



TUGAS AKHIR - RE 184804

# PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH KEGIATAN USAHA PENCUCIAN MOBIL DI SURABAYA UNTUK PENGGUNAAN KEMBALI SEBAGAI AIR BERSIH

NAKULA FIRSTIAN WINANDA

0321164000057

Dosen Pembimbing:

Bieby Voijant Tangahu ST., MT., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020



**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH KEGIATAN USAHA PENCUCIAN MOBIL  
DI SURABAYA UNTUK PENGGUNAAN KEMBALI  
SEBAGAI AIR BERSIH**

**NAKULA FIRSTIAN WINANDA**

**0321164000057**

Dosen Pembimbing:

**Bieby Voijant Tangahu ST., MT., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**2020**



**TUGAS AKHIR - RE 184804**

# **DESIGN OF CARWASH WASTEWATER TREATMENT PLANT IN SURABAYA FOR REUSEABLE WATER**

**NAKULA FIRSTIAN WINANDA**

**0321164000057**

**Dosen Pembimbing:**

**Bieby Vojjant Tangahu ST., MT., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**2020**



**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH**  
**KEGIATAN USAHA PENCUCIAN MOBIL DI SURABAYA**  
**UNTUK PENGGUNAAN KEMBALI SEBAGAI AIR BERSIH**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**NAKULA FIRSTIAN WINANDA**

Nrp.03211640000057

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Bieby Vojiant Tangahu ST., MT., Ph.D.

NIP.19710818 199703 2 001



'Halaman ini sengaja dikosongkan'

# PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH KEGIATAN USAHA PENCUCIAN MOBIL DI SURABAYA UNTUK PENGGUNAAN KEMBALI SEBAGAI AIR BERSIH

Nama Mahasiswa : Nakula Firstian Winanda  
NRP : 03211640000057  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Bieby Voijant Tangahu, ST, MT., Ph.D.

## ABSTRAK

Pencemaran lingkungan yang terjadi di Surabaya tidak terlepas dari kegiatan-kegiatan usaha yang membuang air limbahnya secara sembarangan, salah satunya kegiatan pencucian mobil. Kegiatan-kegiatan usaha ini kebanyakan belum memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sendiri untuk mengolah air limbahnya. Padahal kegiatan usaha pencucian mobil air limbahnya lebih didominasi dengan surfaktan dan minyak yang jika dibuang langsung ke badan air akan menurunkan kualitas air dan menyebabkan penurunan kemampuan *self purification* pada badan air tersebut. Kegiatan usaha pencucian mobil belum memiliki IPAL biasanya dikarenakan biaya yang tidak murah dan tidak menguntungkan bagi usaha mereka. Maka untuk menjawab permasalahan tersebut maka dipilih alternatif IPAL yang dapat mengolah air limbah hasil pencucian mobil menjadi air bersih yang dapat digunakan kembali untuk pencucian mobil. Dengan demikian, usaha pencucian mobil ini dapat tertarik untuk memiliki IPAL. Selain itu dalam perencanaan ini dirancang juga *detail engineering design* (DED) IPAL, lalu menghitung Rancangan Anggaran Biaya (RAB) IPAL dan nilai Investasinya.

Tahap perencanaan dimulai dari studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder, lalu analisis data yang diperoleh, pemilihan dan penetapan alternatif unit IPAL, perhitungan IPAL, penggambaran *detail engineering design* (DED)

IPAL, serta penyusunan *bill of quantity* (BOQ) dan RAB dan menghitung nilai investasi IPAL.

IPAL yang direncanakan yaitu menggunakan *oil trap*, bak ekualisasi, *upflow anaerobic filter* (UAF), *activated carbon*, dan bak pengumpul. Dimensi dari unit *oil trap*, bak ekualisasi, UAF (dua kompartemen), bak *activated carbon*, dan bak pengumpul berturut-turut yaitu sebesar 0,8 m x 0,4 m x 0,8 m; 2 m x 1 m x 1 m; 2,4 m x 1,2 m x 1 m; 0,5m x 0,5 m x 1,2 m; 2 m x 1 m x 1 m. Sedangkan biaya yang diperlukan untuk pembangunan IPAL ini yaitu sebesar Rp. 10.294.450. Selanjutnya pada perhitungan nilai investasi IPAL, diketahui *Break Even Point* (BEP) terjadi pada bulan ke-28 sejak awal dirikannya IPAL.

**Kata Kunci: Air Bersih, Air Limbah, IPAL, Pencucian Mobil, Penggunaan Kembali.**



# **DESIGN OF CARWASH WASTEWATER TREATMENT PLANT IN SURABAYA FOR REUSEABLE WATER**

Name of Student : Nakula Firstian Winanda  
NRP : 03211640000057  
Department : Teknik Lingkungan  
Supervisor : Bieby Voijant Tangahu, ST, MT., Ph.D.

## **ABSTRACT**

Environmental pollution that occurs in Surabaya is inseparable from business activities that dispose of waste water carelessly, one of them is car washing bussiness. Most of these business activities do not yet have their own wastewater treatment plants (WWTP) to treat their waste. The car washing activities wastewater are more dominated by surfactants and oil which, if discharged directly into river, will reduce water quality and decrease the ability of river to do self purification. The car wash bussiness usually doesn't have the WWTP because they think it expensive and nonprofit for their bussiness. To answer that problem, we need the right decission for choosing the right unit of WWTP that can process the wastewater into clean water that reusable for car washing. So the owner of this bussiness can interest to build WWTP for their bussiness activity. Furthermore, for this planning, we also design the DED, then calculate the budget plan and the investation value.

The planning stages started from collecting the primary and secondary data, then analyze the data, chosing the right alternative of WWTP units, the calculation of WWTP, drawing the detail engineering design of WWTP, then calculate the bill of quantity (BOQ) and budget plan, and calculate the investation value.

WWTP is planned to use oil trap, equalization tanks, upflow anaerobic filters (UAF), activated carbon, and collecting tanks. The dimension of the oil trap unit, the equalization tank, UAF

(two compartments), the activated carbon tank, and the collecting tank respectively were 0.8 m x 0.4 m x 0.8 m; 2 m x 1m x 1 m; 2.4 m x 1.2 m x 1 m; 0.5m x 0.5 m x 1.2 m; 2m x 1m x 1m. While the costs required for the construction of this WWTP is Rp. 10.294.450. Then, in calculating of the investment value of WWTP, it is known that Break Even Point (BEP) occurred on 28th month since the beginning of the WWTP establishment.

**Key Words: Car Wash, Clean Water, Reuse, Wastewater, WWTP.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, kemudahan, petunjuk serta karunia-Nya. Sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS dengan judul “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kegiatan Usaha Pencucian Mobil di Surabaya untuk Penggunaan Kembali sebagai Air Bersih”. Tugas Akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu tentunya tidak lepas dari peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Bieby Voijant Tangahu, ST, MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan arahan kepada penulis selama kegiatan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Seluruh dosen pengarah penulis selama pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan saran, arahan, dan bimbingan untuk kelancaran penyusunan Tugas Akhir.
3. Orang tua penulis yaitu Bapak Bambang Widjanarko dan Ibu Henny Novianti, yang telah memberikan dukungan penuh, baik doa maupun materi demi terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman Teknik Lingkungan ITS dari angkatan 2016-2018 yang telah membantu proses penelitian penulis hingga penyusunan laporan tugas akhir.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini tentunya masih ada kekurangan dan laporan ini belum sempurna. Saran dan kritik yang membangun diharapkan untuk mengembangkan perencanaan ini.

Surabaya, Agustus 2020 Penulis

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Definisi Kegiatan Usaha Pencucian Mobil .....	5
2.2. Definisi Air Limbah .....	5
2.3. Gambaran Umum Wilayah Perencanaan .....	6
2.4. Karakteristik Air Limbah Kegiatan Usaha Pencucian Mobil.....	7
2.5. Baku Mutu Air Limbah untuk Penggunaan Kembali .....	8
2.6. Proses Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil.....	9
2.7. Alternatif Unit Pengolahan Air Limbah .....	10

### **BAB III METODE PERENCANAAN**

3.1 Umum.....	13
3.2 Kerangka Perencanaan .....	13

3.3	Tahapan Perencanaan.....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Penentuan Debit Air Limbah Pencucian Mobil.....	21
4.2	Karakteristik Air Limbah Pencucian Mobil.....	21
4.3	Alternatif Unit Pengolahan Air Limbah .....	22
4.4	Jenis Media Filter yang Digunakan .....	24
4.5	Perhitungan <i>Detail Engineering Design</i> (DED) .....	24
4.5.1	Perhitungan DED <i>Oil Trap</i> .....	24
4.5.1.1	Perhitungan DED Bak Ekualisasi .....	26
4.5.2	Perhitungan Pompa .....	27
4.5.3	Perhitungan DED Unit UAF .....	29
4.5.4	Perhitungan DED Bak dengan <i>Activated Carbon</i> .....	31
4.5.5	Perhitungan DED Bak Penampung .....	32
4.6	Luas Lahan IPAL.....	34
4.7	<i>Mass Balance</i> .....	34
4.8	Profil Hidrolis .....	39
4.9	BOQ dan RAB IPAL .....	43
4.10	Nilai Investasi Pendirian IPAL .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....		<b>51</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah untuk Pencucian Kendaraan Bermotor.....	9
Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Kualitas Air Limbah Pencucian Mobil .....	21
Tabel 4.2 Efisiensi Penyisihan Alternatif Unit Pengolahan 1.....	23
Tabel 4.3 Efisiensi Penyisihan Alternatif Unit Pengolahan 2.....	23
Tabel 4.4 Elevasi Muka Air pada Tiap Unit IPAL.....	42
Tabel 4.5 Perhitungan BOQ IPAL.....	43
Tabel 4.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	44
Tabel 4.7 Nilai Investasi IPAL pada Tempat Pencucian Mobil Libra.....	47

'Halaman ini sengaja dikosongkan'



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lokasi Perencanaan.....	6
Gambar 2.2 Kondisi Tempat Pencucian Mobil Libra.....	7
Gambar 2.3 <i>Upflow Anaerobic Filter</i> .....	12
Gambar 3.1 Tahapan Perencanaan.....	14
Gambar 4.1 Alternatif Unit Pengolahan 1.....	22
Gambar 4.2 Alternatif Unit Pengolahan 2.....	22
Gambar 4.3 <i>Mass Balance</i> .....	38

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia dengan jumlah penduduk 2.765.487 jiwa. Dengan seiring bertambahnya jumlah penduduk, maka jumlah kendaraan bermotor di Surabaya juga semakin meningkat yaitu sebanyak 2.126.168 kendaraan bermotor dengan jumlah mobil dan sejenisnya sebanyak 348.115. (Surabaya dalam Angka 2018). Menurut Hakim (2010), semakin banyak mobil yang digunakan, maka usaha pencucian mobil menjadi peluang bisnis yang menjanjikan. Pemakaian air bersih pada usaha pencucian mobil adalah sekitar 4350 L/hari dengan asumsi terdapat 40 mobil yang dicuci setiap harinya. Seluruh air bersih yang digunakan dalam proses pencucian mobil selanjutnya akan menjadi air limbah yang akan dibuang ke lingkungan.

Menurut Fall *et al.* (2007), air limbah yang dihasilkan dari proses pencucian mobil pada umumnya teremulsi dan mengandung rata-rata COD sebesar 1300 mg/L, minyak dan lemak sebanyak 324 mg/L dan TSS sebesar 306 mg/L. Menurut Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya (2018), air limbah yang dihasilkan dari proses pencucian mobil mengandung BOD sebesar 420 mg/L, COD sebesar 818,95 mg/L, TSS sebesar 52 mg/L. Sedangkan menurut Chrisafitri dan Karmaningroem (2012), kegiatan industri pencucian mobil ini menghasilkan COD dan surfaktan sebesar 768 mg/L dan 25,32 mg/L.

Perencanaan dilakukan di tempat pencucian mobil Libra yang berada di Jalan Kaliwaron 298 Kecamatan Gubeng, Surabaya. Perencanaan dilakukan di tempat pencucian Libra selain karena di tempat usaha ini belum memiliki IPAL, tempat pencucian mobil Libra ini juga berada di dekat badan air yang di sekitarnya merupakan daerah pemukiman. Tempat pencucian mobil Libra ini membuang air limbah hasil proses pencucian mobilnya ke Kali Kepiting yang berada tepat di depan kawasan tempat pencucian

mobil Libra ini sehingga rawan untuk menimbulkan bau pada badan air.

Kali Kepiting merupakan sungai dengan mutu air kelas III dimana sungai dengan mutu air kelas III menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 2 Tahun 2004 merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar dan air payau, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut. Sedangkan untuk karakteristik air limbah hasil cucian mobil seperti yang telah disebutkan tentu akan melebihi baku mutu air sungai kelas III sehingga diperlukan pengolahan air limbah sebelum membuangnya ke lingkungan.

Pada kondisi sebenarnya, sangat jarang ditemukan usaha kecil menengah yang memiliki IPAL dikarenakan dengan pendirian IPAL justru akan merugikan bagi mereka dari segi ekonomi. Sehingga pada perencanaan ini, diharapkan effluen IPAL yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu air bersih agar effluen yang dihasilkan dapat digunakan kembali untuk mencuci mobil sehingga pemilik usaha pencucian mobil tertarik untuk memiliki IPAL karena menguntungkan bagi usaha pencucian mobil, selain itu usaha ini nantinya tidak lagi akan mencemari lingkungan. Cara pengolahan air limbah dipilih berdasarkan karakteristiknya. Karakteristik air limbah industri yang dimaksud adalah karakteristik fisika, karakteristik kimia dan karakteristik biologi (Metcalf & Eddy, 2002).

Melihat dari karakteristiknya, yang menjadi hambatan dalam pengolahan limbah cair hasil kegiatan usaha pencucian mobil adalah surfaktan karena hanya dapat terolah dengan menggunakan metode tertentu. Kandungan detergen atau surfaktan ionik dan minyak yang tinggi pada badan air akan menyebabkan penurunan kualitas badan air dan menimbulkan bau yang tak sedap, hal ini disebabkan oleh sifat detergent dan minyak yang sulit terurai sehingga menyebabkan penurunan kemampuan *self purification* badan air tersebut. (Hargianintya *et al.*, 2014). Menurut Apriyani (2017), metode yang dapat digunakan untuk mengolah surfaktan antara lain dengan biodegradasi, elektrokoagulasi, membran, dan biofilter.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana alternatif unit IPAL yang tepat untuk mengolah air limbah hasil pencucian mobil agar dapat digunakan kembali sebagai air bersih?
2. Bagaimana *detail engineering design* (DED) IPAL untuk mengolah air limbah hasil pencucian mobil agar dapat digunakan kembali sebagai air bersih?
3. Berapa *bill of quantity* (BOQ) dan rencana anggaran biaya (RAB) untuk pengaplikasian IPAL di tempat pencucian mobil Libra?
4. Berapa nilai investasi yang didapat pengusaha tempat pencucian mobil Libra setelah diaplikasikannya IPAL pada kegiatan usaha mereka?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Menentukan alternatif unit IPAL yang tepat untuk pengolahan air limbah hasil pencucian mobil agar dapat digunakan kembali sebagai air bersih.
2. Merencanakan *detail engineering design* (DED) IPAL untuk pengolahan air limbah hasil pencucian mobil agar dapat digunakan kembali sebagai air bersih.
3. Mendapatkan perhitungan *bill of quantity* (BOQ) dan rencana anggaran biaya (RAB) untuk pengaplikasian IPAL di tempat pencucian mobil Libra.
4. Mendapatkan perhitungan nilai investasi bagi pengusaha tempat pencucian mobil Libra setelah diaplikasikannya IPAL pada kegiatan usaha mereka.

