap (Sirap Kayu Ulin)	32,48	m2	2.858.991,50	92.860.043,92
SUB TOTAL						103.552.940,95
6		Community Center				
	6.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai				
	6.1.1	Pekerjaan Pengecoran Lantai (1 cm)	0,0643	m3	2.255.897,39	145.054,20
	6.1.2	Pekerjaan Pengecoran Lantai (20 cm)	3,063053	m3	2.255.897,39	6.909.932,90
	6.2	Pekerjaan Pemasangan Lantai				
	6.2.1	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Paras (Lantai t 1 cm)	6,43	m2	536.070,16	3.446.931,13
	6.2.2	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Paras (Lantai t 20 cm)	15,31526	m2	536.070,16	8.210.056,12
	6.3	Pekerjaan Tempat Duduk	8,67865	m3	2.255.897,39	19.578.143,22
	6.4	Pekerjaan Pemasangan Kolom Kayu Kelas III	1,35	m3	170.814,56	230.599,66
SUB TOTAL						38.520.717,23
7		Food Court				
	7.1	Pekerjaan Pengecoran Tangga				
	7.1.1	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 1 (h 40 cm x t 35 cm)	0,329867	m3	2.255.897,39	744.146,62
	7.1.2	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 2 (h 30 cm x t 35 cm)	0,2474	m3	2.255.897,39	558.109,97
	7.2	Pekerjaan Pengecoran Lantai (h 85 cm)	20,19455	m3	2.255.897,39	45.556.833,26
SUB TOTAL						46.859.089,85
8		Tempat Wudhu				
	8.1	Pekerjaan Pengecoran Pelat (h 10 cm)	0,324	m3	2.255.897,39	730.910,75
	8.2	Pekerjaan Injakan Wudhu				
	8.2.1	Pekerjaan Dinding Bata Merah 1Pc:3Pp ; t = 1 Bata	1,503	m3	440.212,68	661.639,66
	8.2.2	Plesteran Halus 1 Pc:3Ps ; t = 1,5 cm	2,225	m2	94.298,94	209.815,15
	8.2.3	Pekerjaan Acian	2,225	m2	94.298,94	209.815,15
	8.2.4	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Paras	2,225	m2	536.070,16	1.192.756,11
	8.3	Pekerjaan Dinding				

No.		Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
	8.3.1	Pekerjaan Dinding Bata Merah 1Pc:3Pp ; t = 1 Bata	4,08	m2	440.212,68	1.796.067,75
	8.3.2	Plesteran Halus 1 Pc:3Ps ; t = 1,5 cm	9,03	m2	94.298,94	851.519,46
	8.3.3	Pekerjaan Acian	9,03	m2	94.298,94	851.519,46
	8.3.4	Pekerjaan Pemasangan Batu Tempel Paras	9,03	m2	536.070,16	4.840.713,54
SUB TOTAL						11.344.757,04
9		Mushola				
	9.1	Pekerjaan Kolom Kayu Kelas II	0,72	m3	170.814,56	122.986,48
	9.2	Pekerjaan Ring Balok Kayu Kelas II				
	9.2.1	Pekerjaan Ring Balok Tipe I	0,126	m3	727.697,60	91.689,90
	9.2.2	Pekerjaan Ring Balok Tipe II	0,264	m3	727.697,60	192.112,17
	9.3	Pekerjaan Pengecoran Tangga				
	9.3.1	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 1 (h 20 cm)	4,2	m3	2.255.897,39	9.474.769,04
	9.3.2	Pekerjaan Pengecoran Tangga Injakan 2 (h 20 cm)	3,3	m3	2.255.897,39	7.444.461,39
	9.3.3	Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai (h 20 cm)	2,5	m3	2.255.897,39	5.639.743,48
	9.4	Pekerjaan Pemasangan Lantai	28,5	m2	536.070,16	15.277.999,56
	9.5	Pekerjaan Atap				
	9.5.1	Pekerjaan Pemasangan Kuda-Kuda	0,0768	m3	132.945,50	10.210,21
	9.5.2	Pekerjaan Pemasangan Gording Tipe I	0,576	m3	132.945,50	76.576,61
	9.5.3	Pekerjaan Pemasangan Gording Tipe II	0,336	m3	132.945,50	44.669,69
	9.5.4	Pekerjaan Pemasangan Usuk	0,315	m3	132.945,50	41.877,83
	9.5.5	Pekerjaan Pemasangan Reng	0,036	m3	132.945,50	4.786,04
	9.5.6	Pekerjaan Pemasangan Reng Tipe II	0,021	m3	132.945,50	2.791,86
	9.5.7	Pekerjaan Pemasangan Penutup Atap (Atap Palentong)	40,5	m2	505.226,45	20.461.671,23
SUB TOTAL						58.886.345,47
TOTAL HARGA						297.569.789,13

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
TOTAL HARGA 2 TAHUN KEMUDIAN (i = 2,29%)					311.354.534,04
PEMBULATAN					311.354.600,00

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025



DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

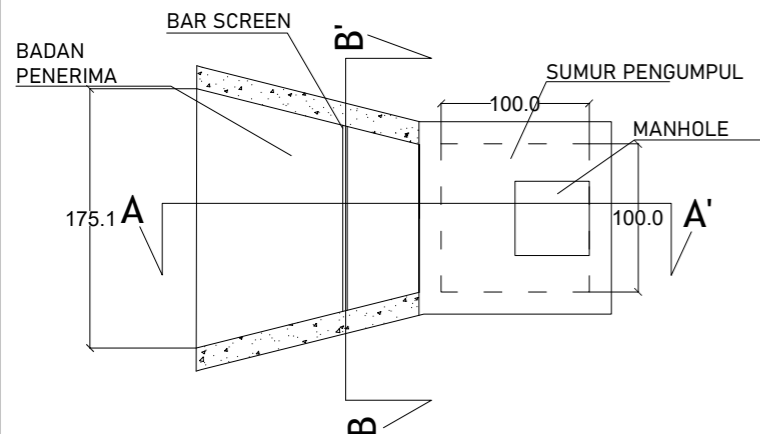
JUDUL GAMBAR

Sumur Pengumpul dan Bak Pengendap Awal

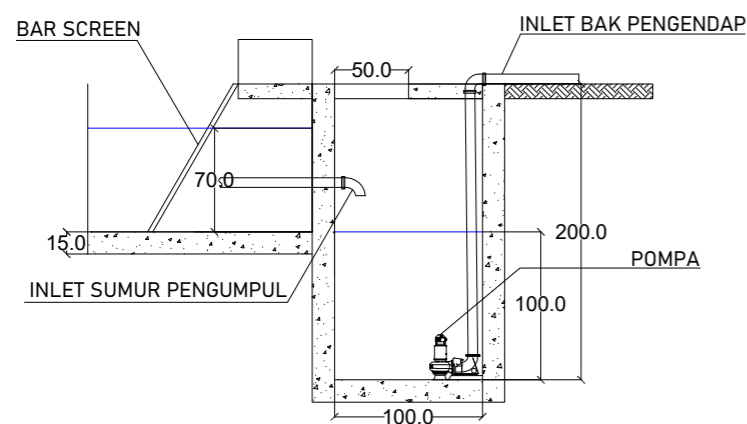
LEGENDA

-  Beton
-  Endapan Lumpur

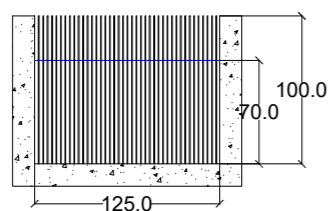
NO. GAMBAR	SKALA
1	1 : 50



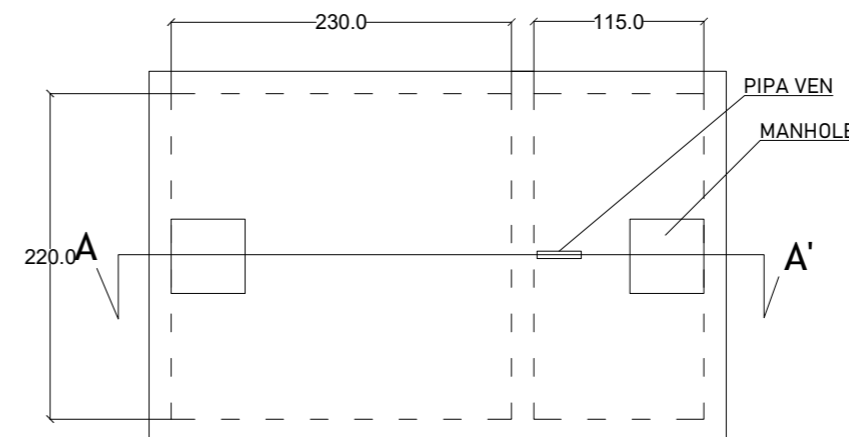
**TAMPAK ATAS SUMUR PENGUMPUL
SKALA 1:50**



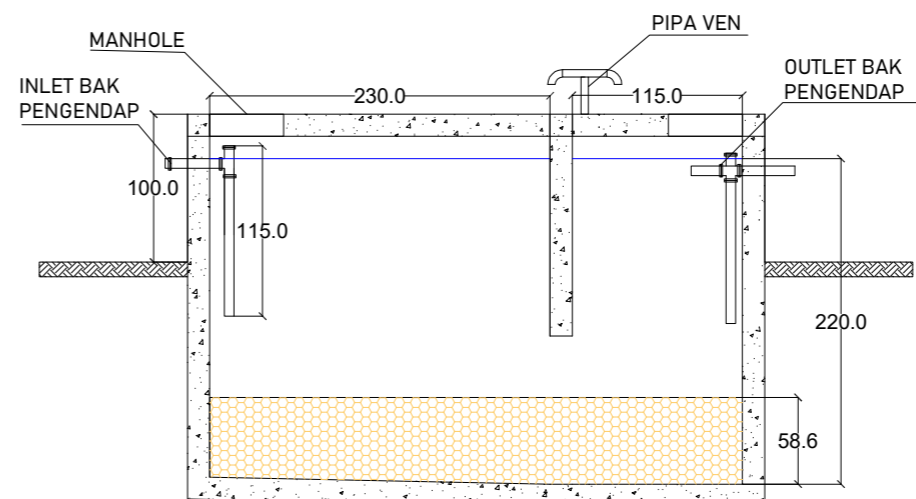
**POTONGAN AA' SUMUR PENGUMPUL
SKALA 1:50**



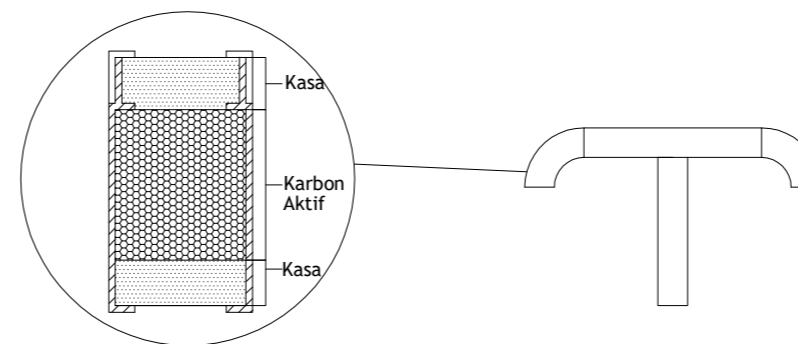
**POTONGAN BB' SUMUR PENGUMPUL
SKALA 1:50**