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang digunakan dalam perencanaan desain IPAL dengan menggunakan UAF adalah:

1. Lokasi pelaksanaan perencanaan berada di tempat pencucian mobil Libra di Jalan Kaliwaron 298 Kecamatan Gubeng, Surabaya.

2. Sampel air limbah diperoleh langsung dari tempat pencucian mobil Libra.
3. Parameter kualitas air limbah yang diukur yaitu BOD, COD, TSS, pH, surfaktan dan minyak & lemak.
4. Baku mutu air limbah yang digunakan mengacu pada Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 02 Tahun 2004 pada baku mutu air sungai kelas III
5. DED tidak mencakup perhitungan struktur dan kelistrikan.
6. Perhitungan RAB disesuaikan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari perencanaan ini adalah:

1. Memberikan rekomendasi mengenai desain IPAL yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah pencucian mobil menjadi air bersih yang dapat digunakan kembali untuk kegiatan usaha di tempat pencucian mobil Libra di Kaliwaron.
2. Memberikan perkiraan biaya (RAB) untuk pengaplikasian IPAL yang telah direncanakan.
3. Sebagai bahan kajian dan referensi kepada perencana berikutnya untuk dapat mengembangkan hasil yang diperoleh dari perencanaan ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Definisi Kegiatan Usaha Pencucian Mobil**

Jasa pencucian kendaraan bermotor saat ini sedang marak di berbagai pelosok perkotaan di Indonesia. Seiring bertambahnya penduduk maka kebutuhan akan kendaraan juga semakin bertambah. Dari aspek ekonomi, dengan jumlah kendaraan bermotor terutama mobil yang tergolong tinggi memberikan peluang munculnya usaha-usaha atau jasa pencucian mobil bagi masyarakat di kota-kota besar seperti Surabaya (Chrisafitri dan Karmaningroem, 2012). Namun dari aspek lingkungan maraknya kegiatan usaha pencucian mobil ini akan berdampak negatif bagi lingkungan jika limbah yang dihasilkan tidak diolah dahulu sebelum dibuang.

Menurut Chrisafitri dan Karmaningroem (2012), air limbah hasil pencucian mobil dapat diolah menggunakan *slow sand filter* dan *activated carbon* dengan efisiensi penghilangan COD dan surfaktan masing-masing sebesar, 72,1% dan 63,6%. Sedangkan menurut Rusdi dan Wardalia pengolahan limbah pencucian kendaraan bermotor dapat dilakukan dengan metode koagulasi-flokulasi dengan koagulan *poly aluminium chloride* (PAC), dengan efisiensi penyisihan TSS dan Surfaktan sebesar 99,4% dan 99,9%.

#### **2.2. Definisi Air Limbah**

Air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya. Pada umumnya, air limbah mengandung bahan- bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup (Notoatmodjo, 2003).

### 2.3. Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

Surabaya memiliki jumlah penduduk sebanyak 3.094.732 jiwa dengan jumlah mobil yang terhitung sejak tahun 2015 yaitu sebanyak 348.115 unit (BPS, 2018). Lokasi perencanaan berada di tempat pencucian Libra di Jalan Kaliwaron No.298, Kelurahan Mojo, Kecamatan Gubeng, Surabaya. Tempat pencucian mobil ini memiliki luas lahan sebesar 13 m x 60 m termasuk kantor, ruang tunggu pembeli, tempat pengeringan mobil, toilet, dan tempat tinggal pemilik. Lokasi wilayah perencanaan dapat dilihat pada gambar 2.1 serta dapat dilihat juga kondisi tempat pencucian mobil Libra pada gambar 2.2.



**Gambar 2.1 Lokasi Perencanaan**  
Sumber : Google Maps





Gambar 2.2 Kondisi Tempat Pencucian Mobil Libra

## 2.4. Karakteristik Air Limbah Kegiatan Usaha Pencucian Mobil

### 1. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah kapasitas air untuk menggunakan oksigen selama peruraian senyawa organik terlarut dan mengoksidasi senyawa anorganik seperti ammonia dan nitrit biologis (*biochemical*) (Islam, 2005).

### 2. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Metcalf & Eddy, 2003).

### 3. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS merupakan materi atau bahan tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan air dimana TSS terdiri dari lumpur, pasir halus serta jasad-jasad renik yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa badan air (Effendi, 2003). TSS merupakan salah satu faktor penting menurunnya kualitas perairan sehingga menyebabkan perubahan secara fisika, kimia dan biologi (Bilotta and Brazier, 2008).

#### 4. Derajat Keasaman (pH)

PH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Kandungan pH atau kadar keasaman pada air mulai dari pH 0 sampai pH 14. Dimana pH normal memiliki nilai 6.5 hingga 7.5 sementara bila nilai pH < 6.5 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat asam sedangkan nilai pH > 7.5 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa (Azmi, 2016).

#### 5. Surfaktan

Surfaktan atau *surface active agent* merupakan suatu molekul amphipatic atau amphiphilic yang mengandung gugus hidrofilik dan lipofilik dalam satu molekul yang sama. Secara umum kegunaan surfaktan adalah untuk menurunkan tegangan permukaan, tegangan antarmuka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi dan mengontrol jenis formasi emulsi, yaitu misalnya *oil in water (O/W)* (Swasono *et al.*, 2012).

#### 6. Minyak dan Lemak (*Oil and Grease*)

Minyak dan lemak yang dihasilkan dari proses kegiatan pencucian mobil biasanya berasal dari mesin-mesin yang dibersihkan. Minyak ini biasanya digunakan sebagai pelumas. Pelumas merupakan fluida yang berfungsi untuk melindungi beberapa komponen mesin yang bekerja, sehingga pelumas tersebut dapat memberikan efek positif bagi alat dan mesin, yaitu dapat mencegah keausan akibat gesekan antara komponen yang satu dengan komponen lainnya. Selain itu pelumas juga dapat meminimalisasi biaya perawatan dan perbaikan alat dan mesin (Sukmawati dan Lestari, 2018).

### 2.5. Baku Mutu Air Limbah untuk Penggunaan Kembali

Baku mutu air limbah merupakan suatu standar yang digunakan untuk mengukur kadar maksimum air limbah yang akan dibuang ke badan air dengan memperhatikan berbagai parameter agar tidak

mencemari lingkungan. Baku mutu air limbah yang digunakan biasanya sesuai dengan peraturan yang berlaku di daerah sekitar industri. Dalam perencanaan ini, direncanakan air limbah hasil pengolahan IPAL nantinya tidak dibuang, melainkan untuk digunakan kembali, sehingga yang dipakai sebagai acuan yaitu Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 02 Tahun 2004 mengenai mutu kualitas air kelas III. Digunakan air kelas III karena menurut Perda Kota Surabaya Nomor 02 Tahun 2004, air kelas III yaitu air yang peruntukannya untuk budidaya ikan, peternakan, irigasi, dan/atau peruntukan lainnya yang mensyaratkan mutu air yang sama, sehingga dirasa cukup bersih untuk air dapat digunakan kembali untuk mencuci mobil. Baku mutu air kelas III dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Baku Mutu Air Kelas III**

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kadar Maksimum</b>
pH	-	6-9
BOD	mg/L	6
COD	mg/L	50
TSS	mg/L	400
Surfaktan	mg/L	0,2
Minyak dan Lemak	mg/L	1

Sumber: Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 02 Tahun 2004

## **2.6. Proses Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil**

Pada kegiatan usaha pencucian mobil, limbah cair yang dihasilkan perlu dikelola agar tidak mencemari lingkungan saat dibuang ke badan air. Tipikal rasio BOD/COD untuk air limbah domestik yang belum diolah adalah 0,3 hingga 0,8. Jika rasio di bawah 0,3, berarti air limbah tersebut mengandung komponen toksik atau dibutuhkan aklimatisasi mikroorganisme untuk stabilisasi air limbah sebelum diolah (Metcalf & Eddy, 1991).

Pada perencanaan ini yang pengolahan yang direncanakan adalah *secondary treatment* yang dilakukan secara biologis. Pengolahan limbah cair yang direncanakan menggunakan sistem anaerobik karena menurut Moertinah (2010), Teknologi anaerobik adalah teknologi pengolahan air limbah yang dapat mengolah polutan organik tinggi baik jenis yang bisa diurai oleh mikroorganismenya maupun yang tidak dapat diurai oleh mikroorganismenya.

## **2.7. Alternatif Unit Pengolahan Air Limbah**

Agar dapat mengolah air limbah hasil kegiatan pencucian mobil agar dapat digunakan kembali sebagai air bersih, maka diperlukan pemilihan alternatif unit IPAL yang tepat. Pemilihan unit IPAL dapat didasari dari karakteristik air limbah, ketersediaan lahan, dan aspek biaya.

### **1. Oil / Grease Trap**

Grease trap merupakan alat yang telah cukup dikenal sebagai pretreatment. Alat ini merupakan alat penahan minyak dan lemak dan mencegahnya sampai ke tempat pembuangan limbah. Penahan beroperasi dengan menggunakan sejumlah ruang penyekat untuk memperlambat aliran limbah saat melintasi alat ini. Ruang-ruang tersebut memaksimalkan waktu retensi air limbah sehingga memungkinkan padatan yang mengendap pada bagian bawah perangkat, sedangkan minyak dan lemak terkoagulasi dengan air dan mengambang ke permukaan sehingga mudah untuk dipisahkan (Kosciuzko National Park, 2012).

### **2. Tangki Septik**

Tangki septik adalah suatu ruangan kedap air yang terdiri dari kompartemen ruang yang berfungsi menampung/mengolah air limbah dengan kecepatan alir yang sangat lambat sehingga memberi kesempatan untuk terjadinya pengendapan terhadap suspensi benda-benda padat dan kesempatan dekomposisi

bahan-bahan organik oleh mikroba anaerobik (Sudarmaji dan Hamdi 2013).

### **3. Elektrokoagulasi**

Menurut Wiyanto *et al.* (2014), elektrokoagulasi adalah proses koagulasi dengan tenaga listrik melalui proses elektrolisis untuk mengurangi atau menurunkan ion-ion logam dan partikel-partikel di dalam air. Menurut hasil pengujian terhadap limbah cair hasil rumah sakit, elektrokoagulasi dapat menurunkan pH, menurunkan kandungan  $\text{KMnO}_4$  sebanyak 67%, TSS sebesar 87%, Amonia 53%, COD sebesar 65%, dan BOD sebesar 53%. Menurut Hudori dan Soewondo (2009), elektrokoagulasi dapat menysisihkan surfaktan sebesar 74%. Namun elektrokoagulasi memiliki kelemahan antara lain, biaya konstruksi dan operasional yang mahal.

### **4. Membran**

Menurut Apriyani (2017), Membran adalah lapisan tipis antara dua fase fluida yaitu fase umpan (*feed*) dan fasa permeat yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu spesi tertentu, yang dapat memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda. Membran dapat menahan spesi tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan melewatkan spesi lain dengan ukuran lebih kecil. Berdasarkan sifat ini, membran disebut bersifat semipermeabel. Sifat selektif dari membran ini dapat digunakan dalam proses pemisahan. Menurut Aufiyah dan Damayanti (2013), membran dapat menurunkan kekeruhan sebesar 91,33% dan fosfat sebesar 56,07%. Namun menurut Ferry (2016) kelemahan dari teknologi membran adalah dapat terjadi *fouling*, atau tersumbatnya pori pada membran. Polutan yang sering menyebabkan *fouling* adalah minyak dan lemak. Selain itu kelemahan pada teknologi ini adalah harganya yang mahal.

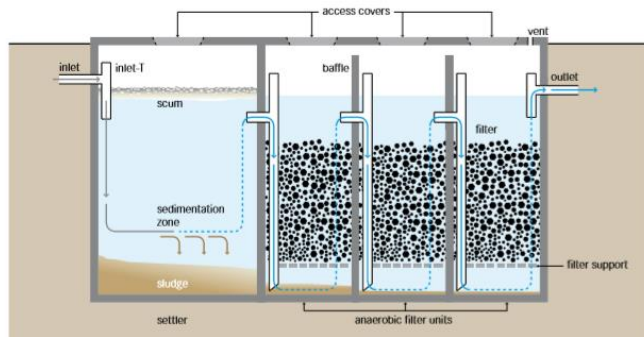
### **5. Karbon aktif**

Karbon aktif merupakan material karbon yang berpori dengan luas permukaan yang besar sehingga banyak digunakan untuk berbagai aplikasi. Karbon aktif

dapat disintesis dari batu bara antrasit ataupun bituminous, akan tetapi penggunaan biomassa sebagai bahan baku karbon aktif semakin banyak diteliti. Secara umum, pembuatan karbon aktif terdiri atas karbonisasi dan aktivasi secara fisika atau pun kimia (Kristianto, 2017).