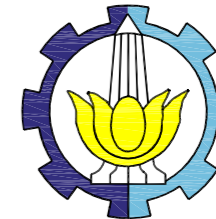
**TAMPAK ATAS BAK PENGENDAP AWAL
SKALA 1:50**



**POTONGAN AA' BAK PENGENDAP AWAL
SKALA 1:50**



**DETAIL PIPA VEN
TANPA SKALA**



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025




DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

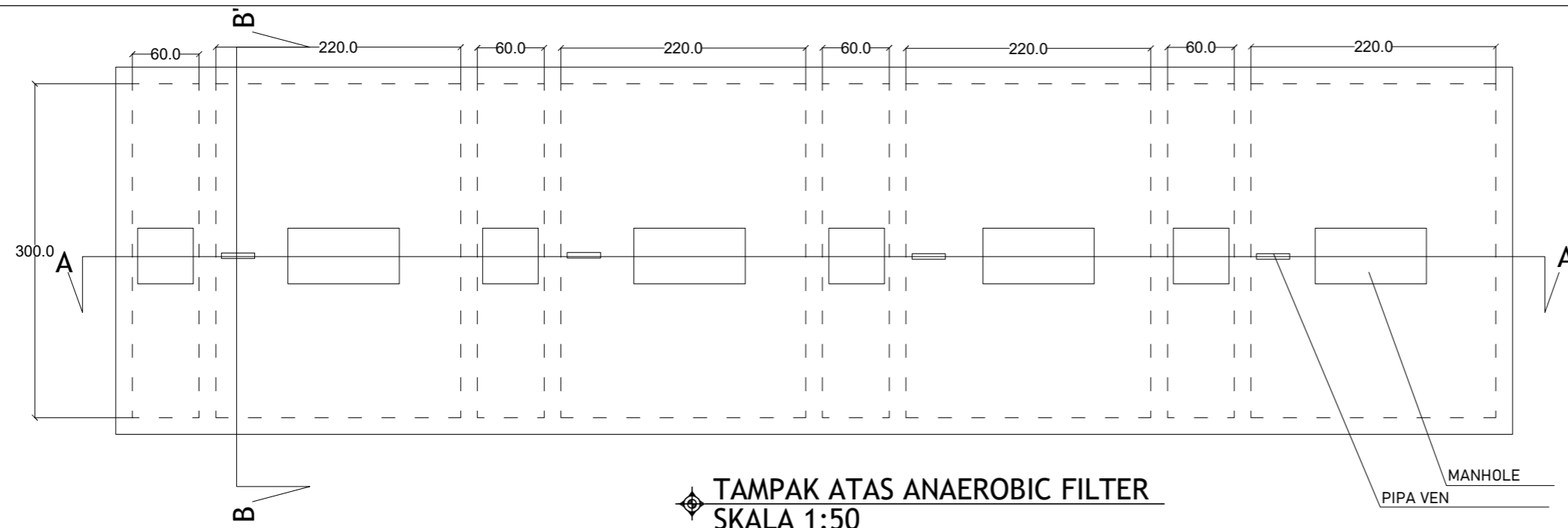
JUDUL GAMBAR

Anaerobic Filter

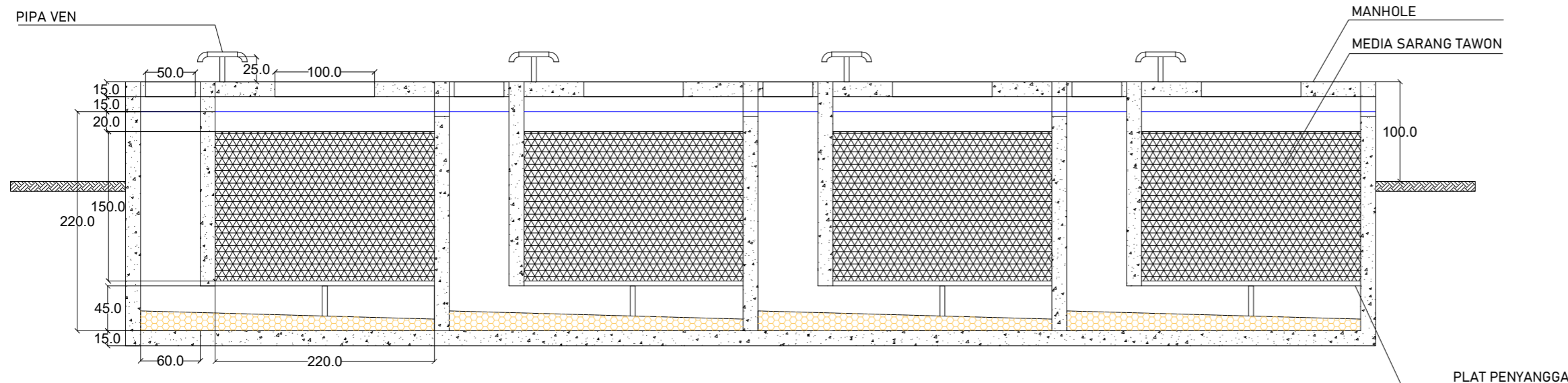
LEGENDA

-  Beton
-  Endapan Lumpur
-  Media Sarang Tawon

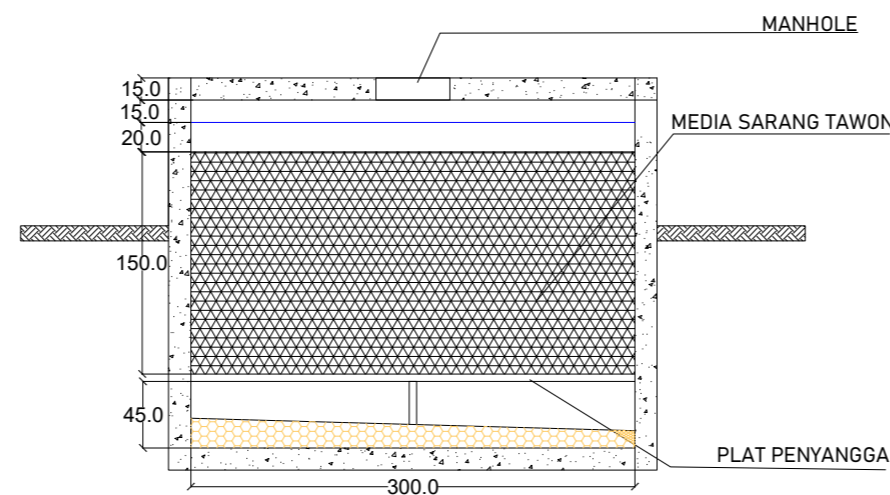
NO. GAMBAR	SKALA
2	1 : 50



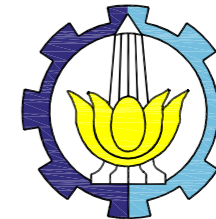
TAMPAK ATAS ANAEROBIC FILTER
SKALA 1:50



POTONGAN A-A' ANAEROBIC FILTER
SKALA 1:50



POTONGAN B-B' ANAEROBIC FILTER
SKALA 1:50



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

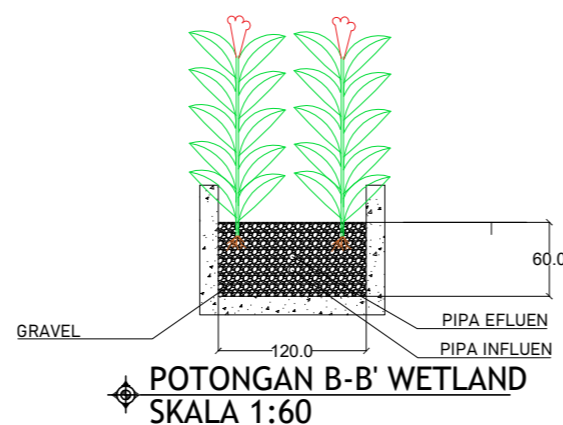
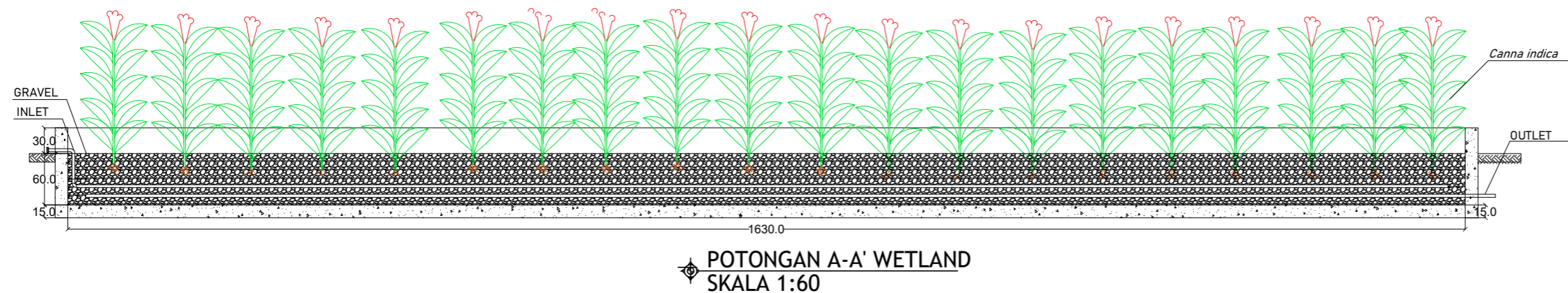
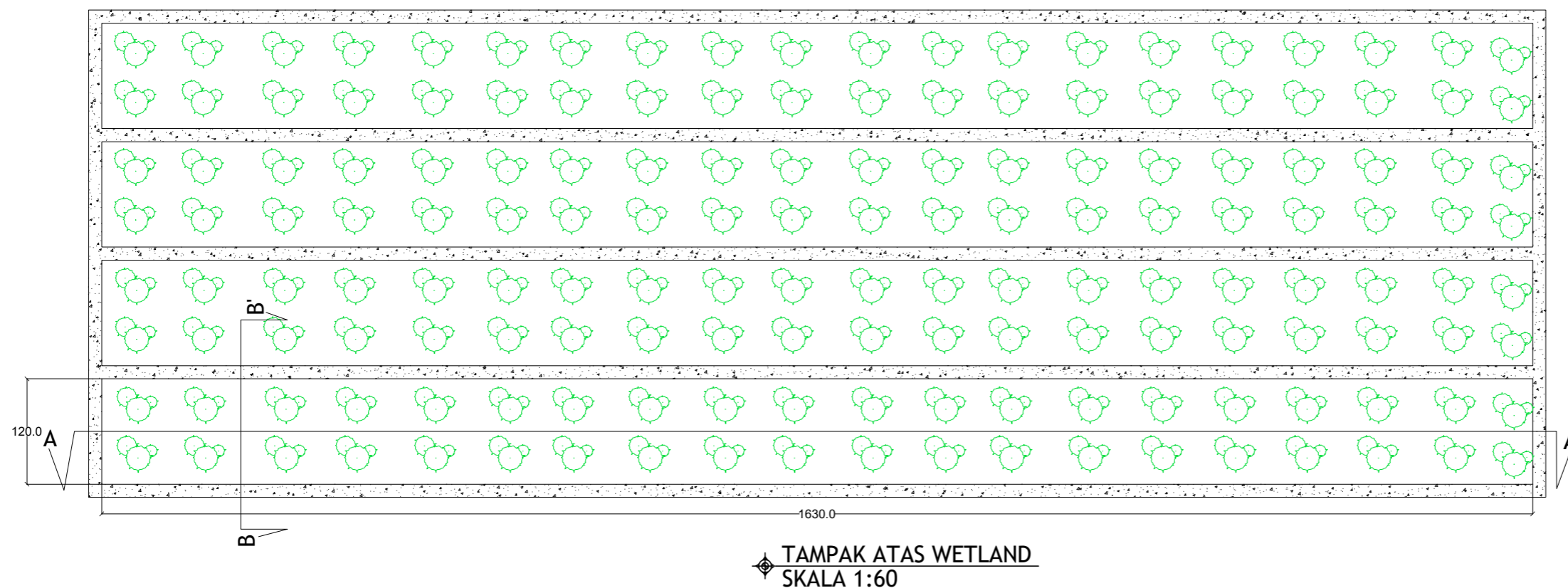
JUDUL GAMBAR