## 6. *Upflow Anaerobic Filter (UAF)*

UAF merupakan reaktor biologis yang berfungsi untuk mengolah air limbah dengan menggunakan media penyangga dan berlangsung dalam proses anaerobik (tanpa adanya oksigen). Media yang digunakan ada bermacam-macam, salah satunya adalah sabut kelapa. Menurut Lestari (2017), air yang mengalir melalui sabut kelapa pada UAF mengakibatkan timbulnya lapisan lendir (mikroorganisme) pada sabut kelapa dan disebut juga biological film. Biofilter atau sabut kelapa juga berfungsi sebagai penyaring air limbah sehingga air limbah yang mengandung TSS yang melalui filter ini akan berkurang konsentrasinya. Adanya sistem upflow akan meningkatkan efisiensi penyaringan karena aliran air dari bawah ke atas akan mengurangi kecepatan partikel pada air limbah dan partikel tidak terbawa arus dan akan mengendap pada dasar bak filter. Air limbah yang melalui filter sabut kelapa akan mengalami penguraian lebih lanjut dan terjadi penguraian secara biologis. Untuk lebih jelasnya gambar unit UAF dapat dilihat pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3 *Upflow Anaerobic Filter***

Sumber: Sasse, 2009

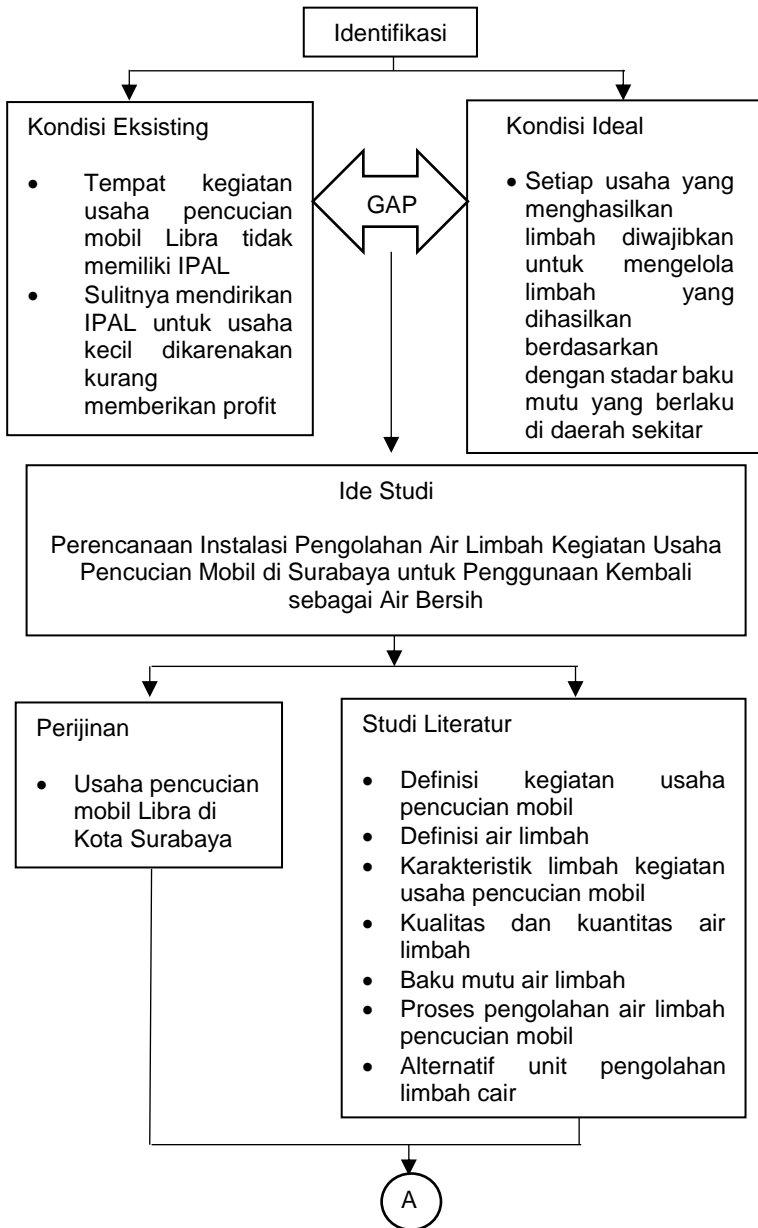
## **BAB III METODE PERENCANAAN**

### **3.1 Umum**

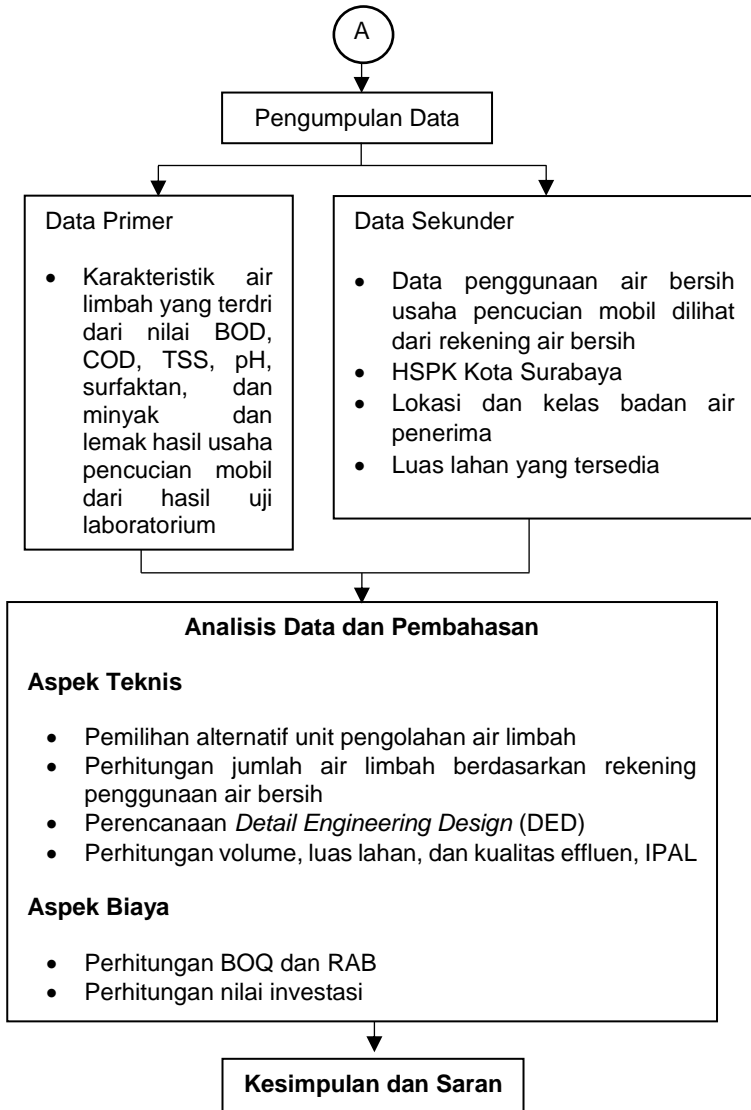
Pada tugas akhir ini akan dilakukan perincian perencanaan bangunan IPAL untuk kegiatan usaha pencucian mobil. Metode perencanaan bertujuan sebagai pedoman dan acuan dalam melakukan proses perencanaan mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data-data yang diperlukan, baik data primer maupun data sekunder, sampai pada proses perhitungan *Detail Engineering Design* (DED) unit IPAL dan perhitungan RAB serta nilai investasinya.

### **3.2 Kerangka Perencanaan**

Penyusunan kerangka perencanaan merupakan dasar pemikiran untuk melaksanakan perencanaan tahap demi tahap. Tujuan dari penyusunan kerangka perencanaan yaitu memudahkan untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan dan mengurangi terjadinya kesalahan sistematis mulai dari awal hingga akhir perencanaan. Tahapan-tahapan dalam penyusunan kerangka perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.1.







**Gambar 3.1 Tahapan Perencanaan**

### 3.3 Tahapan Perencanaan

Berdasarkan kerangka perencanaan, dapat dijelaskan tahapan perencanaan sebagai berikut:

#### 1. Ide Studi

Ide studi pada tugas akhir ini dilatarbelakangi oleh kondisi usaha pencucian mobil di Kota Surabaya sebanyak 90% belum memiliki instalasi pengolahan air limbah sendiri. Hal ini dijelaskan dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup bahwa setiap usaha yang menghasilkan limbah wajib unruk mengelola limbah yang dihasilkan sesuai dengan standar baku mutu. Sedangkan kegiatan usaha pencucian mobil umumnya belum memiliki IPAL dikarenakan kegiatan usaha tersebut berfikir bahwa dana yang dibutuhkan untuk membangun IPAL tidak murah.

#### 2. Studi Literatur

Studi literatur untuk mendukung perencanaan tugas akhir dan mendapatkan dasar teori yang berkaitan dengan perencanaan sehingga dapat menjadi acuan dan pedoman dalam melaksanakan perencanaan dari awal hingga akhir. Studi literatur dapat diperoleh dari jurnal, artikel ilmiah, *text book*, tugas akhir terdahulu, penelitian terdahulu, dan peraturan-peraturan pemerintah yang terkait dengan tugas akhir perencanaan ini. Cakupan studi literatur yang dilakukan pada tugas akhir ini, yaitu:

- Definisi kegiatan usaha pencucian mobil
- Definisi air limbah
- Karakteristik limbah kegiatan usaha pencucian mobil
- Kualitas dan kuantitas air limbah
- Parameter pengolahan air limbah
- Baku mutu air limbah
- Proses pengolahan air limbah hasil kegiatan pencucian mobil

- Alternatif unit IPAL yang digunakan untuk limbah cair hasil kegiatan pencucian mobil
3. Perizinan  
Perizinan digunakan untuk keperluan pengambilan data yang diawali dengan pembuatan surat jalan dari Departemen Teknik Lingkungan ITS dan kemudian ditujukan kepada usaha kegiatan pencucian mobil Libra di Kota Surabaya. Pengumpulan data langsung dilakukan setelah mendapatkan konfirmasi terkait perizinan untuk perencanaan IPAL di lokasi kegiatan usaha.
  4. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data diperlukan untuk mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Data yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil survei lapangan secara langsung yang digunakan untuk mengetahui data eksisting dalam perencanaan. Data sekunder adalah data yang diambil dari pihak penyedia data melalui instansi terkait dan dari studi literatur.  
Data primer yang diperoleh dari survei lapangan secara langsung yaitu:
    - Karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan usaha pencucian mobil Libra didapatkan langsung dengan cara melakukan sampling di ujung drainase atau selokan yang ada di sana.
    - Karakteristik air limbah diperoleh dari hasil uji parameter kualitas air limbah yang dilakukan di laboratorium pemulihan air Teknik Lingkungan ITS.
    - Karakteristik air limbah dihitung agar dapat digunakan sebagai pemilihan unit IPAL yang tepat.Data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait maupun studi literatur yaitu:
    - Data penggunaan air bersih di kegiatan usaha pencucian mobil Libra di Kota

Surabaya. Data rekening air bersih digunakan untuk menghitung debit air limbah yang akan masuk ke IPAL. Selain itu data rekening air bersih juga digunakan untuk menghitung berapa biaya yang mereka harus keluarkan untuk air bersih tiap bulannya untuk dapat menghitung nilai investasi dalam pengaplikasian unit IPAL.

- Harga satuan pekerjaan konstruksi di Kota Surabaya. HSPK harus diketahui untuk menghitung BOQ dan RAB perencanaan IPAL.
- Baku mutu kualitas air limbah di sungai Surabaya. Baku mutu kualitas air limbah digunakan sebagai acuan agar *effluent* yang dihasilkan dari pengolahan air limbah sudah sesuai.
- Luas lahan yang tersedia harus diketahui sebagai pertimbangan dalam pemilihan alternatif unit IPAL yang tepat.

#### 5. Analisa Data dan Pembahasan

Data-data yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan analisis sesuai dengan keperluan, kemudian diolah untuk dilakukan pembahasan. Adapun pengolahan data yang dilakukan yaitu

- Pemilihan alternatif pengolahan yang tepat. Pemilihan alternatif yang tepat dapat diketahui dari studi literatur dan kesesuaian dengan karakteristik limbah. Selain itu pemilihan alternatif unit IPAL disesuaikan dengan kebutuhan pemilik usaha mulai dari aspek biaya, luas lahan yang tersedia, dan kualitas effluen yang dihasilkan dari unit IPAL.
- Perhitungan debit air limbah berdasarkan rekening penggunaan air bersih.
- Perencanaan *Detail Engineering Design* (DED) dihitung namun tidak mencakup

perhitungan struktur bangunan dan kelistrikannya.

- Perhitungan volume, luas lahan, dan kualitas effluent IPAL.
- Perhitungan BOQ (*Bill of Quantiy*) dan RAB (Rencana Anggaran Biaya) berdasarkan HSPK di Kota Surabaya.
- Perhitungan nilai investasi berdasarkan hasil hitungan RAB IPAL dan harga air bersih yang mereka bayar tiap bulannya. Lalu dapat dihitung keuntungan yang mereka peroleh jika air limbah yang dihasilkan dapat digunakan kembali menjadi air bersih.

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penentuan Debit Air Limbah Pencucian Mobil

Perhitungan debit air limbah dilakukan dengan cara melihat rekening meter air bersih yang digunakan di tempat pencucian mobil Libra. Data yang diperoleh yaitu air bersih pada bulan november 2019, bulan desember 2019, dan bulan januari 2020. Penggunaan air bersih pada bulan tersebut yaitu masing-masing sebesar, 63 m<sup>3</sup>, 64 m<sup>3</sup>, dan 57 m<sup>3</sup>. Sehingga rata-rata penggunaan air bersih pada tempat pencucian mobil Libra yaitu sebesar 61 m<sup>3</sup> per bulan.

### 4.2 Karakteristik Air Limbah Pencucian Mobil

Karakteristik air limbah pencucian mobil yang diukur terdiri dari beberapa parameter seperti pH, TSS, BOD, COD, Surfaktan, Minyak dan Lemak. Hasil uji karakteristik air limbah pencucian mobil dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Kualitas Air Limbah Pencucian Mobil**

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
pH	-	8,2	6-9
BOD	mg/L	652	6
COD	mg/L	1372	50
TSS	mg/L	394	400
Minyak dan Lemak	mg/L	24,72	1
Detergen sebagai MBAS	mg/L	144	0,2

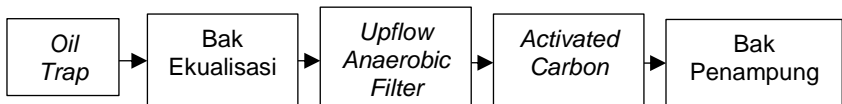
Sumber: Hasil Uji Laboraturium Teknik Lingkungan, 2020.

Sedangkan di tengah perencanaan ini terjadi penyebaran pandemi virus COVID-19 sehingga banyak ditemukan penyemprotan disinfektan pada kendaraan-kendaraan umum. Hal ini mengakibatkan kekhawatiran adanya kandungan disinfektan pada air limbah yang akan mengganggu proses biologis yang ada pada unit IPAL. Menurut Chandra Risdian, peneliti dalam Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), disinfektan yang digunakan

untuk disinfeksi virus corona mengandung 11 bahan aktif antara lain *accelerated hydrogen peroxide* (0.5%), *benzalkonium chloride* (0.05%), *chloroxenol* (0.12%), etanol (62-71%), iodine in iodophor (50 ppm), isopropanol (50%), *pine oil* (0.23%), *povidone-iodine* (1% iodine), *sodium hypochlorite* (0.05 – 0.5%), *sodium chlorite* (0.23%), dan *sodium dichloroisocyanurate* (0.1-0.5%). Namun adanya penyemprotan disinfektan bukan menjadi masalah yang besar karena dapat dipastikan disinfektan yang menempel pada mobil kadarnya akan menurun dikarenakan beberapa faktor antara lain, penguapan, lalu ada yang hilang karena sudah terpakai untuk membunuh bakteri/virus, selain itu juga adanya pengenceran akibat dari pencucian mobil.

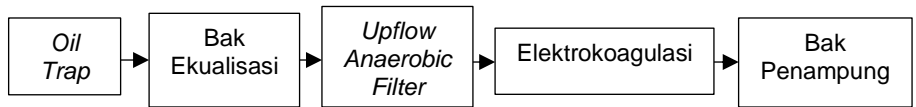
### 4.3 Alternatif Unit Pengolahan Air Limbah

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dalam pengolahan limbah cair hasil kegiatan pencucian mobil terdapat beberapa alternatif unit IPAL yang dapat digunakan antara lain menggunakan *oil trap*, UAF, *activated carbon*, maupun menggunakan elektrokoagulasi. Untuk *pre-treatment* digunakan unit *oil trap* karena mengingat kandungan minyak dan lemak dalam air limbah yang cukup besar. Selain itu, unit *oil trap* juga efektif untuk digunakan dalam penyisihan TSS. Untuk unit pengolahan utama, dipilih alternatif menggunakan unit UAF, *activated carbon*, dan elektrokoagulasi. Unit membran tidak dimasukkan ke dalam alternatif dikarenakan teknologi membran lemah terhadap air limbah dengan kandungan minyak dan lemak yang tinggi dan harganya yang cukup mahal. Sedangkan alasan pemilihan unit UAF, *activated carbon*, dan elektrokoagulasi dikarenakan unit-unit tersebut efektif mengolah limbah dengan karakteristik seperti limbah pencucian mobil tersebut. Sehingga pada perencanaan ini terdapat dua alternatif unit pengolahan yang dapat digunakan yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Alternatif Unit Pengolahan 1





**Gambar 4.2 Alternatif Unit Pengolahan 2**

Sedangkan untuk efisiensi penyisihan limbah dari kedua alternatif tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3.

**Tabel 4.2 Efisiensi Penyisihan Alternatif Unit Pengolahan 1**

Parameter	Influen (mg/L)	Efisiensi Penyisihan						Baku Mutu (mg/L)
		<i>Oil Trap</i>	Effluen (mg/L)	UAF	Effluen (mg/L)	<i>Activated Carbon</i>	Effluen (mg/L)	
BOD	652	66,6%	217,77	86%	30,49	92%	2,439	6
COD	1372	50%	686	88%	82,32	99%	0,823	50
TSS	394	98%	7,88	98%	0,158	0	0,158	400
Surfaktan	24,72	90%	2,546	82%	0,463	55%	0,2	0,2
Minyak dan Lemak	144	95%	7,2	98%	0,144	0	0,144	1

**Tabel 4.3 Efisiensi Penyisihan Alternatif Unit Pengolahan 2**

Parameter	Influen (mg/L)	Efisiensi Penyisihan						Baku Mutu (mg/L)
		<i>Oil Trap</i>	Effluen (mg/L)	UAF	Effluen (mg/L)	Elektro-koagulasi	Effluen (mg/L)	
BOD	652	66,6%	217,77	86%	30,49	52,0%	14,63	6
COD	1372	50%	686	88%	82,32	89%	9,06	50
TSS	394	98%	7,88	98%	0,16	87%	0,02	50
Surfaktan	24,72	90%	2,55	82%	0,46	70%	0,14	0,2
Minyak dan Lemak	144	95%	7,2	98%	0,14	90%	0,01	1

Meskipun terlihat pada tabel di atas efisiensi yang diberikan pada alternatif 2 lebih besar namun yang dipilih adalah alternatif 1 dikarenakan biaya yang diperlukan untuk elektrokoagulasi lebih besar baik dari segi operasional maupun dalam perawatannya. Selain itu, dapat dilihat juga pada penyisihan BOD, elektrokoagulasi sedikit lemah meskipun hasilnya sudah memenuhi baku mutu air limbah. Namun pada perencanaan ini, effluen diharapkan dapat

memenuhi baku mutu air bersih agar dapat digunakan kembali sehingga yang dipilih yaitu alternatif 1.

#### 4.4 Jenis Media Filter yang Digunakan

Ada beberapa media filter yang dapat digunakan antara lain, batuan, kerikil, sabut kelapa, arang, dan lain-lain. Dalam perencanaan ini yang digunakan yaitu sabut kelapa untuk unit UAF dan arang untuk karbon aktifnya. Digunakan sabut kelapa karena sabut kelapa memiliki penyisihan yang cukup besar sebagai filter dalam unit UAF dan mudah didapatkan dengan harga yang murah.

#### 4.5 Perhitungan *Detail Engineering Design* (DED)

##### 4.5.1 Perhitungan DED *Oil Trap*

*Oil trap* atau bak pemisah minyak merupakan unit *pre-treatment* yang direncanakan pada perencanaan ini dengan tujuan mengurangi kadar TSS dan minyak pada limbah cair.

##### Kriteria Desain:

Waktu tinggal (td) = 24 menit – 2,5 jam

Panjang : Lebar = (2-3) : 1

Tinggi *freeboard* = 0,2 m – 0,4 m

##### Direncanakan:

Waktu tinggal (td) = 2 jam

H air = 0,5 m

Rasio P : L = 2 : 1

H *freeboard* = 0,3 m

##### Perhitungan Dimensi:

Q = 61 m<sup>3</sup>/ bulan

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

$$\begin{aligned}\text{Volume unit} &= Q \times \text{td} \\ &= 2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2 \text{ jam} / 24 \\ &= 0,17 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Permukaan (As)} &= V / H \text{ air} \\ &= 0,17 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ m} \\ &= 0,34 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{As} &= P \times L \\ 0,34 \text{ m}^2 &= 2L \times L \\ L &= 0,41 \sim 0,4 \text{ m} \\ P &= 0,82 \sim 0,8 \text{ m}\end{aligned}$$

Maka dimensi dari unit *oil trap* di atas adalah 0,8 m x 0,4m x 0,8 m.

### **Perhitungan Pipa Effluen:**

Pada perencanaan ini direncanakan kecepatan aliran air limbah ( $v$ ) = 100 m/jam dan pipa yang dipakai yaitu pipa pvc merek Rucika, sehingga didapatkan perhitungan diameter pipa effluen yaitu:

$$\begin{aligned}A &= \frac{Q}{v} \\ &= \frac{0,085 \text{ m}^3/\text{jam}}{100 \text{ m/jam}} \\ &= 0,00085 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi D^2$$

$$D = 0,033 \text{ m} \sim 1,5 \text{ inch}$$

Harga pipa: Rp.43.300 / batang (1 batang = 4 meter).

#### 4.5.1.1 Perhitungan DED Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi diperlukan untuk menjaga air limbah dapat mengalir dengan debit yang stabil, dikarenakan debit awal yang cenderung fluktuatif besarnya.

##### Perhitungan Dimensi:

$$\begin{aligned} \text{Volume Unit} &= Q \times t_d \\ &= 2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Permukaan (As)} &= V / H_{\text{air}} \\ &= 2 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \\ &= 2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Rasio P : L} = 2 : 1$$

$$\text{As} = P \times L$$

$$2 \text{ m}^2 = 2L \times L$$

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

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

$$\begin{aligned} H &= H_{\text{air}} + \text{freeboard} \\ &= 1 \text{ m} + 0,3 \text{ m} \\ &= 1,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka dimensi dari bak ekualisasi adalah 2 x 1 x 1,3 m

### Perhitungan Pipa Effluen:

Pada perencanaan ini direncanakan kecepatan aliran air limbah ( $v$ ) = 100 m/jam dan pipa yang dipakai yaitu pipa pvc merek Rucika, sehingga didapatkan perhitungan diameter pipa effluen yaitu:

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{v} = \frac{0,085 \text{ m}^3/\text{jam}}{100 \text{ m/jam}} \\ &= 0,00085 \text{ m}^2 \\ A &= \frac{1}{4} \times \pi D^2 \\ D &= 0,033 \text{ m} \sim 32 \text{ mm} \end{aligned}$$

Harga pipa: Rp.43.300 / batang (1 batang = 4 meter)

#### 4.5.2 Perhitungan Pompa

Dalam perencanaan IPAL ini diperlukan pompa dikarenakan unit IPAL direncanakan akan ditanam sehingga memerlukan pompa agar penanaman unit IPAL nantinya tidak terlalu dalam. Selain itu pompa juga digunakan agar debit air limbah yang dialirkan ke unit selanjutnya dapat konstan. Perhitungan pompa berdasarkan atas debit rata-rata air limbah yang masuk ke dalam bak ekualisasi serta *head* yang diperlukan. Berikut merupakan perhitungan pompa.

##### Direncanakan

Jenis pompa : Submersibel  
Jumlah unit : 1 buah  
 $Q$  = 0,083 m<sup>3</sup>/jam  
 $v$  pompa = 0,03 m/detik

##### Perhitungan

A pompa =  $Q / v$   
= 0,083 m<sup>3</sup>/jam / 0,03 m/detik  
= 0,00077 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} D \text{ pompa} &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00077 \text{ m}^2}{\pi}} \\ &= 0,032 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Head statis} &= 32 \text{ mm} \\
 &= \text{H air} + \text{Beda level muka air} \\
 &= 1,3 \text{ m} + 0,04 \text{ m} \\
 &= 1,34 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### Hf Mayor

$$\text{L discharge} = 1,1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hf discharge} &= \frac{L \times Q^{1,85}}{(0,00155 \times D^{2,63} \times C)^{1,85}} \\
 &= \frac{1,1 \text{ m} \times (2,3 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt})^{1,85}}{(0,00155 \times (0,032 \text{ m})^{2,63} \times 150)^{1,85}} \\
 &= 0,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hf mayor} &= \text{Hf discharge} \\
 &= 0,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### Hf Minor

$$\begin{aligned}
 \text{Head kecepatan} &= \frac{v^2}{2 \times g} \\
 &= \frac{(0,03 \text{ m/det})^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,000046 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hf belokan (4 belokan, k = 0,4)

$$\begin{aligned}
 \text{Hf belokan} &= 4 \times k \frac{v^2}{2g} \\
 &= 4 \times 0,4 (0,000046) \\
 &= 0,0000736 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hf valve (1 buah, k = 0,3)

$$\text{Hf valve} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{Hf valve} = 0,3 \times 0,000046$$

$$\text{Hf valve} = 0,0000138 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hf minor total} &= 0,000046 \text{ m} + 0,0000736 \text{ m} + 0,0000138 \text{ m} \\
 &= 0,00013 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### Head total pompa

$$\begin{aligned} H_f \text{ total} &= \text{Head statis} + H_f \text{ mayor} + H_f \text{ minor} \\ &= 1,34 \text{ m} + 0,8 \text{ m} + 0,00013 \text{ m} \\ &= 2,14013 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diketahui bahwa dengan debit sebesar 2,033 m<sup>3</sup>/hari dan *head* total sebesar 2,14013 m dapat direncanakan menggunakan pompa Yamano WP107 dengan spesifikasi:

Daya listrik	: 115 watt
<i>Voltage</i>	: 220-240 V – 50 Hz
Daya dorong maksimum	: 5 m
Debit maksimum	: 5000 L/jam

Alasan pemilihan pompa jenis submersibel dikarenakan pompa ini memiliki kelebihan antara lain tidak bising, biaya perawatan murah, dan dapat digunakan dengan jangka waktu lama karena tidak cepat panas karena diletakkan di dalam air.

#### 4.5.3 Perhitungan DED Unit UAF

*Upflow Anaerobic Filter* (UAF) merupakan unit utama dalam pengolahan air limbah hasil pencucian mobil ini. Perhitungan unit UAF dapat dilihat sebagai berikut.

##### Diketahui:

Qave	= 0,083 m <sup>3</sup> /jam
Massa CODin	= 686 mg/L
	= 1,395 kg/hari

##### Kriteria Desain:

HRT	= 24 - 48 jam
<i>Up-flow Velocity</i> ( <i>V<sub>up</sub></i> )	< 2 m/jam
<i>Organic Loading Rate</i> (OLR)	< 4 – 5 kg COD m <sup>3</sup> .hari

**Direncanakan:**

Waktu pengaliran	= 24 jam
Interval pengurasan / <i>backwash</i>	= 12 bulan
Jumlah Kompartemen	= 2 kompartemen
Porositas media	= 98%
H unit total	= 1 m
H air di atas media	= 0,1 m
H air di bawah media	= 0,2 m
<i>Freeboard</i>	= 0,25 m
Tebal plat penyangga	= 0,05 m

**Perhitungan:**

$$\begin{aligned} \text{H air} &= \text{H unit} - \text{freeboard} \\ &= 1 \text{ m} - 0,25 \text{ m} \\ &= 0,75 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Air} &= Q \times \text{HRT} \\ &= 0,083 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam} \\ &= 2,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume per kompartemen} &= 2,04 \text{ m}^3 / 2 \\ &= 1,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As per kompartemen} &= \text{Volume} / \text{H air} \\ &= 1,02 \text{ m}^3 / 0,75 \text{ m} \\ &= 1,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H Media} &= \text{H unit} - \text{H air di atas media} - \text{H air di} \\ &\quad \text{bawah media} - \text{tebal plat penyangga} - \\ &\quad \text{freeboard} \\ &= 1 \text{ m} - 0,1 \text{ m} - 0,2 \text{ m} - 0,05 - 0,25 \text{ m} \\ &= 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume media} &= \text{As} \times \text{H media} \\ &= 1,36 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ m} \\ &= 0,544 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Volume rongga} &= \text{Volume media} \times \text{porositas} \\ &= 0,544 \text{ m}^3 \times 98\% \\ &= 0,533 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$P : L = 1 : 1$$

$$L = 1,17 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$$

$$P \text{ tiap kompartemen} = 1,17 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$$

### Cek Kriteria Desain

$$\begin{aligned} \text{HRT} &= \frac{\text{Volume air} - \text{Volume media}}{Q} \\ &= \frac{(H \text{ air} \times p \times l \times n) - ((\text{Vol. media} - \text{vol. rongga}) \times 2)}{Q} \\ &= \frac{(0,75 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 2) - ((0,544 \text{ m}^3 - 0,533 \text{ m}^3) \times 2)}{0,085 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 25 \text{ jam (memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vup} &= \frac{Q}{P \times L \times \text{Porositas Media}} \\ &= \frac{0,083 \text{ m}^3/\text{jam}}{1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 0,98} \\ &= 0,06 \text{ m/jam (memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OLR} &= \frac{\text{massa COD in}}{H \text{ filter} \times p \times l \times n \times \text{porositas}} \\ &= \frac{1,395 \text{ kg/hari}}{0,4 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 2 \times 0,98} \\ &= 1,24 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{hari (memenuhi)} \end{aligned}$$

Jadi, dimensi total untuk unit *upflow anaerobic filter* dengan 2 kompartemen yaitu 2,4 m x 1,2 m x 1 m.

#### 4.5.4 Perhitungan DED Bak dengan *Activated Carbon*

Pada perencanaan ini akan dilakukan proses pengolahan limbah menggunakan sistem adsorpsi secara batch dikarenakan pada sistem *batch* akan diperoleh penyisihan yang lebih besar daripada sistem kontinyu. Adsorban yang dipakai

direncanakan menggunakan arang aktif. Sedangkan HRT untuk adsorpsi secara *batch* yang paling besar yaitu selama 2,5 jam (Rochma dan Titah, 2017).