Wetland

LEGENDA

-  Beton
-  Gravel

NO. GAMBAR	SKALA
3	1 : 50





JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di
Kawasan Arboretum Sempaja, Kota
Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025



DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
1980201712041

JUDUL GAMBAR

Layout dan Profil Hidrolis
IPAL

LEGENDA

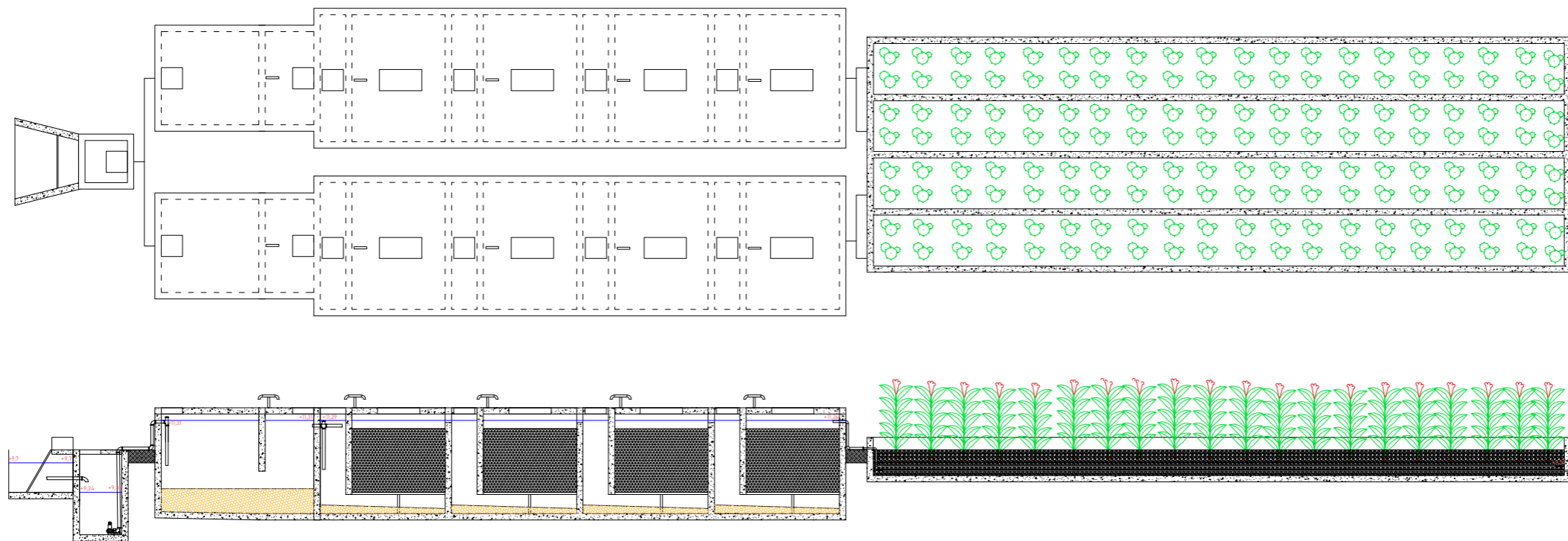
-  Beton
-  Endapan Lumpur

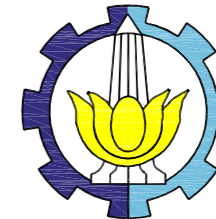
NO. GAMBAR

4

SKALA

1 : 130





JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di
Kawasan Arboretum Sempaja,
Kota Samarinda, Kalimantan
Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

JUDUL GAMBAR

Tampak Musola

LEGENDA

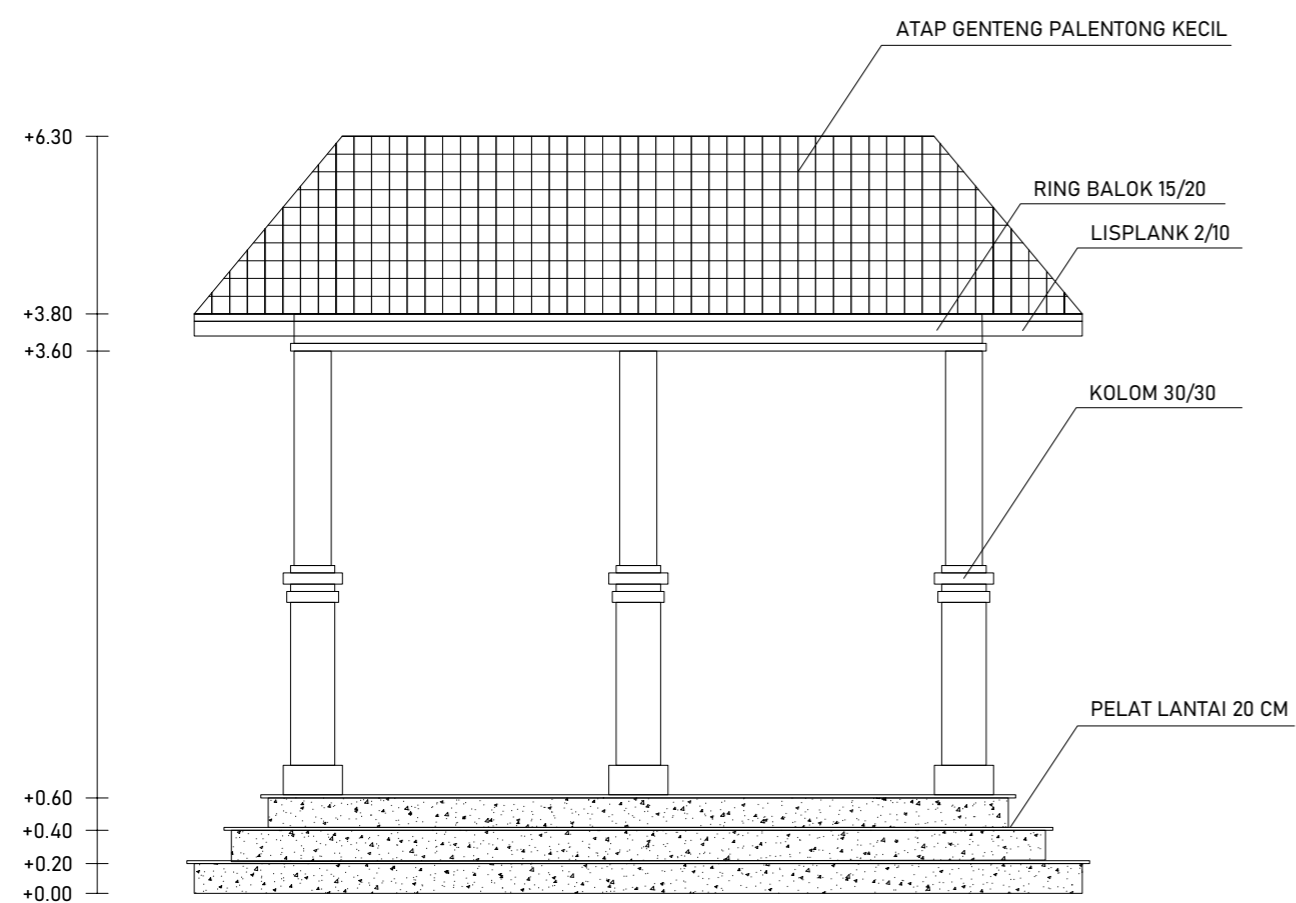
 Beton

NO. GAMBAR

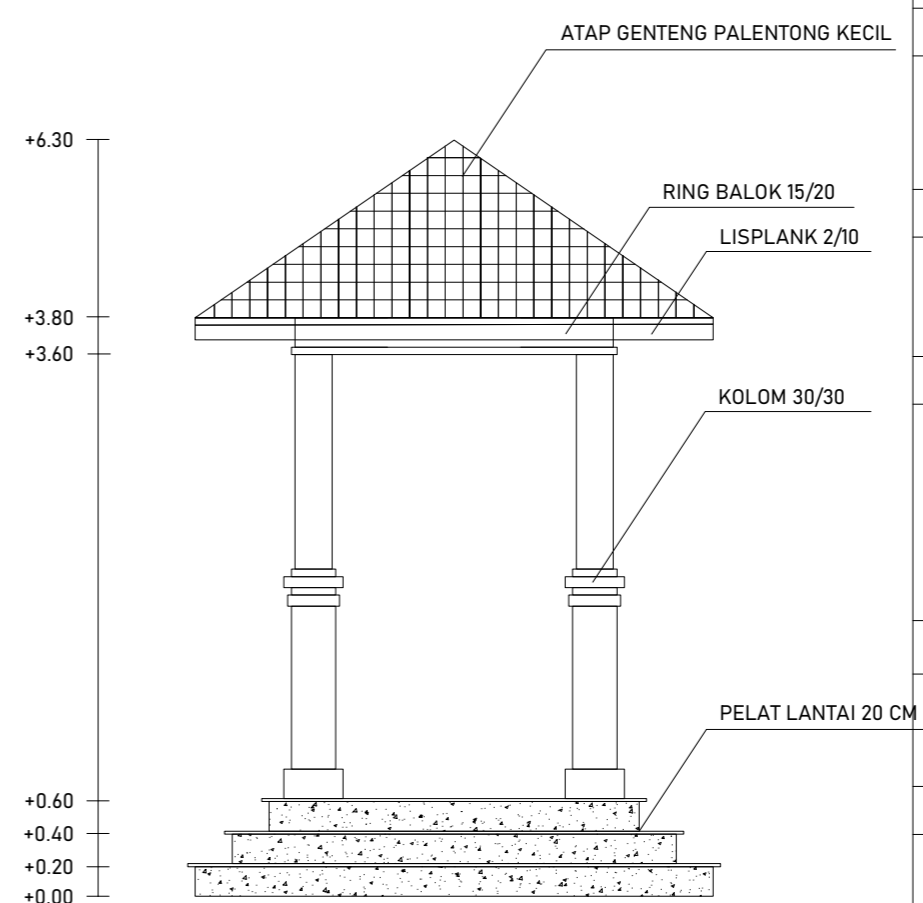
5

SKALA

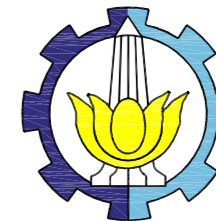
1 : 50



TAMPAK DEPAN MUSHOLA
SKALA 1:50



TAMPAK SAMPING MUSHOLA
SKALA 1:50



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di
Kawasan Arboretum Sempaja,
Kota Samarinda, Kalimantan
Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