### Direncanakan

Porositas media = 98%  
*Freeboard* = 0,2 m  
 Kebutuhan media = 0,4 vol. reaktor (Rochma dan Titah, 2017)  
 Densitas arang = 0,45 gram/mL (Rochma dan Titah, 2017)

### Perhitungan

Volume unit =  $Q \times \text{HRT}$   
 =  $0,083 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,5 \text{ jam}$   
 =  $0,2125 \text{ m}^3$   
 H = 1 m  
 As =  $0,2125 \text{ m}^2$   
 P : L = 1:1  
 Panjang = 0,46 m ~ 0,5 m  
 Lebar = 0,46 m ~ 0,5 m  
 Volume terpakai =  $0,25 \text{ m}^3$   
 Volume media =  $0,4 \times 0,25 \text{ m}^3$   
 =  $0,1 \text{ m}^3$   
 Volume rongga =  $0,1 \times 98\%$   
 =  $0,098 \text{ m}^3$   
 H media = Volume media / As  
 =  $0,1 \text{ m}^3 / 0,25 \text{ m}^2$   
 = 0,4 m  
 Kebutuhan arang = Volume x densitas  
 =  $0,002 \text{ m}^3 \times 0,45 \text{ gram/mL}$   
 = 900 gram

Jadi dari perhitungan tersebut dimensi untuk unit bak *activated carbon* yaitu 0,5 m x 0,5 m x 1,2 m

#### 4.5.5 Perhitungan DED Bak Penampung

Pada perencanaan ini direncanakan unit bak penampung dengan tujuan untuk menampung air limbah yang telah diolah untuk nantinya dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti penggunaan kembali hasil pengolahan air limbah sebagai air bersih untuk pencucian mobil kembali ataupun dapat

digunakan untuk menyirami tanaman. Bak penampung juga digunakan untuk pengambilan sampel untuk menguji kualitas air limbah apakah sudah memenuhi baku mutu air bersih atau belum. Dimensi yang direncanakan untuk bak penampung disesuaikan dengan total luas sisa lahan yang tersedia. Berikut perhitungan DED bak penampung.

**Diketahui:**

Panjang lahan tersedia	= 9 m
Lebar lahan tersedia	= 6 m
Panjang lahan yang telah terpakai oleh unit sebelumnya	= 0,8 m + 2 m + 2,4 m + 0,5 m = 5,7 m
Lebar terjauh	= 1,2 m
Panjang sisa lahan	= 9 m – 5,7 m = 3,3 m
Lebar sisa lahan	= 6 m – 1,2 m = 4,8 m
Q air limbah	= 0,083 m <sup>3</sup> /jam

**Direncanakan:**

Td	= 24 jam
H	= 1 m
P : L	= 2 : 1

**Perhitungan:**

Volume	= Q x td
	= 0,083 m <sup>3</sup> /jam x 24 jam
	= 2,04 m <sup>3</sup>
As	= 2,04 m <sup>2</sup>
As	= P x L
2,04 m <sup>2</sup>	= 2L <sup>2</sup>
L	= 1,01 m ~ 1 m
P	= 2,02 m ~ 2 m
Vol. terpakai	= 2 m <sup>3</sup>
Cek td	= As / Q
	= 2 m <sup>3</sup> / 0,083 m <sup>3</sup> /jam
	= 23,5 jam

Berdasarkan perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa bak penampung dengan dimensi 2 m x 1 m x

1 m dapat menampung air hasil pengolahan limbah dengan waktu tinggal mencapai 23,5 jam. Jika air yang ditampung berlebih, air dapat dibuang langsung ke badan air karena air telah memenuhi baku mutu air bersih.

#### 4.6 Luas Lahan IPAL

Berdasarkan perhitungan DED yang telah dilakukan maka langkah yang dilakukan selanjutnya yaitu menghitung luas lahan IPAL yang diperlukan agar dapat mengetahui bagaimana cara penyusunan IPAL yang tepat agar lahan yang tersedia dapat memenuhi kebutuhan.

$$\begin{aligned}\text{Panjang total} &= P \text{ oil trap} + P \text{ bak ekualisasi} + P \text{ UAF} + \\ &\quad P \text{ Bak AC} + P \text{ bak penampung} \\ &= 0,8 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2,4 \text{ m} + 0,5 \text{ m} + 2 \text{ m} \\ &= 7,7 \text{ m} \\ \text{Lebar terjauh} &= 1,2 \text{ m}\end{aligned}$$

Berdasarkan dimensi tersebut maka diketahui IPAL dapat disusun secara seri karena ukuran lahan yang tersedia yaitu 9 m x 6 m. Sedangkan untuk luas lahan yang tersisa dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Luas total IPAL} &= A \text{ oil trap} + A \text{ bak ekualisasi} + A \text{ UAF} + \\ &\quad A \text{ Bak AC} + A \text{ bak penampung} \\ &= 0,34 \text{ m}^2 + 2 \text{ m}^2 + 2,88 \text{ m}^2 + 0,25 \text{ m}^2 + 2 \text{ m}^2 \\ &= 7,47 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Lahan} &= 9 \text{ m} \times 6 \text{ m} \\ &= 54 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sisa Luas lahan} &= 54 \text{ m}^2 - 7,47 \text{ m}^2 \\ &= 46,53 \text{ m}^2\end{aligned}$$

#### 4.7 Mass Balance

Perhitungan *mass balance* digunakan untuk menentukan besaran energi yang terbebaskan akibat adanya proses pengolahan air limbah hasil pencucian mobil menggunakan IPAL

dengan unit UAF. Massa dan energi yang terbebaskan tersebut dapat berupa padatan maupun gas. Selain itu, fungsi lain dari perhitungan *mass balance* yaitu untuk menentukan sistem operasi dan sistem *maintenance* dari IPAL tersebut.

### **Mass Balance**

Qave = 2,033 m<sup>3</sup>/hari = 2033 L/hari

### **Oil Trap**

BOD<sub>in</sub> = 652 mg/L

MBOD = Q x BOD<sub>in</sub>

= 2033 L/hari x 652 mg/L

= 1,33 kg/hari

COD<sub>in</sub> = 1372 mg/L

MCOD = Q x COD<sub>in</sub>

= 2033 L/hari x 1372 mg/L

= 2,79 kg/hari

TSS<sub>in</sub> = 394 mg/L

MTSS = Q x TSS<sub>in</sub>

= 2033 L/hari x 394 mg/L

= 0,8 kg/hari

SURFAKTAN<sub>in</sub> = 24,72 mg/L

MSurfaktan = Q x SUR<sub>in</sub>

= 2033 L/hari x 24,72 mg/L

= 0,05 kg/hari

MINYAK<sub>in</sub> = 144mg/L

MMinyak = Q x MINYAK<sub>in</sub>

= 2033 L/hari x 144 mg/L

= 0,29 kg/hari

Massa Pengendapan

MpBOD = MBOD x %Penyisihan

= 1,33 kg/hari x 67% = 0,88 kg/hari

MpCOD = MCOD x %Penyisihan

= 2,79 kg/hari x 50% = 1,4 kg/hari

MpTSS = MTSS x %Penyisihan

= 0,8 kg/hari x 98% = 0,78 kg/hari

MpSurfaktan = MSurfaktan x %Penyisihan

= 0,05 kg/hari x 90% = 0,045 kg/hari

$$\begin{aligned} \text{MpMinyak} &= \text{MMinyak} \times \% \text{Penyisihan} \\ &= 0,29 \text{ kg/hari} \times 95\% = 0,28 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Effluen} \\ \text{MBODout} &= \text{MBODin} - \text{MpBOD} \\ &= 1,33 \text{ kg/hari} - 0,883 \text{ kg/hari} \\ &= 0,44 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MCODout} &= \text{MCODin} - \text{MpCOD} \\ &= 2,79 \text{ kg/hari} - 1,39 \text{ kg/hari} \\ &= 1,39 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MTSSout} &= \text{MTSSin} - \text{MpTSS} \\ &= 0,8 \text{ kg/hari} - 0,78 \text{ kg/hari} \\ &= 0,02 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSurfaktan out} &= \text{MSurfaktan in} - \text{MpSurfaktan} \\ &= 0,05 \text{ kg/hari} - 0,045 \text{ kg/hari} \\ &= 0,005 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MMinyak out} &= \text{MMinyak in} - \text{MpMinyak} \\ &= 0,29 \text{ kg/hari} - 0,28 \text{ kg/hari} \\ &= 0,015 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

### ***Upflow Anaerobic Filter***

$$\begin{aligned} \text{BODin} &= 217,8 \text{ mg/L} \\ \text{MBOD} &= Q \times \text{BODin} \\ &= 2033 \text{ L/hari} \times 217,8 \text{ mg/L} \\ &= 0,443 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CODin} &= 686 \text{ mg/L} \\ \text{MCOD} &= Q \times \text{CODin} \\ &= 2033 \text{ L/hari} \times 686 \text{ mg/L} \\ &= 1,39 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSSin} &= 7,68 \text{ mg/L} \\ \text{MTSS} &= Q \times \text{TSSin} \\ &= 2033 \text{ L/hari} \times 7,68 \text{ mg/L} \\ &= 0,016 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSurfaktan} &= Q \times \text{SURin} \\ &= 2033 \text{ L/hari} \times 2,55 \text{ mg/L} \\ &= 0,005 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MMinyak} &= Q \times \text{MINYAKin} \\ &= 2033 \text{ L/hari} \times 7,2 \text{ mg/L} \\ &= 0,015 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Massa Pengendapan	
MpBOD	= MBOD x %Penyisihan = 0,443 kg/hari x 86% = 0,38 kg/hari
MpCOD	= MCOD x %Penyisihan = 1,39 kg/hari x 88% = 1,23 kg/hari
MpTSS	= MTSS x %Penyisihan = 0,016 kg/hari x 98% = 0,0157 kg/hari
MpSurfaktan	= MSurfaktan x %Penyisihan = 0,005 kg/hari x 82% = 0,0042 kg/hari
MpMinyak	= MMinyak x %Penyisihan = 0,015 kg/hari x 98% = 0,014 kg/hari
Effluen	
MBODout	= MBODin – MpBOD = 0,443 kg/hari – 0,38 kg/hari = 0,062 kg/hari
MCODout	= MCODin - MpCOD = 1,39 kg/hari – 1,23 kg/hari = 0,167 kg/hari
MTSSout	= MTSSin – MpTSS = 0,016 kg/hari – 0,0157 kg/hari = 0,00032 kg/hari
MSurfaktan out	= MSurfaktan in – MpSurfaktan = 0,005 kg/hari – 0,0042 kg/hari = 0,00094 kg/hari
MMinyak out	= MMinyak in – MpMinyak = 0,015 kg/hari – 0,014 kg/hari = 0,000293 kg/hari

### ***Activated Carbon***

BODin	= 30,48 mg/L
MBODin	= 0,062 kg/hari
MpBOD	= MBOD x %Penyisihan = 0,062 kg/hari x 92% = 0,057 kg/hari
BODout	= MBODin – MpBOD = 0,062 kg/hari – 0,057 kg/hari = 0,005 kg/hari
CODin	= 82,32 mg/L
MCODin	= 0,167 kg/hari

$MpCOD = MCOD \times \%Penyisihan$   
 $= 0,167 \text{ kg/hari} \times 99\%$   
 $= 0,166 \text{ kg/hari}$

$CODout = MCODin - MpCOD$   
 $= 0,167 \text{ kg/hari} - 0,166 \text{ kg/hari}$   
 $= 0,002 \text{ kg/hari}$

$TSSin = 0,158 \text{ mg/L}$   
 $MTSSin = 0,00032 \text{ kg/hari}$   
 $MpTSS = 0$   
 $TSSout = 0,00032 \text{ kg/hari}$

$SURFAKTANin = 0,463 \text{ mg/L}$   
 $MSurfaktan in = 0,00094 \text{ kg/hari}$   
 $MpSURFAKTAN = MSurfaktan \times \%Penyisihan$   
 $= 0,00094 \text{ kg/hari} \times 55\% = 0,00052$   
 $\text{kg/hari}$   
 $\text{Surfaktan out} = 0,000424 \text{ kg/hari}$

$MINYAKin = 0,144 \text{ mg/L}$   
 $MMinyak in = 0,000293 \text{ kg/hari}$   
 $MpMinyak = 0$   
 $\text{Minyak out} = 0,000293 \text{ kg/hari}$

Dari perhitungan tersebut, *mass balance* IPAL dapat digambarkan sebagai berikut.

Beban Influen	Oil Trap		UAF		Activated Carbon		
	Removal	Effluen	Removal	Effluen	Removal	Effluen	
BOD= 1,33 kg/hari	67%	0,44 kg/hari	86%	0,06 kg/hari	92%	0,0050 kg/hari	Ditampung →
COD= 2,79 kg/hari	50%	1,39 kg/hari	88%	0,17 kg/hari	99%	0,0017 kg/hari	
TSS= 0,80 kg/hari	98%	0,02 kg/hari	98%	0,0003 kg/hari	0	0,0003 kg/hari	
Surfaktan= 0,05 kg/hari	90%	0,01 kg/hari	82%	0,0009 kg/hari	55%	0,0004 kg/hari	
Minyak= 0,29 kg/hari	95%	0,01 kg/hari	98%	0,0003 kg/hari	0	0,0003 kg/hari	
		↓		↓		↓	
		MP		MP		MP	
	BOD	0,8828 kg/hari		0,3807 kg/hari		0,0570 kg/hari	
	COD	1,3946 kg/hari		1,2273 kg/hari		0,1657 kg/hari	
	TSS	0,7850 kg/hari		0,0157 kg/hari		0,0000 kg/hari	
	Surfaktan	0,0451 kg/hari		0,0042 kg/hari		0,0005 kg/hari	
	Minyak	0,2781 kg/hari		0,0143 kg/hari		0,0000 kg/hari	

**Gambar 4.3 Mass Balance**



## 4.8 Profil Hidrolis

Perhitungan profil hidrolis diperlukan agar memastikan air dapat mengalir dari *inlet* awal menuju *outlet* akhir. Profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing–masing unit instalasi pengolahan air limbah. Hal tersebut dapat menunjukkan adanya kehilangan tekanan (*headloss*) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Sehingga profil hidrolis ini sangat penting untuk penentuan peletakan bangunan (di dalam tanah atau di atas permukaan tanah) dan untuk mengetahui peletakan pompa yang tepat. Profil hidrolis IPAL dapat dihitung seperti berikut.