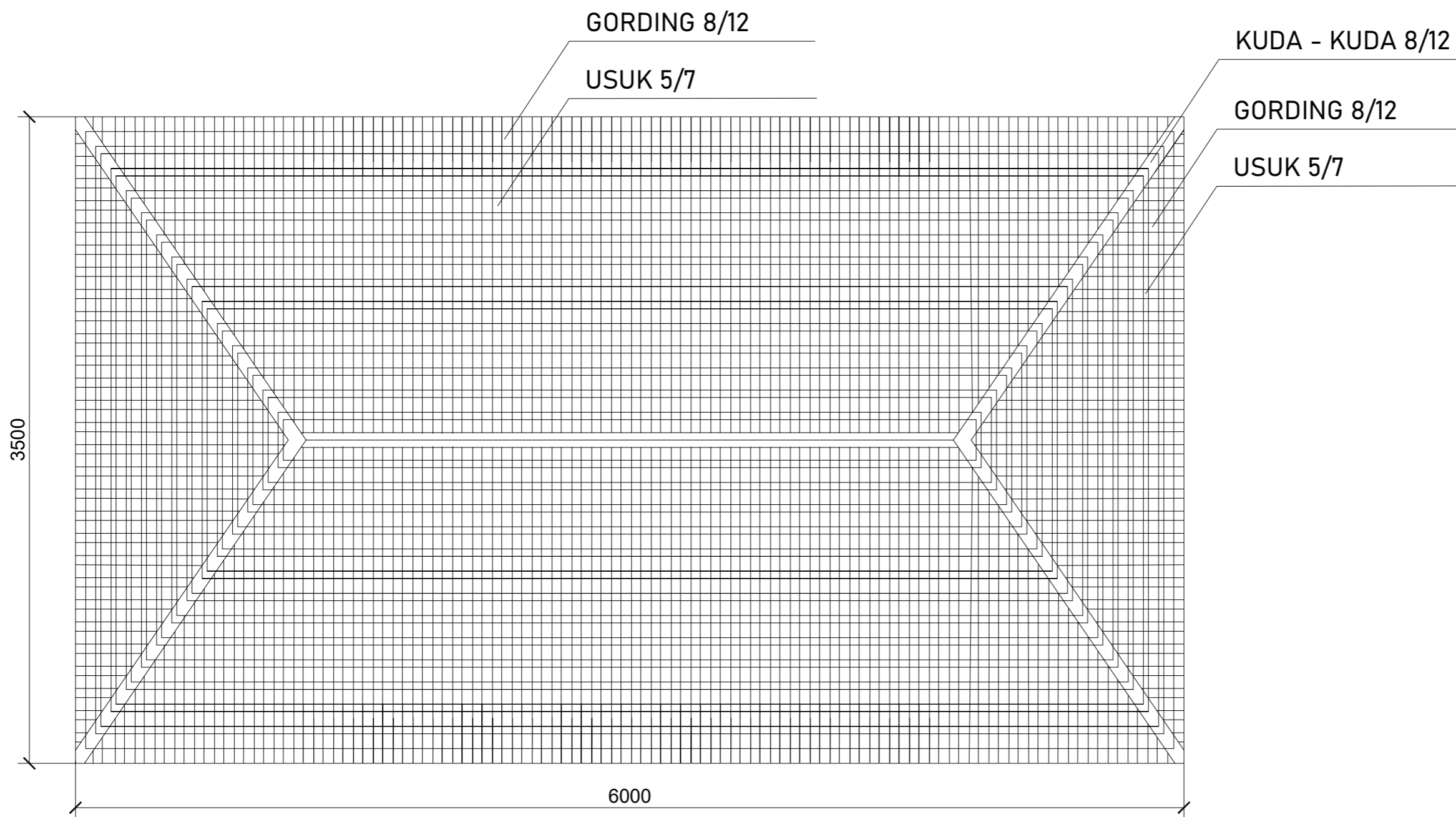
Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

JUDUL GAMBAR

Tampak Musola

LEGENDA

NO. GAMBAR	SKALA
6	1 : 50



TAMPAK ATAS MUSHOLA
SKALA 1:25



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

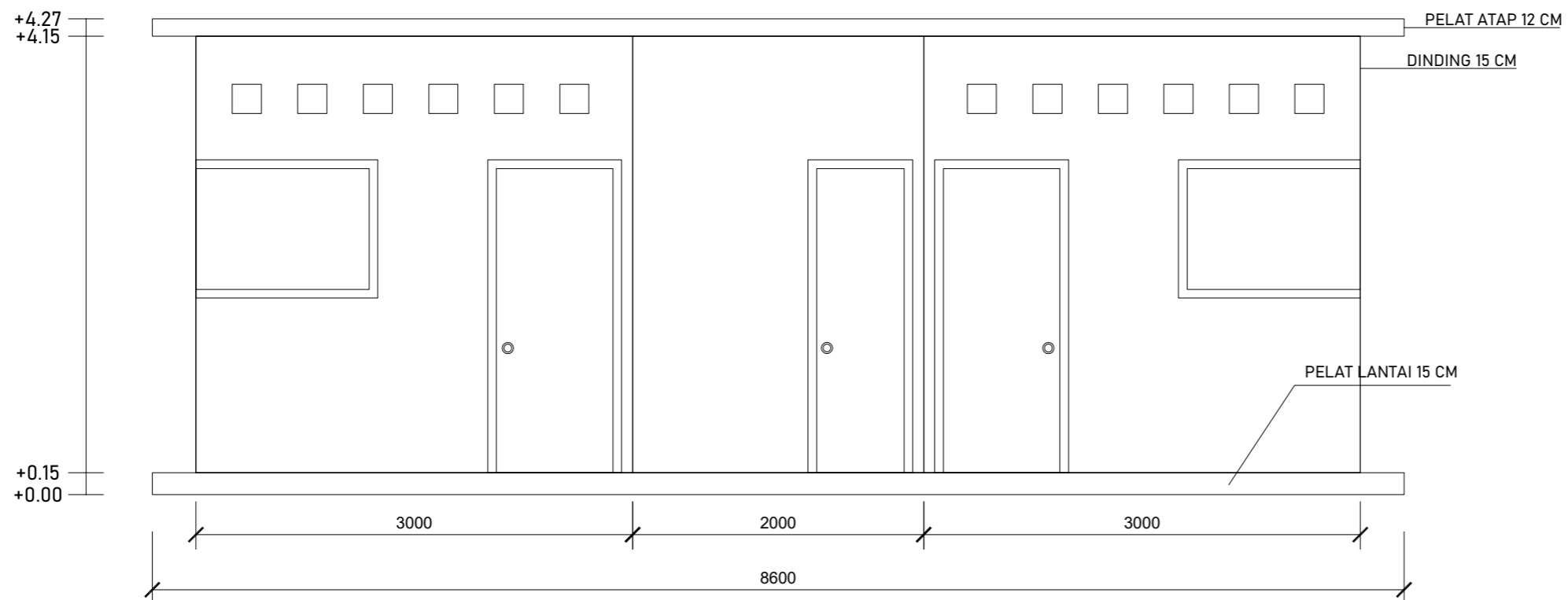
Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