Perhitungan *headloss* kecepatan dan *headloss* saluran

### **Oil trap**

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

$$H = 0,5 \text{ m}$$

$$R = L \times H / L + 2H$$

$$= 0,14 \text{ m}$$

$$n = 0,015$$

$$\text{Slope} = 0,0006$$

$$v = \frac{1}{n} [R]^{\frac{2}{3}} [S]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,015} [0,14 \text{ m}]^{\frac{2}{3}} [0,0006]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0,45 \text{ m/s}$$

$$H_v = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,45^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,0103 \text{ m}$$

$$H_f \text{ saluran} = P \times \text{slope}$$

$$= 0,8 \times 0,0006$$

$$= 0,00048 \text{ m}$$

$$\text{Headloss total saluran} = H_f + H_v$$

$$= 0,0103 \text{ m} + 0,00048 \text{ m}$$

$$= 0,01078 \text{ m}$$

### **Bak Ekualisasi**

$$L = 0,5 \text{ m}$$

$$H = 1,3 \text{ m}$$

$$R = L \times H / L + 2H$$

$$= 0,21 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 n &= 0,015 \\
 \text{Slope} &= 0,0006 \\
 v &= \frac{1}{n} [R]^{\frac{2}{3}} [S]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,015} [0,14 \text{ m}]^{\frac{2}{3}} [0,0006]^{\frac{1}{2}} \\
 &= 0,577 \text{ m/s} \\
 H_v &= \frac{v^2}{2g} = \frac{0,577^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,017 \text{ m} \\
 H_f \text{ saluran} &= P \times \text{slope} \\
 &= 1 \times 0,0006 \\
 &= 0,0006 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss total saluran} &= H_f + H_v \\
 &= 0,017 \text{ m} + 0,0006 \text{ m} \\
 &= 0,0176 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### UAF

$$\begin{aligned}
 L &= 1,2 \text{ m} \\
 H &= 0,75 \text{ m} \\
 R &= L \times H / L + 2H \\
 &= 0,33 \text{ m} \\
 n &= 0,015 \\
 \text{Slope} &= 0,0006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{1}{n} [R]^{\frac{2}{3}} [S]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,015} [0,33 \text{ m}]^{\frac{2}{3}} [0,0006]^{\frac{1}{2}} \\
 &= 0,785 \text{ m/s} \\
 H_v &= \frac{v^2}{2g} = \frac{0,785^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,0314 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f \text{ saluran} &= P \times \text{slope} \\
 &= 1,6 \times 0,0006 \\
 &= 0,00144 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ air melalui filter} &= 1 \text{ m/jam} \\
 &= 0,0003 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss melalui filter} &= v^2 / 2g \\
 &= 3,9 \times 10^{-9} \text{ m (sangat kecil, dianggap 0)} \\
 \text{Headloss total saluran} &= H_f + H_v \\
 &= 0,00144 \text{ m} + 0,0314 \text{ m} \\
 &= 0,0329 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### **Bak Activated Carbon**

$$\begin{aligned}
 L &= 0,5 \text{ m} \\
 H &= 1 \text{ m} \\
 R &= L \times H / L + 2H \\
 &= 0,2 \text{ m} \\
 n &= 0,015 \\
 \text{Slope} &= 0,006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{1}{n} [R]^{\frac{2}{3}} [S]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,015} [0,2 \text{ m}]^{\frac{2}{3}} [0,0006]^{\frac{1}{2}} \\
 &= 0,56 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_v &= \frac{v^2}{2g} = \frac{0,56^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,016 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f \text{ saluran} &= P \times \text{slope} \\
 &= 0,5 \times 0,0006 \\
 &= 0,0003 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss total saluran} &= H_f + H_v \\
 &= 0,016 \text{ m} + 0,0003 \text{ m} \\
 &= 0,0162 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### **Bak Penampung**

$$\begin{aligned}
 L &= 1 \text{ m} \\
 H &= 1 \text{ m} \\
 R &= L \times H / L + 2H \\
 &= 0,33 \text{ m} \\
 n &= 0,015 \\
 \text{Slope} &= 0,0006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{1}{n} [R]^{\frac{2}{3}} [S]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,015} [0,33 \text{ m}]^{\frac{2}{3}} [0,0006]^{\frac{1}{2}} \\
 &= 0,55 \text{ m/s} \\
 H_v &= \frac{v^2}{2g} = \frac{0,55^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,0154 \text{ m} \\
 H_f \text{ saluran} &= P \times \text{slope} \\
 &= 2 \times 0,0006 \\
 &= 0,0012 \text{ m} \\
 \text{Headloss total saluran} &= H_f + H_v \\
 &= 0,0154 \text{ m} + 0,0012 \text{ m} \\
 &= 0,0166 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya melakukan perhitungan elevasi muka air di tiap unit dapat dilihat pada tabel 4.4. elevasi muka air awal mengacu pada elevasi tanah dikurangi dengan kedalaman saluran awal. Elevasi muka tanah dilihat dari *google earth*.

**Tabel 4.4 Elevasi Muka Air pada Tiap Unit IPAL**

Unit	Elevasi (m)	Headloss (m)
Oil Trap	3,7	0,01078
	3,68922	
Bak Ekualisasi	3,60922*	0,0176
	3,59162	
UAF	3,7**	0,0329
	3,6671	
Bak AC	3,5871*	0,0162
	3,5709	
Bak Penampung	3,2709*	0,0166
	3,2543	

\*Terjadi penurunan ketinggian elevasi akibat adanya penurunan pada bangunan selanjutnya

\*\*Terjadi penambahan elevasi akibat adanya pemompaan

#### 4.9 BOQ dan RAB IPAL

Perhitungan BOQ dan RAB diperlukan untuk mengetahui banyaknya bahan, harga bahan, upah kegiatan, dan lain-lain yang berhubungan dengan pembangunan pada perencanaan ini. Selain itu perhitungan BOQ dan RAB dibutuhkan untuk dapat mengetahui nilai investasi pada perencanaan ini. Perhitungan BOQ dan RAB mengacu pada HSPK kota Surabaya. Perhitungan awal yang dilakukan yaitu perhitungan luas IPAL, volume IPAL, serta volume beton. Sedangkan perhitungan panjang saluran pipa dihitung dengan *autocad*.

**Tabel 4.5 Perhitungan BOQ IPAL**

Unit	P (m)	L (m)	H Galian (m)	Volume Galian (m3)	H unit (m)	Volume IPAL (m3)	Volume + beton (m3)	Volume beton (m3)
Oil Trap	0,8	0,4	0,8	0,632	0,8	0,256	0,632	0,376
Bak Ekualisasi	2	1	1,4	4,332	1	2	3,214	1,214
UAF	2,4	1,2	1	4,658	1	2,88	4,658	1,778
Bak AC	0,5	0,5	1,35	0,6	1,2	0,3	0,54	0,24
Bak Penampung	2	1	1,35	4,485	1	2	3,439	1,439
Pipa saluran awal	5	0,03	0,15	0,0225				
Total				14,729				5,046

Selanjutnya dari BOQ tersebut dapat dibuat rencana anggaran biaya yang disesuaikan dengan HSPK Kota Surabaya seperti pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya**

Kegiatan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Satuan	Harga
<b>Pembongkaran Paving Tidak Dipakai Kembali</b>		m2		11,05	m2	
Tenaga Kasar	0,020	o/h	Rp 146.000	0,223	o/h	Rp 32.574
<b>Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi</b>		m3		14,729	m3	
Kepala Tukang	0,025	o/h	Rp 171.000	0,371	o/h	Rp 63.480
Pembantu Tukang	0,757	o/h	Rp 145.000	11,153	o/h	Rp 1.617.200
<b>Pekerjaan Beton ( 1Pc : 2 Ps : 3 Kr)</b>		m2		5,046	m3	
Upah:						
Kepala Tukang	0,028	o/h	Rp 171.000	0,142	o/h	Rp 24.357
Tukang	0,277	o/h	Rp 156.000	1,400	o/h	Rp 218.411
Pembantu Tukang	1,666	o/h	Rp 145.000	8,406	o/h	Rp 1.218.878
Bahan:						
Semen PC 40 Kg	9,275	zak	Rp 58.500	46,80165	zak	Rp 2.737.897
Pasir Cor	0,44	m3	Rp 272.500	2,201318	m3	Rp 599.859
Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,55	press	Rp 278.000	2,780611	m3	Rp 773.010
Biaya Air	215	m3	Rp 6	1084,89	m3	Rp 6.509
<b>Pemasangan Pipa Air Kotor diameter 1 1/2"</b>		m		5	m	
Upah:						
Kepala Tukang / Mandor	0,002	o/h	Rp 171.000	0,009	o/h	Rp 1.552
Kepala Tukang / Mandor	0,006	o/h	Rp 171.000	0,030	o/h	Rp 5.172
Tukang	0,061	o/h	Rp 156.000	0,303	o/h	Rp 47.219
Pembantu Tukang	0,036	o/h	Rp 145.000	0,182	o/h	Rp 26.351
Bahan:						
Pipa PVC Rucika knee 90 1 1/4"	1	buah	Rp 6.800	12	buah	Rp 81.600
Pipa Plastik PVC Tipe C Uk. 1 ½ inchi Pj.4mtr	0,105	batang	Rp 37.567	0,525	batang	Rp 19.723
<b>Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi</b>		m3		2,36	m3	
Kepala Tukang / Mandor	0,050	o/h	Rp 171.000	0,119	o/h	Rp 20.343
Pembantu Tukang	0,505	o/h	Rp 145.000	1,191	o/h	Rp 172.747
<b>Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.6 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang</b>		m2		11,05	m2	
Upah:						
Kepala Tukang / Mandor	0,050408	o/h	171.000	0,557	o/h	Rp 95.249
Tukang	0,504474	o/h	156.000	5,574	o/h	Rp 869.613
Pembantu Tukang	0,252407	o/h	145.000	2,789	o/h	Rp 404.419
Bahan:						
Paving Stone Abu-abu Persegi Panjang Tebal 6 cm	1,01	m2	77.800	11,161	m2	Rp 868.287
Pompa Yamano WP107	1	buah	Rp 300.000	1	buah	Rp 300.000
Arang aktif balok (2,5x2,5x2,5)	2	kg	Rp 50.000	1	buah	Rp 50.000
Filter Sabut Kelapa	1	kg	Rp 10.000	4	kg	Rp 40.000
						Rp 10.294.450

Dari tabel tersebut maka diketahui biaya yang dibutuhkan untuk membangun IPAL untuk tempat pencucian mobil Libra adalah sebesar Rp. 10.294.450.

#### 4.10 Nilai Investasi Pendirian IPAL

Perhitungan nilai investasi diperlukan untuk mengetahui berapa keuntungan yang didapatkan oleh pemilik perusahaan setelah menerapkan IPAL di lokasi usahanya agar pemilik perusahaan dapat tertarik untuk membangun IPAL untuk usahanya. Metode perhitungan nilai investasi yang digunakan yaitu dengan metode *Break Even Point* (BEP). BEP adalah jangka waktu pengembalian modal. BEP menyatakan total keuntungan sama besarnya dengan total biaya sehingga investasi tidak memperoleh keuntungan atau menderita kerugian. Kondisi BEP tercapai saat total kumulatif pendapatan sama dengan total kumulatif pengeluaran. Untuk mendapatkan nilai BEP dengan cara mengurangi nilai NPV *Benefit* dan NPV *Cost* dengan tingkat inflasi rata-rata per bulan. *Net present value* adalah suatu teknik *capital budgeting*, yang dalam mengukur profitabilitas rencana investasi proyek mempergunakan faktor nilai waktu uang (tingkat inflasi). Nilai tingkat inflasi rata-rata untuk 2020 yaitu sebesar 2,8% (Laporan Inflasi Bank Indonesia, 2020).

Perhitungan nilai investasi pertama-tama dilakukan dengan menentukan *Present Value* terhadap modal, omset per bulan, pengeluaran per bulan, dan profit per bulan. Nilai modal merupakan biaya yang harus dikeluarkan dalam pembangunan IPAL. Nilai omset per bulan didapat dari biaya air bersih yang biasanya dikerluarkan untuk perusahaan pencucian mobil ini dikarenakan sekarang dapat menggunakan air bersih hasil dari pengolahan IPAL. Nilai pengeluaran per bulan didapatkan dari biaya yang harus dikeluarkan untuk mengganti filter maupun arang aktif. Nilai-nilai tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

Modal	= Rp. 10.294.450
Rekening air bersih per bulan:	
Bulan November 2019	= Rp.334.900
Bulan Desember 2019	= Rp.375.800
Bulan Januari 2020	= Rp.334.400

Omset rata-rata per bulan	= (Rp. 334.900 + Rp. 375.800 + Rp. 334.400) / 3
	= Rp. 348.367
Pengeluaran bulan pertama	= Rp. 90.000
Profit bulan pertama	= Rp. 348.367 – Rp. 90.000
	= Rp. 258.367

Untuk bulan berikutnya perhitungan pada omset dan pengeluaran bulan sebelumnya dikalikan dengan (1+inflasi). Contoh perhitungan omset, pengeluaran dan profit pada bulan kedua.

Omset rata-rata per bulan	= Rp. 348.367 x (1+2,8%)
	= Rp. 358.199
Pengeluaran per bulan	= Rp. 90.000 x (1+2,8%)
	= Rp. 92.540
Profit bulan kedua	= Rp. 358.199– Rp. 92.540
	= Rp. 265.659

Begitu juga pada bulan ketiga, perhitungan dilakukan dengan cara mengkalikan omset dan pengeluaran pada bulan kedua dengan (1+inflasi). Berikut contoh perhitungannya.

Omset rata-rata per bulan	= Rp. 358.199x (1+2,8%)
	= Rp. 368.309
Pengeluaran per bulan	= Rp. 92.540 x (1+2,8%)
	= Rp. 95.152
Profit bulan ketiga	= Rp. 368.309– Rp. 95.152
	= Rp. 273.157

Perhitungan seterusnya dilakukan seperti itu sampai mendapatkan total profit sama dengan modal awal yang dibayarkan. Perhitungan tersebut dapat diringkas dan ditunjukkan pada tabel 4.7.



**Tabel 4.7 Nilai Investasi IPAL pada Tempat Pencucian Mobil Libra**

Periode (Bulan)	Modal (PV)	i= 2,8%		Profit per Bulan
		Omset per Bulan	Pengeluaran (Maintenance)	
1	Rp 10.294.450	Rp 348.367	Rp 90.000	Rp 258.367
2		Rp 358.199	Rp 92.540	Rp 265.659
3		Rp 368.309	Rp 95.152	Rp 273.157
4		Rp 378.705	Rp 97.838	Rp 280.867
5		Rp 389.394	Rp 100.599	Rp 288.795
6		Rp 400.385	Rp 103.439	Rp 296.946
7		Rp 411.685	Rp 106.358	Rp 305.327
8		Rp 423.305	Rp 109.360	Rp 313.945
9		Rp 435.253	Rp 112.447	Rp 322.806
10		Rp 447.538	Rp 115.621	Rp 331.917
11		Rp 460.170	Rp 118.884	Rp 341.286
12		Rp 473.158	Rp 122.240	Rp 350.918
13		Rp 486.513	Rp 125.690	Rp 360.823
14		Rp 500.245	Rp 129.238	Rp 371.007
15		Rp 514.364	Rp 132.885	Rp 381.479
16		Rp 528.882	Rp 136.636	Rp 392.246
17		Rp 543.810	Rp 140.492	Rp 403.317
18		Rp 559.159	Rp 144.458	Rp 414.701
19		Rp 574.941	Rp 148.535	Rp 426.406
20		Rp 591.169	Rp 152.728	Rp 438.441
21		Rp 607.855	Rp 157.038	Rp 450.816
22		Rp 625.011	Rp 161.471	Rp 463.541
23		Rp 642.652	Rp 166.028	Rp 476.624
24		Rp 660.791	Rp 170.714	Rp 490.077
25		Rp 679.442	Rp 175.533	Rp 503.909
26		Rp 698.619	Rp 180.487	Rp 518.132
27		Rp 718.338	Rp 185.581	Rp 532.756
28		Rp 738.613	Rp 190.820	Rp 547.793
Total				Rp10.802.061

Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai BEP terjadi pada bulan ke-28 sejak awal didirikannya IPAL.