JUDUL GAMBAR

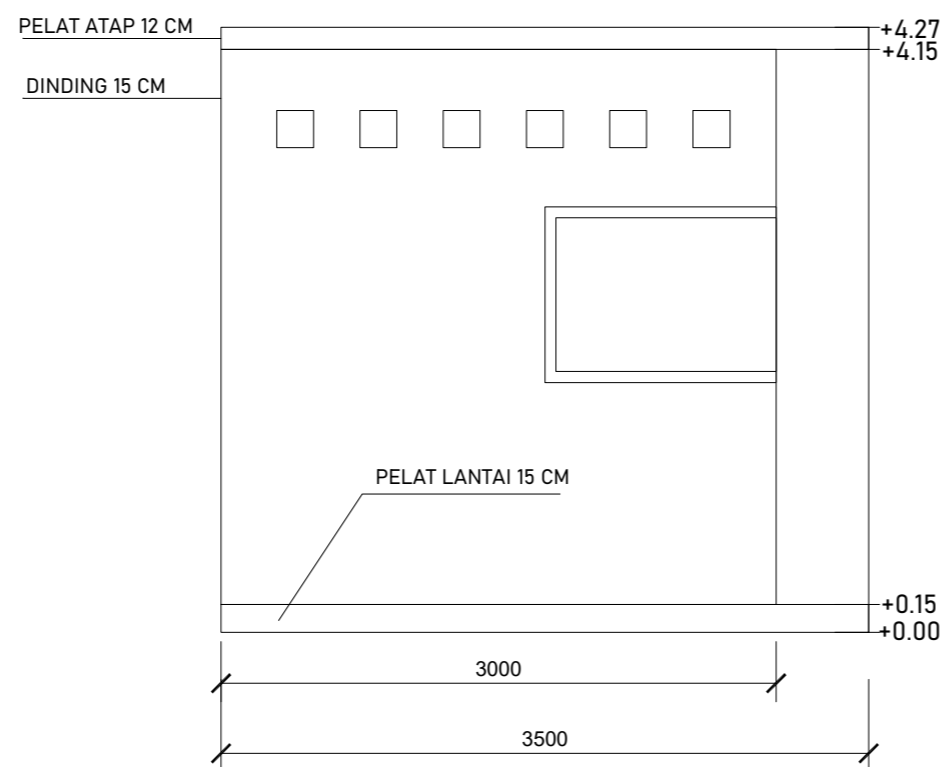
Tampak Pusat Informasi dan lainnya

LEGENDA

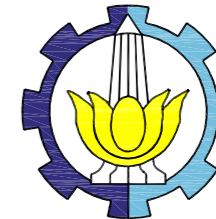
NO. GAMBAR	SKALA
7	1 : 50



TAMPAK DEPAN PUSAT INFORMASI & LAINNYA
SKALA 1:40



TAMPAK SAMPING PUSAT INFORMASI & LAINNYA
SKALA 1:40



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025



DOSEN PEMBIMBING

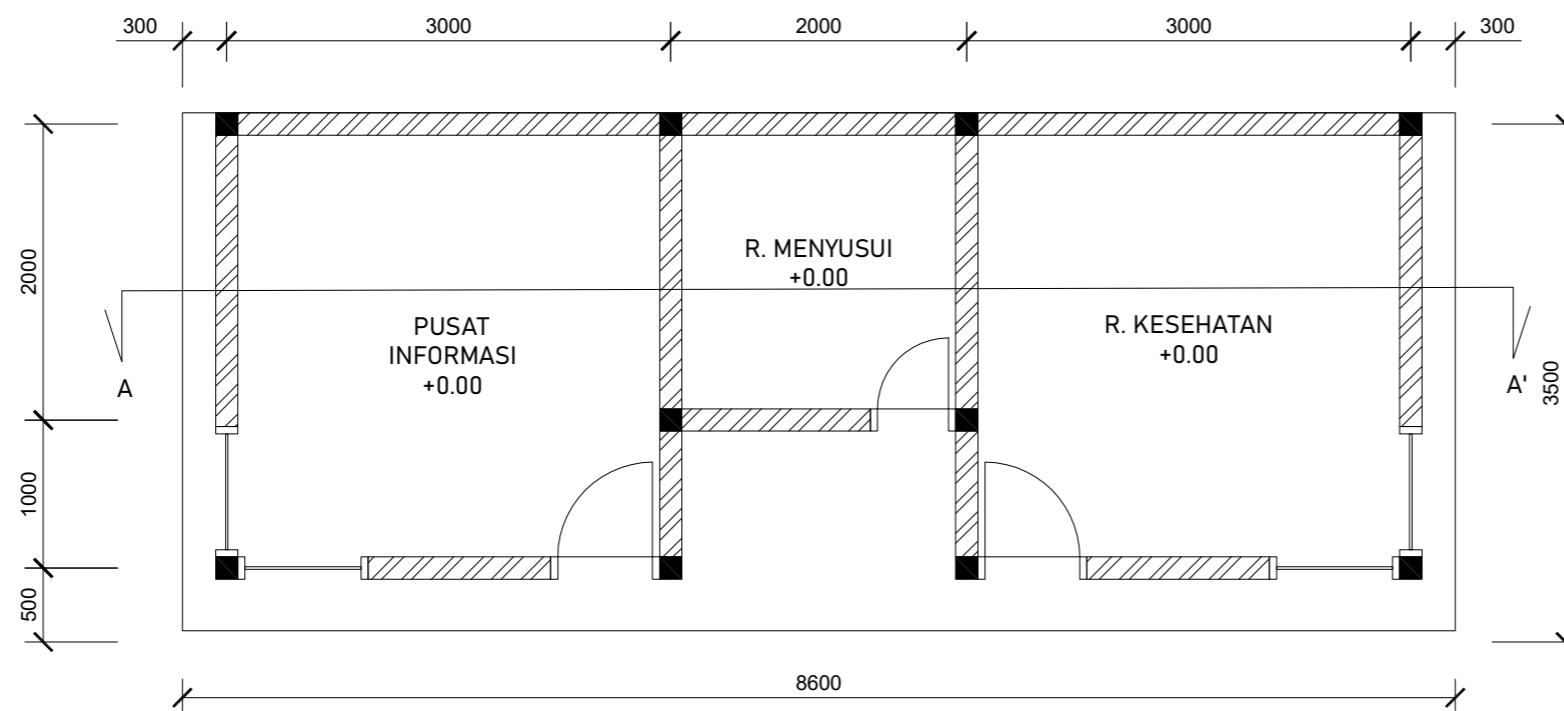
Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

JUDUL GAMBAR

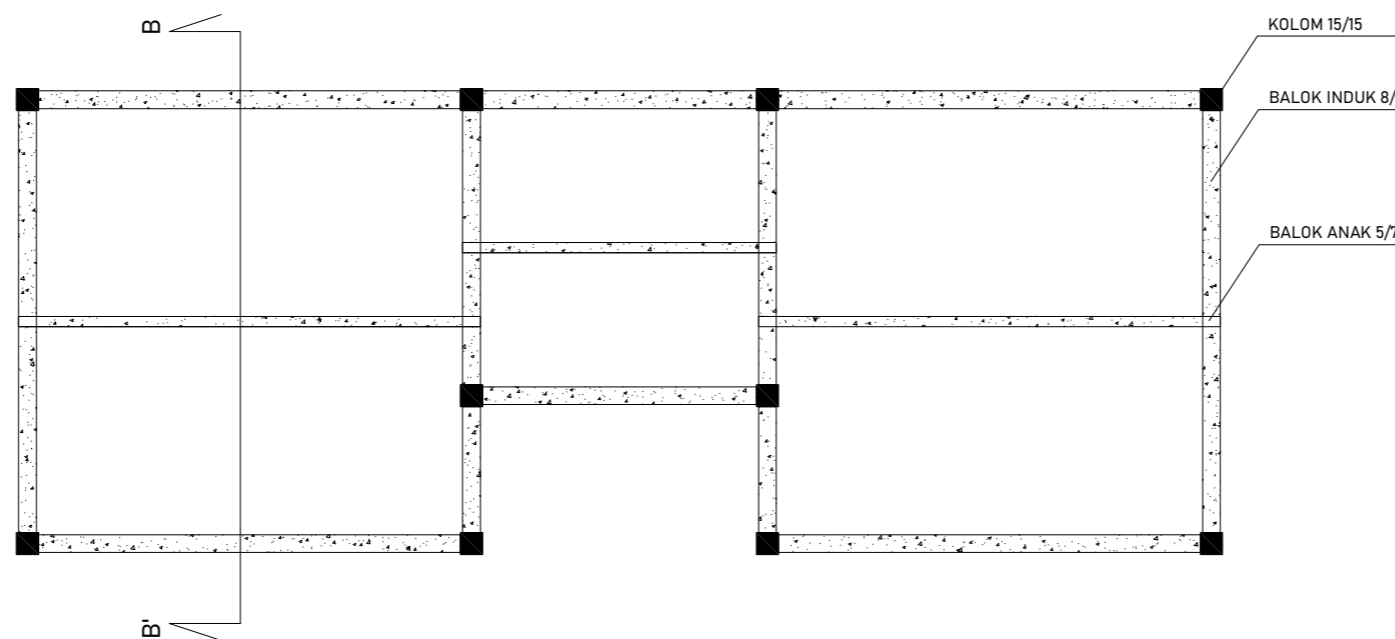
Tampak Pusat Informasi dan lainnya

LEGENDA

-  Beton
-  Dinding Bata



DENAH PUSAT INFORMASI & LAINNYA
SKALA 1:50



DENAH PEMBALOKAN PUSAT INFORMASI & LAINNYA
SKALA 1:50

NO. GAMBAR	SKALA
8	1 : 50



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

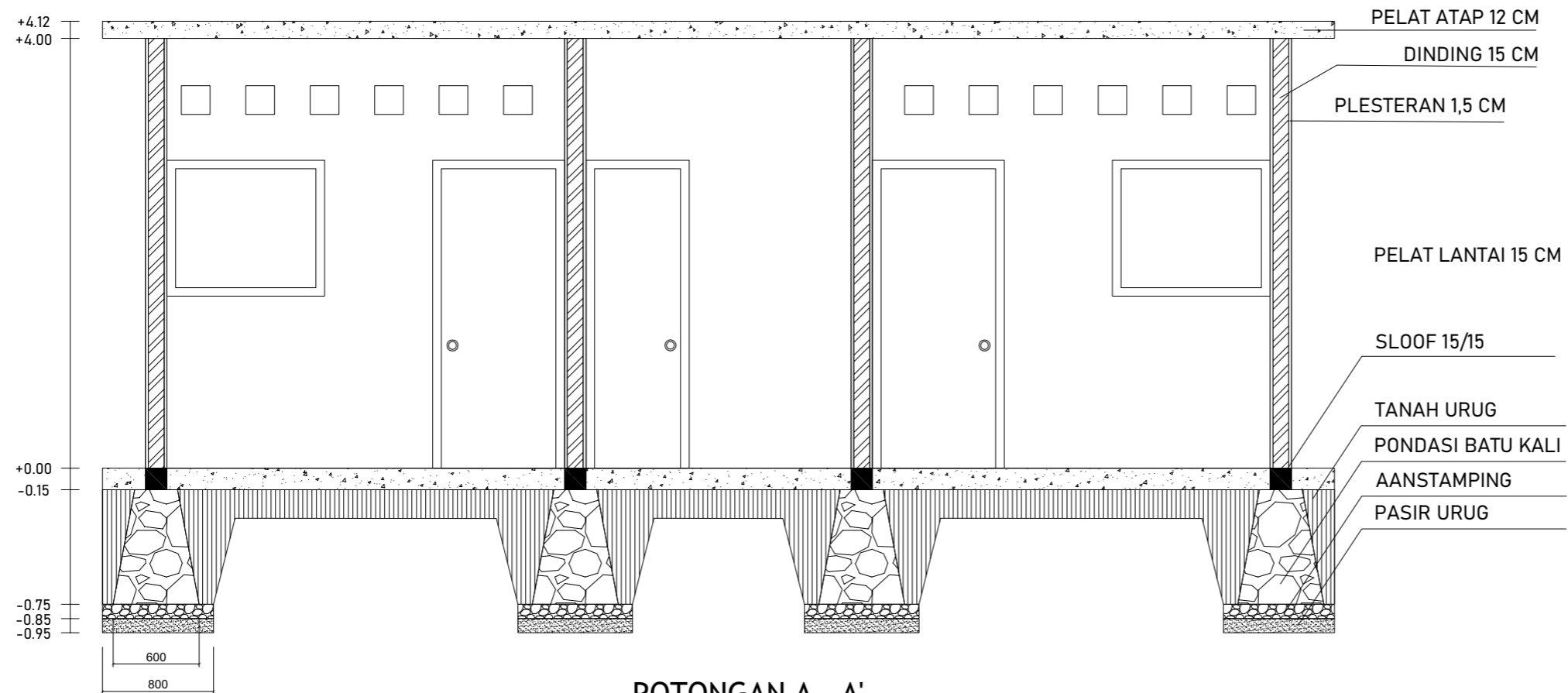
Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

JUDUL GAMBAR

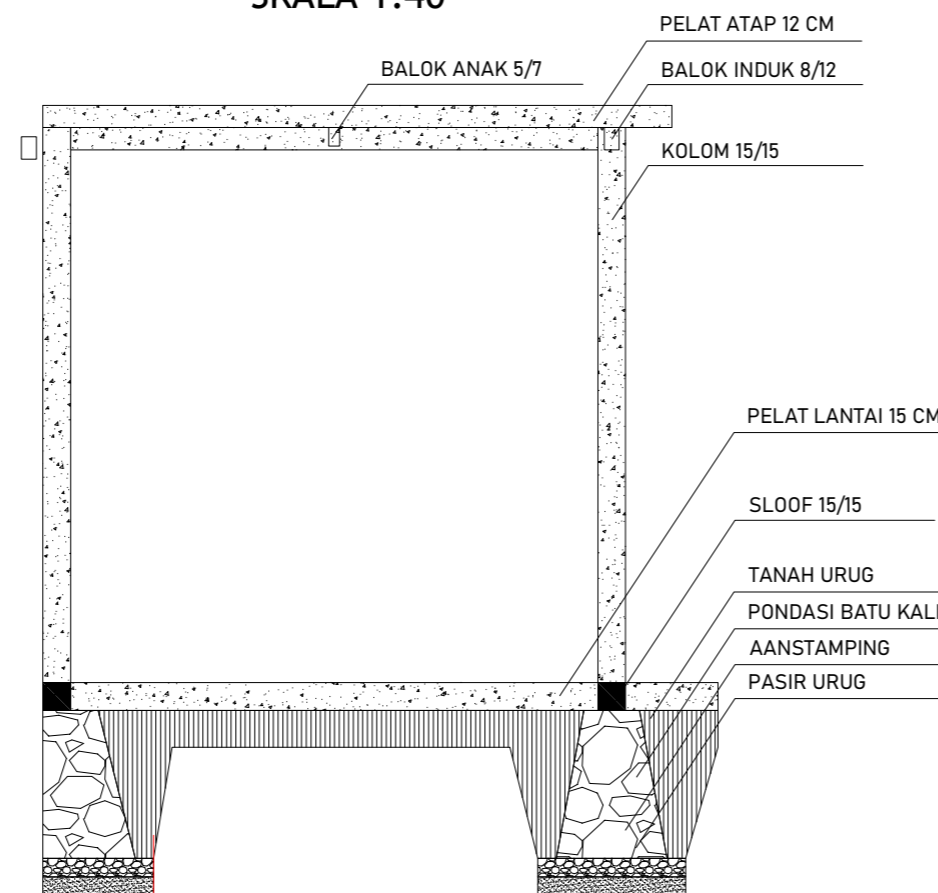
Tampak Pusat Informasi dan lainnya

LEGENDA

- Beton
- Dinding Bata
- Timbunan
- Batu Kali
- Aanstamping
- Pasir Urug



POTONGAN A - A'
SKALA 1:40



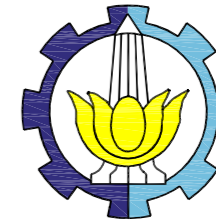
POTONGAN B - B'
SKALA 1:40

NO. GAMBAR

9

SKALA

1 : 50



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di
Kawasan Arboretum Sempaja,
Kota Samarinda, Kalimantan
Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

JUDUL GAMBAR

Denah Toilet

LEGENDA

 Beton

NO. GAMBAR

10

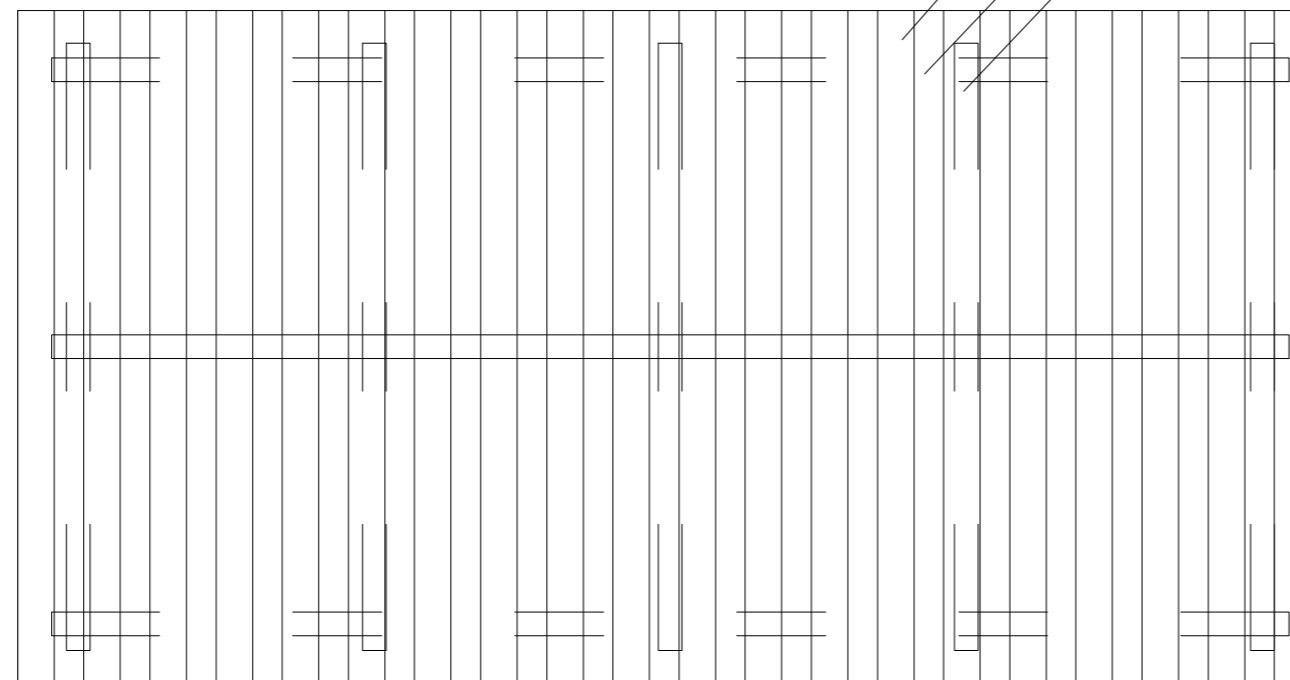
SKALA

1 : 50

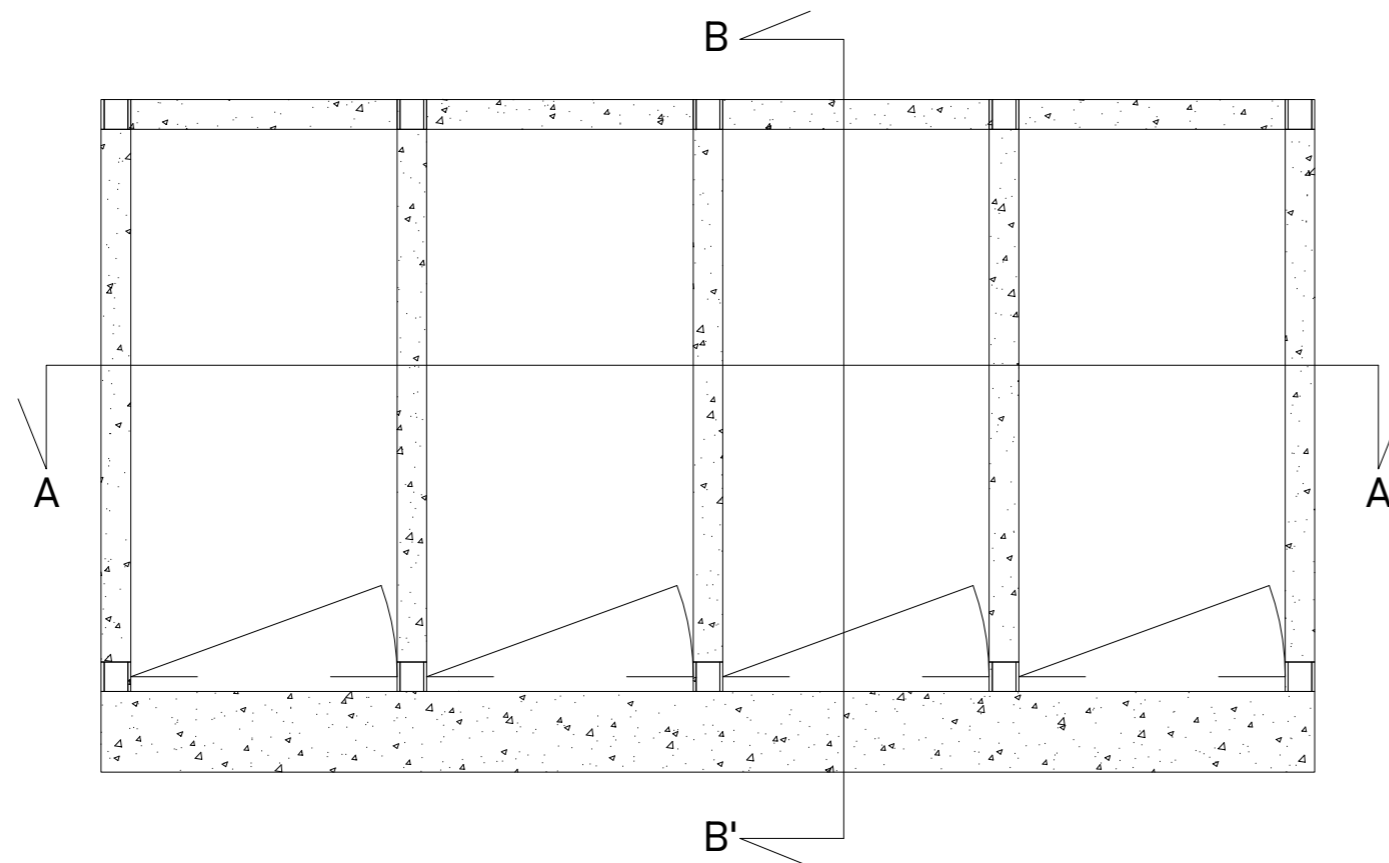
ATAP SENG GELOMBANG

BALOK KAYU 5/7

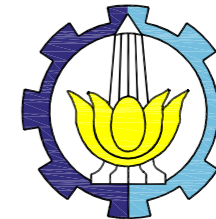
BALOK KAYU 8/10



DENAH ATAP
SKALA 1:25



DENAH TOILET
SKALA 1:25



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di
Kawasan Arboretum Sempaja,
Kota Samarinda, Kalimantan
Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