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari tugas akhir ini yaitu:

1. Alternatif yang paling sesuai dan dapat digunakan untuk mengolah limbah dengan karakteristik pencemar utama BOD, COD, TSS, surfaktan, minyak dan lemak pada limbah hasil pencucian mobil Libra antara lain dengan unit *oil trap* sebagai unit *pre-treatment* serta UAF dan *activated carbon* sebagai unit pengolah limbah utama.
2. Dimensi dari keseluruhan unit IPAL yang terdiri dari *oil trap*, bak ekualisasi, UAF, bak *activated carbon*, serta bak penampung yaitu sebagai berikut.
  - Dimensi *oil trap*: 0,8 m x 0,4 m x 0,8 m
  - Dimensi bak ekualisasi: 2 m x 1 m x 1m
  - Dimensi UAF dengan 2 kompartemen: 2,4 m x 1,2 m x 1 m
  - Dimensi bak *activated carbon*: 0,5 m x 0,5 m x 1,2 m
  - Dimensi bak penampung: 2 m x 1 m x 1 m
3. Perhitungan untuk BOQ pada pengaplikasian unit IPAL ini yaitu sebagai berikut.
  - Total pembongkaran paving: 11,05 m<sup>2</sup>
  - Total galian tanah: 14,729 m<sup>3</sup>
  - Total volume beton yang dibutuhkan: 5,046 m<sup>3</sup>
  - Total kebutuhan pipa 1 ½ inch: 5 m
  - Total kebutuhan pipa belokan 90° 1 ¼ inch: 12 buah
  - Total pengurugan tanah kembali untuk konstruksi: 2,26 m<sup>3</sup>
  - Total pemasangan paving kembali: 11,05 m<sup>2</sup>
  - Total kebutuhan pompa submersibel: 1 buah

Dari perhitungan BOQ, maka dapat dihitung RAB yang diperlukan untuk pekerjaan IPAL untuk tempat pencucian mobil Libra disesuaikan dengan HSPK kota Surabaya, didapatkan total biaya yang harus dikeluarkan yaitu sebesar Rp. 10.294.450.

4. Perhitungan nilai investasi untuk pembangunan IPAL ini menggunakan metode BEP untuk mengetahui berapa lama pemilik usaha dapat memperoleh keuntungan kembali dari pembangunan IPAL tersebut. Dari perhitungan tersebut diketahui dengan modal awal Rp. Rp. 10.294.450, omset bulan pertama sebesar Rp.348.367, pengeluaran di bulan pertama untuk *maintenance* sebesar Rp.90.000, profit bulan pertama sebesar Rp.258.367 dan tingkat inflasi rata-rata per bulan sebesar 2,8% maka perusahaan mencapai BEP pada bulan 28.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada tugas akhir ini yaitu:

1. Sebaiknya pengambilan sampel air limbah dilakukan selama 7 hari dan pengambilan data untuk meter rekening air sebaiknya adalah data pemakaian air untuk 6 bulan terakhir agar data yang didapatkan lebih representatif.
2. Sebaiknya dilakukan pengujian toksisitas terhadap air limbah hasil pencucian mobil mengenai apakah kandungan disinfektan di dalamnya dapat mengganggu proses biologis yang ada pada IPAL atau tidak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anastasia Wulan Pratidina Swasono, Putri Dei Elvarosa Sianturi, Zuhrina Masyithah. 2012. *Sintesis Surfaktan Alkil Poliglikosida dari Glukosa dan Dodekanol dengan Katalis Asam*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 1, No. 1.
- Aufiyah dan Alia Damayanti. *Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Membran Nanofiltrasi Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Kekeruhan dan Fosfat*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN: 2337-3539.
- Azmi, Z., Saniman, dan Ishak. 2016. *Sistem Penghitung PH Air pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal SAINTIKOM Vol.15, No. 2, ISSN: 1978-6603.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2018. *Surabaya Dalam Angka 2018*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- Bilotta, G.S., R.E. Brazier. 2008. *Understanding the Influence of Suspended Solids on Water Quality and Aquatic Biota*. Water Research. 42. 2849-2861.
- Chrisafitri, A. dan Karmaningroem, N. 2012. *Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil dengan Reaktor Saringan Pasir Lambat dan Karbon Aktif*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI, Surabaya.
- Eddy Wiyanto, Budi Harsono, Amelia Makmur, Rudy Pangputra, Julita & Mario Stefanus Kurniawan. 2014. *Penerapan Elektrokoagulasi dalam Proses Penjernihan Limbah Cair*. JETri, Volume 12, Nomor 1, Agustus 2014, Halaman 19 - 36, ISSN 1412-0372.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fall, C., López-Vázquez, C. M., Jiménez-Moleon, M. C., Bâ, K.M., Díaz-Delgado, C., García-Pulido, D., Lucero-Chavez, M.

2007. *Carwash Wastewaters: Characteristics, Volumes, and Treatability by Gravity Oil Separation*. Revista Mexicana de Ingeniería Química, Vol. 6 No. 2, pp. 175-184.
- Hakim, Fadly Rachman. 2011. *Penelitian Pengolahan Limbah Jasa Pencucian Mobil Dengan Koagulasi-Flokulasi Secara Batch*. Teknik Lingkungan ITS: Surabaya.
- Hans Kristianto. 2017. *Review: Sintesis Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivasi Kimia ZnCl<sub>2</sub>*. Jurnal Integrasi Proses Vol. 6, No. 3 (Juni 2017) 104 – 111.
- Hargianintya, A., Susanto, H., Oktiawan W. 2014. *Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi Berpori 10 dan 25 Kda*. Jurusan Teknik Kimia FT Universitas Diponegoro: Semarang.
- Islam MS. 2005. *Nitrogen and Phosphorus Budget in Coastal and Marine Cage Aquaculture and Impacts of Effluent Loading on Ecosystem: Review and Analysis towards Model Development*. Marine Pollution Bulletin. 50: 48– 61.
- Kosciuzko National Park. 2012. *Wastewater Pre-Treatment*. The Office of Environment and Heritage. Sydney.
- Lestari, Ratri Yuli. 2017. *Pengolahan Air Limbah Industri Karet dengan Teknologi Integrasi Koagulasi-Upflow Anaerobik Filter (UAF)*. Prosiding Seminar Nasional Ke 1. Samarinda.
- Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Mc Graw-Hill. 4<sup>th</sup> ed 1819. United States of America.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 1991. *Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse*. 3<sup>rd</sup> ed. (Revised by: G. Tchobanoglous and F.L. Burton). McGraw-Hill, Inc. New York, Singapore. 1334 p.

- Moertinah, S. 2010. *Kajian Proses Anaerobik sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi*. Jurnal Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri, Vol. 1, No. 2, pp: 104-114.
- Nani Apriyani. 2017. *Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry*. Media Teknik Lingkungan Volume 2, Nomor 1, Artikel Review, Hal. 37-44.
- Nikhmatul Rochma dan Harmin Sulistyoning Titah. 2017. *Penurunan Bod dan Cod Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Karbon Aktif Melalui Proses Adsorpsi Secara Batch*. Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 2 (2017) ISSN: 2337-3539.
- Notoatmodjo. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat Prinsip-Prinsip Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 2 Tahun 2004 tentang Mutu Kelas Air.
- Sasse, Ludwig. 2009. *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Bremen. Bremen Overseas Reserve and Developing Association – BORDA.
- Sudarmaji dan Hamdi. 2013. *Tangki Septik dan Peresapannya Sebagai Sistem Pembuangan Air Kotor di Permukiman Rumah Tinggal Keluarga*. Teknik Sipil. Vol. 9 (2): 134142.
- Sukmawati dan Pratiwi Putri Lestari. 2018. *Optimasi Rasio Logam Na-Ca pada Sabun Logam Campuran dari PFAD sebagai Thickener Pelumas Padat (Grease)*. Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan. Volume II, Nomor 1, Tahun 2018, Hal 31-35 e-ISSN 2615-3378.
- Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Vincentius Ferry. 2016. *Aplikasi Teknologi Membran untuk Pengolahan Air Terproduksi*. Teknik Kimia, ITB, Jl. Ganesha No. 10, Bandung, Indonesia





JUDUL TUGAS

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

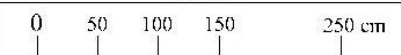
DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

1. Oil Trap
2. Bak Ekualisasi
3. UAF
4. Bak AC
5. Bak Penampung
6. Unit hidrolis milik Libra Carwash

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHL, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

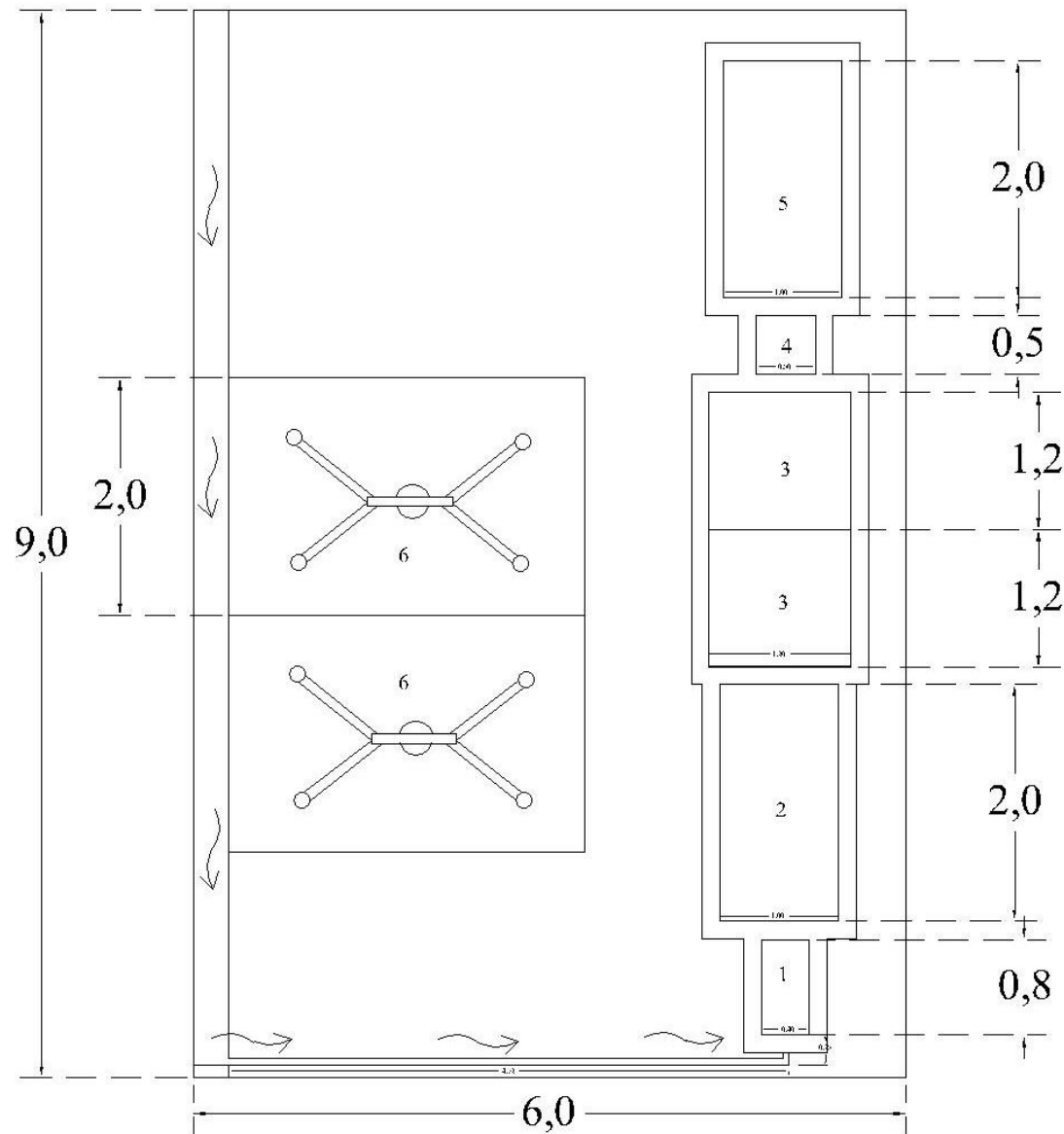
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
03211640000057

JUDUL GAMBAR

HALAMAN

DENAH IPAL

1





JUDUL TUGAS

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

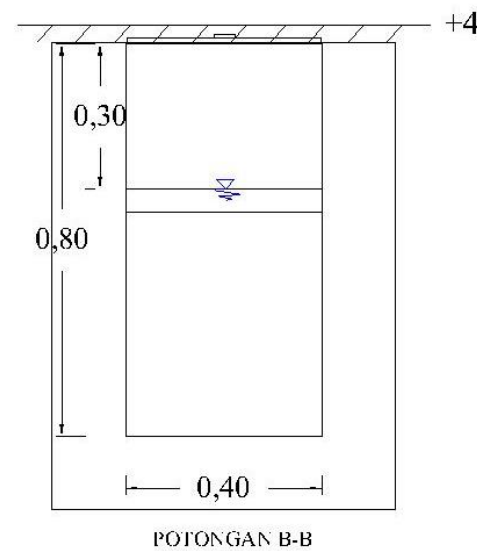
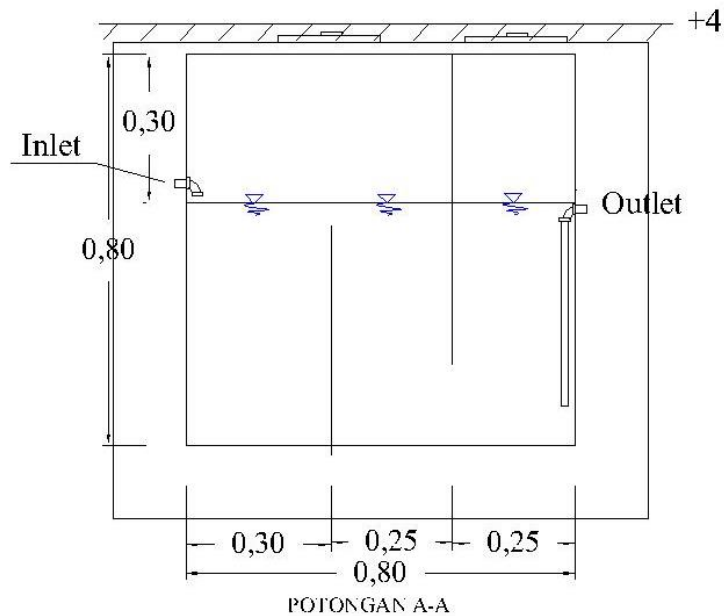
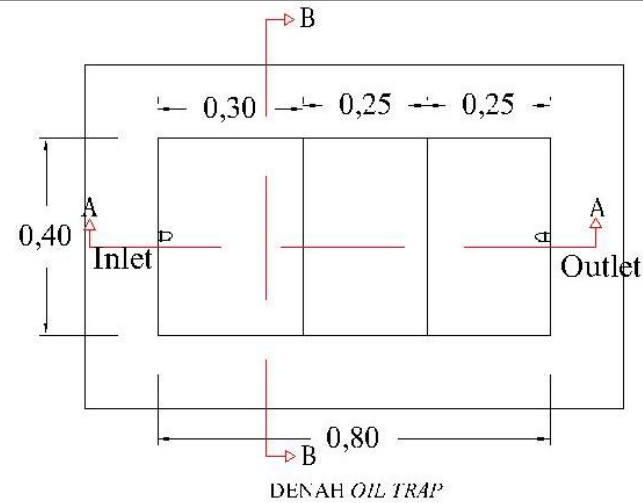
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