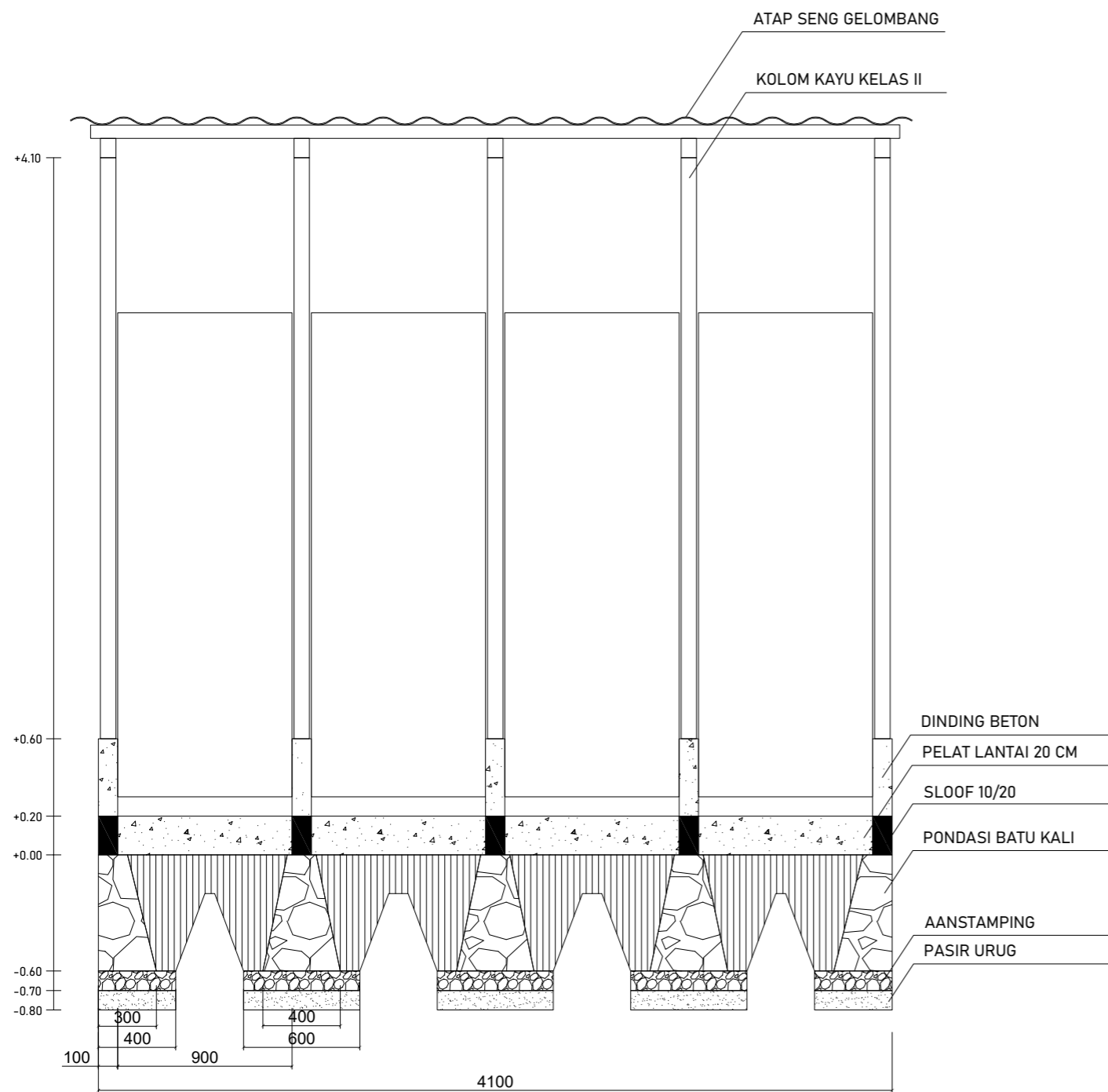
JUDUL GAMBAR

Potongan Toilet

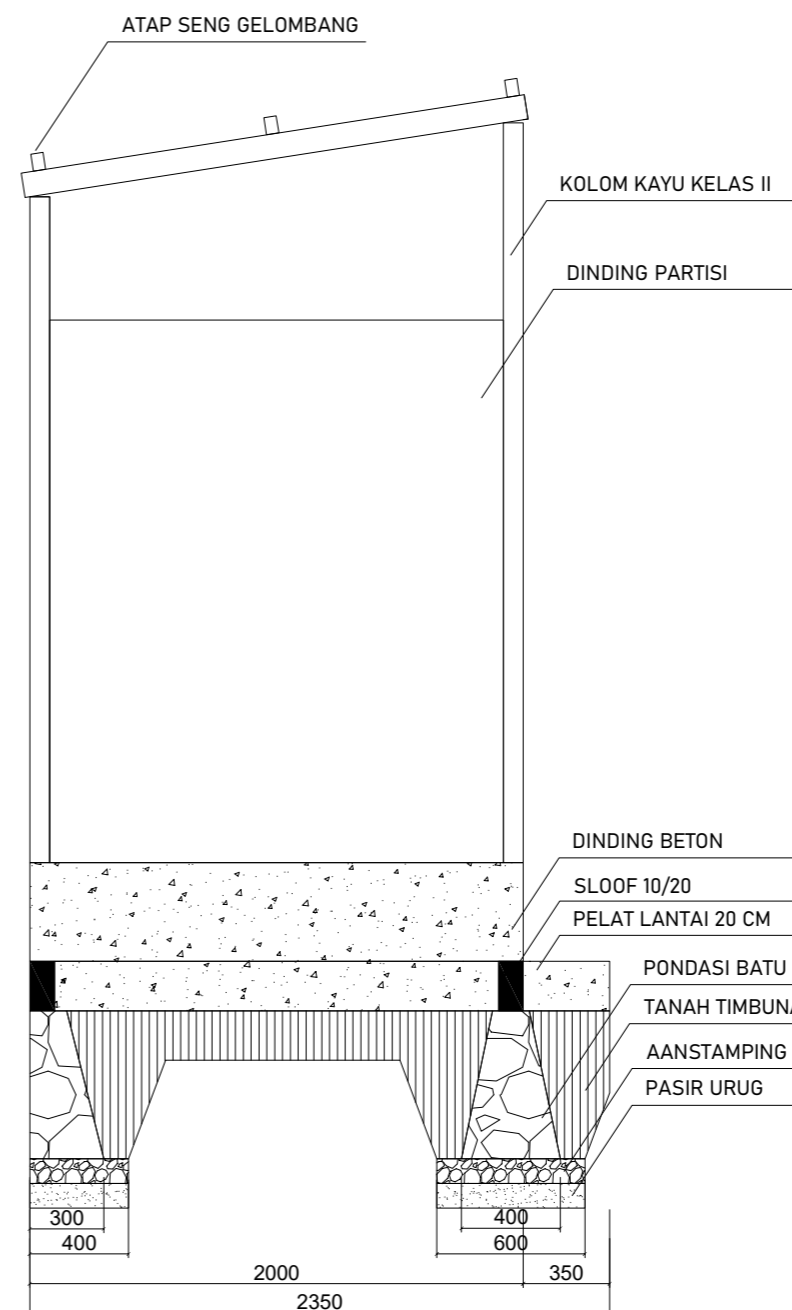
LEGENDA

-  Beton
-  Timbunan
-  Batu Kali
-  Anstamping
-  Pasir Urug

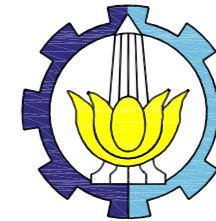
NO. GAMBAR	SKALA
11	1 : 50



POTONGAN A - A'
SKALA 1:30



POTONGAN B - B'
SKALA 1:30



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
NIP. 1980201712041

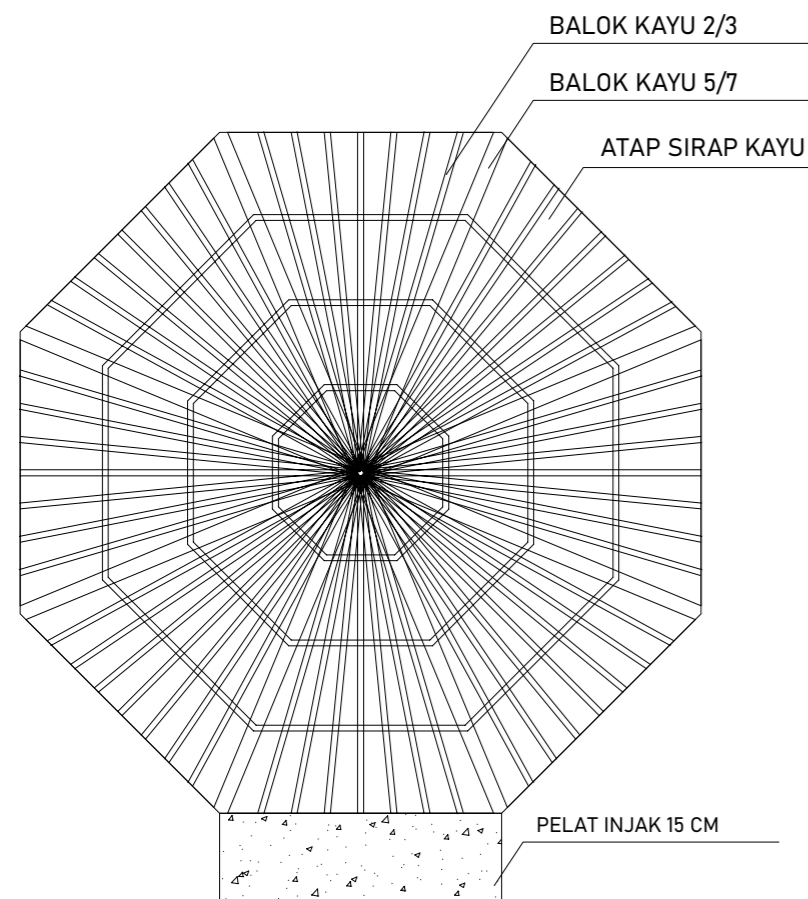
JUDUL GAMBAR

Tampak Gazebo

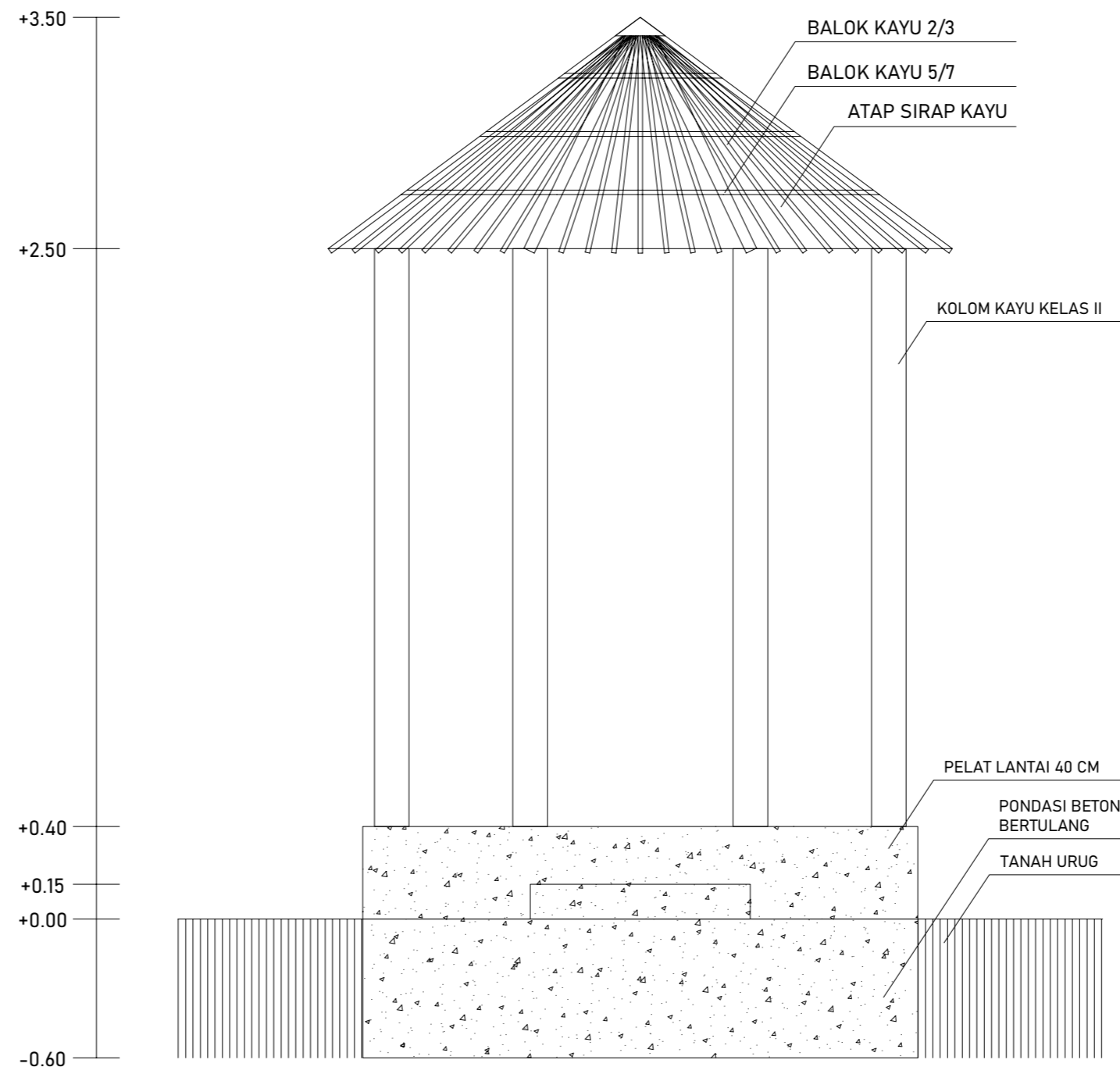
LEGENDA

-  Beton
-  Timbunan

NO. GAMBAR	SKALA
12	1 : 50



TAMPAK ATAS GAZEBO
SKALA 1:25



TAMPAK SAMPING GAZEBO
SKALA 1:25



JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

DEPARTEMEN

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

NAMA MAHASISWA

Ririn Triyanita
0321184000025

DOSEN PEMBIMBING

Ervin Nurhayati, ST., MT, PhD
1980201712041

JUDUL GAMBAR

Layout Ekoriparian

KETERANGAN

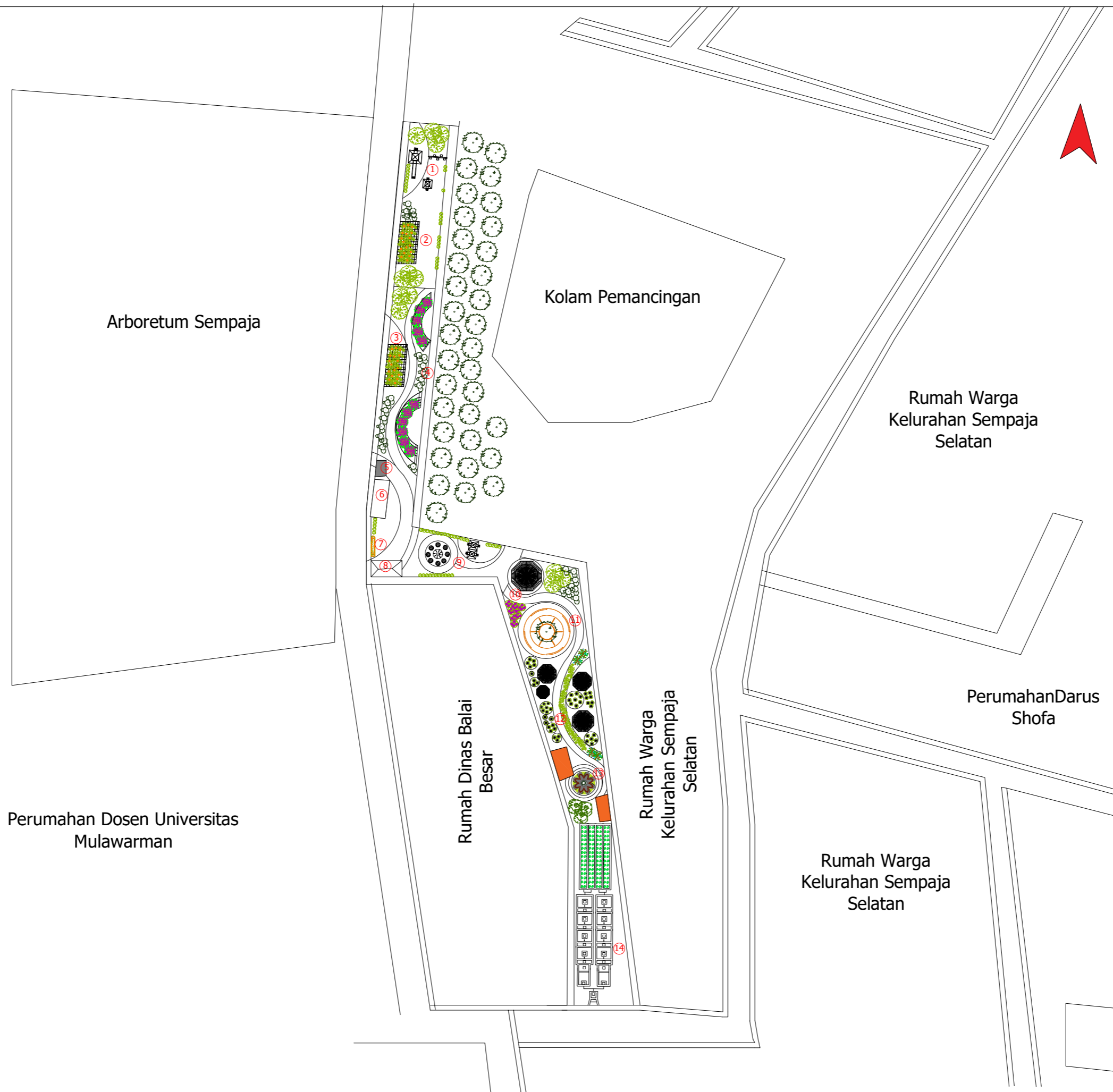
1. *Play ground* dan arena olahraga
2. Taman baca
3. *Foodcourt*
4. Tempat duduk view pemancingan
5. Toilet
6. Kantor administrasi dan informasi
7. Pintu masuk
8. Musholla
9. *Playground 2*
10. *Foodcourt 2*
11. *Community center 1*
12. Area hidroponik
13. *Community center 2*
14. IPAL

NO. GAMBAR

13

SKALA

1 : 130





Keterangan :

Tahap 1

- A: *Playground* dan Area Olahraga
- B: Area Tempat Duduk View Pemancingan
- C: Toilet
- D: Kantor Administrasi dan Informasi
- E: Playground 2
- F: Area Pembibitan
- G: IPAL

Tahap 2

- H: Community Centre/Amphitheatre
- I : Area Taman Baca
- J: Foodcourt
- K: Musholla Besar
- L: Community Centre 1
- M: Taman Edukasi IPAL

Site Plan



Tampak Barat



Tampak Timur



Tampak Selatan



Tampak Utara



Potongan A-A



Potongan B-B

BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan anak terakhir dari 3 bersaudara yang lahir di Gresik pada tanggal 31 Maret 2001. Penulis mengenyam pendidikan dasar di SDN 2 Tenggor (2006-2012), dilanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Balongpanggung (2012-2015), dan menengah atas di SMA Negeri 1 Gresik (2015-2018). Selama masa SMA penulis sangat tertarik dengan lomba-lomba terkait penataan lingkungan, hingga akhirnya penulis memutuskan melanjutkan pendidikan di Departemen Teknik Lingkungan ITS. Penulis diterima melalui jalur SNMPTN pada tahun 2018 dengan NRP 03211840000025. Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium Mikrobiologi dan Kimia Lingkungan. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi departemen, yaitu sebagai staff Divisi Riset dan Teknologi HMTL ITS pada tahun 2019-2021. Penulis juga aktif menjadi Trainer Keilmiah ITS Batch 9 pada tahun 2020-2021, selama itu penulis aktif menjadi *reviewer* kompetisi keilmiah, pembimbing lomba dan pemateri dalam *workshop* keilmiah. Penulis aktif mengikuti kompetisi nasional dan berhasil memenangkan beberapa kompetisi. Pada tahun 2021, penulis memperoleh juara 1 Lomba Desain Pemulihan Lingkungan kategori pemberdayaan masyarakat yang diadakan KLHK. Pada tahun 2020, penulis memperoleh juara 1 Lomba Desain IPAL Domestik kategori desain terbaik. Pada tahun 2019, penulis berhasil mendapat kesempatan menjadi finalis pada PIMNAS 32 PKM-GT. Semasa perkuliahan, penulis juga mendapat kesempatan menjadi delegasi pada *UNESCO Water Resilience Challenge* yang diadakan The Water Agency dan UNESCO pada tahun 2021. Penulis juga mengikuti program *Catalyst Changemakers Lab* yang diadakan Yayasan Anak Bangsa Indonesia pada tahun 2021-2022 untuk menyelesaikan permasalahan akses air bersih di Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui surel di ririnriyanita123@gmail.com.



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Ririn Triyanita
NRP : 03211840000025
Judul : Perencanaan Ekoriarian di Kawasan Arboretum Sempaja,
Kota Samarinda, Kalimantan Timur

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	14/12/2021	Asistensi teknis konversi dan rencana konversi lomba menjadi tugas akhir	R
2	20/12/2021	Asistensi tentang Bab 1-3	R
3	31/12/2021	Asistensi Bab 4, khususnya tentang IPAL	R
4	10/01/2022	Asistensi revisi pengolahan IPAL, dan asistensi tentang pemberdayaan masyarakat	R
5	13/01/2022	Asistensi dan finalisasi Bab 1-4	R
6	16/01/2022	Asistensi dan latihan presentasi	R
7	10/02/2022	Asistensi hasil revisi dosen penguji	R
8	16/02/2022	<i>Checking</i> akhir laporan	R

Surabaya, 22 Juli 2022
Dosen Pembimbing

Ervin Nurhayati, ST., MT., Ph.D.



BERITA ACARA
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR
GENAP 2021 / 2022

Pada

Hari, Tanggal : 17 Januari 2021
Jam : 15.30 - 14.30
Tempat : R. 203

telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir :

Judul : Perencanaan Ekoriparian di Kawasan Arboretum Sempaja, Kota Samarinda,
Kalimantan Timur

Nama Mahasiswa : Ririn Triyanita
Nrp. : 0321184000025
Program Studi : S-1 Teknik Lingkungan ITS
Bidang Keahlian :

Tanda Tangan :

Dari hasil pengujian dinyatakan :

1. LULUS DENGAN PERBAIKAN MINOR *)

2. TIDAK LULUS

Kejadian selama ujian Tugas Akhir :

.....
.....
.....

Tim Penguji :

Nama	(Tanda Tangan)
1. Dr. Ir. Agus Slamet, MSc	
2. Harmin Sulistyoning Titah, ST., MT., PhD	
3. Ipung Fitri Purwanti, ST, MT, PhD	
4. Dr. Eng. Arie Dipareza Syafe'i, ST., MEPM	

Pembimbing,

(.....)
Ervin Nurhayati, S.T., M.T., Ph.D.

Keterangan:

- *) Jangka waktu perbaikan tugas akhir (lingkari salah satu) : 1 - 2 - 3 - 4 minggu.
Apabila waktu tersebut tidak dipenuhi, maka nilai ujian tugas akhir dianggap batal dan mahasiswa yang bersangkutan diwajibkan mengulang ujian lisan.