HALAMAN

*OIL TRAP*

2





JUDUL TUGAS

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOIJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

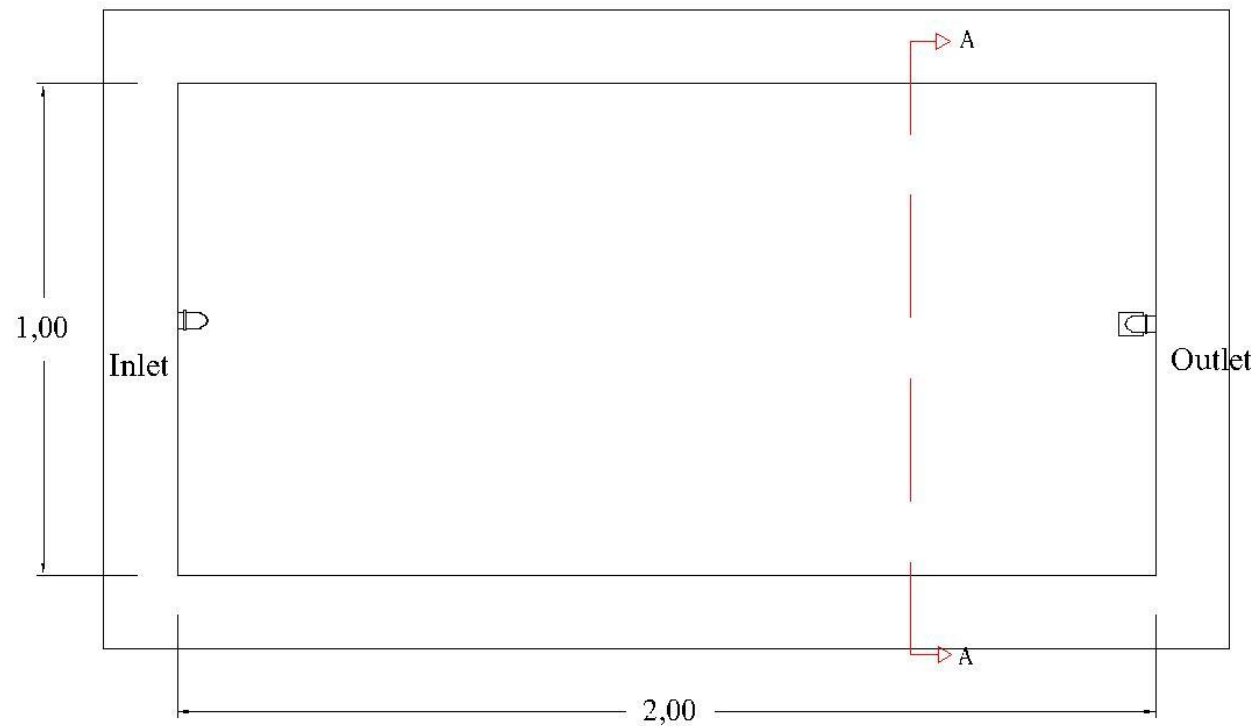
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

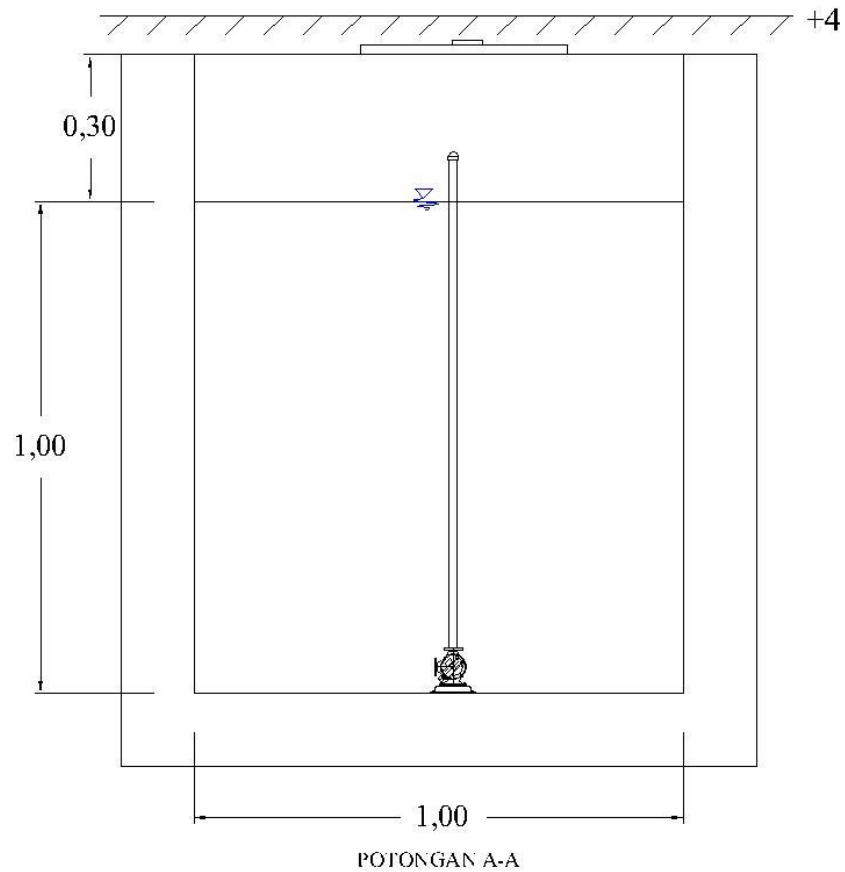
HALAMAN

BAK EKUALISASI

3



DENA H BAK EKUALIASI



JUDUL TUGAS

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

HALAMAN

BAK EKUALISASI


4



JUDUL TUGAS  
MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN  
TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

 Filter Sabut Kelapa

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

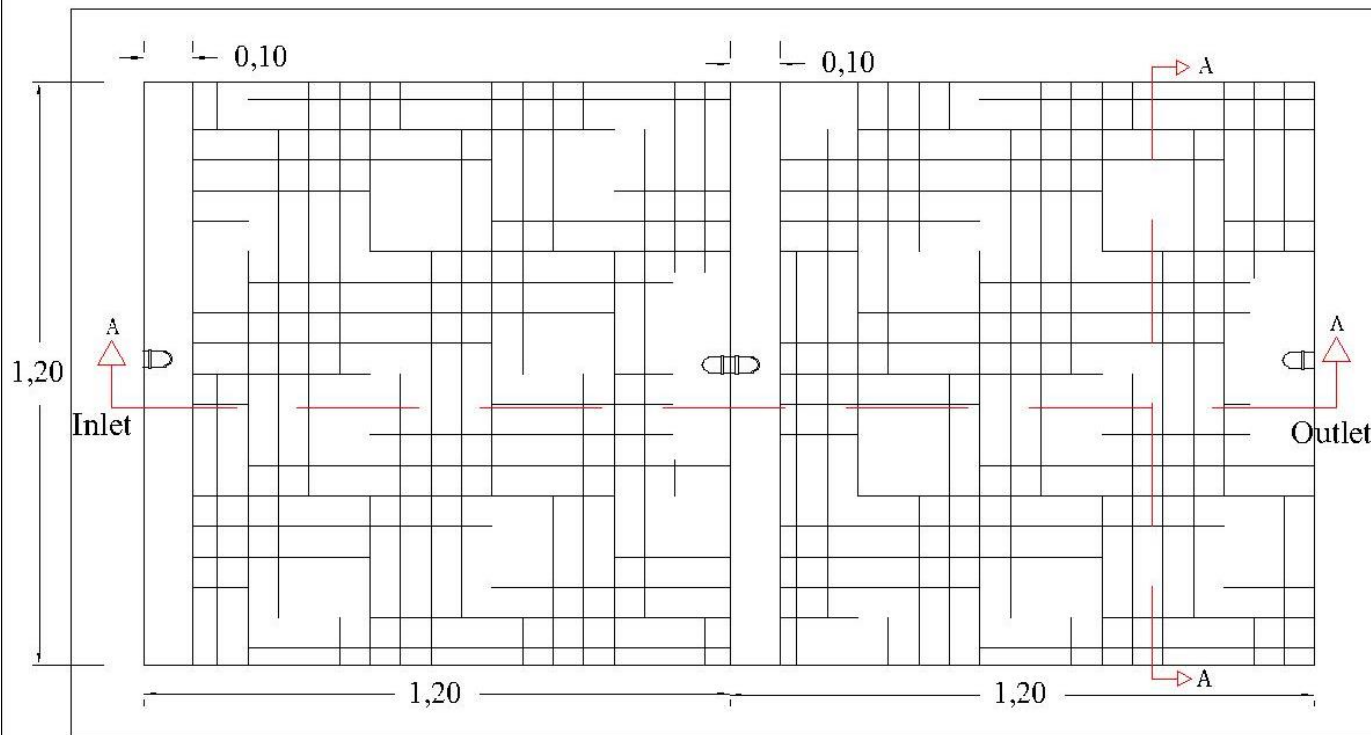
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

UAF

HALAMAN

5



DENAH UAF




JUDUL TUGAS

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

 Filter Sabut Kelapa

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

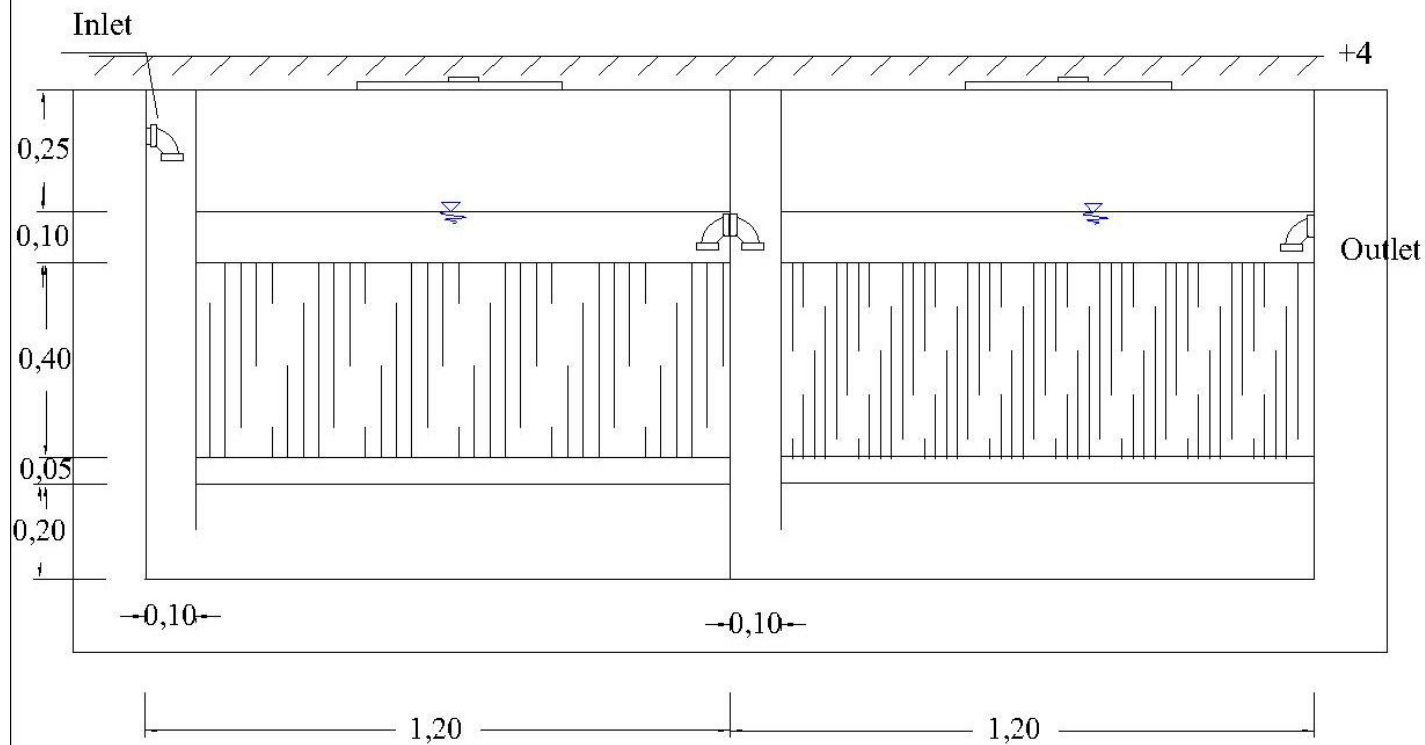
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
03211640000057

JUDUL GAMBAR

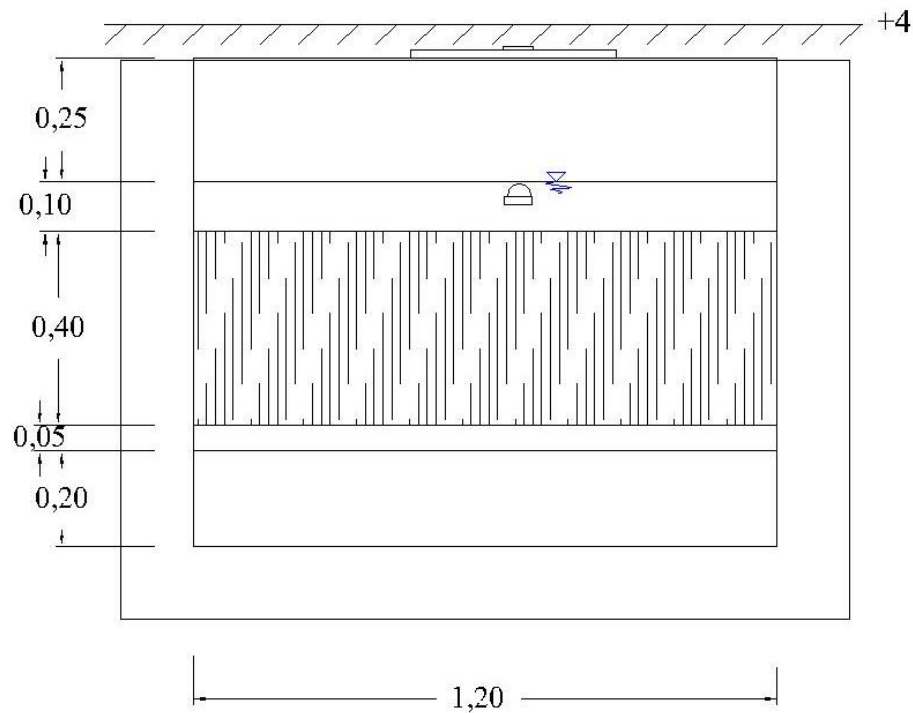
HALAMAN

POTONGAN A-A  
UAF

6



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B




JUDUL TUGAS

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN

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

LEGENDA

 Filter Sabut Kelapa

SKALA

0 10 20 30 70cm

DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

HALAMAN

POTONGAN B-B  
UAF

7




JUDUL TUGAS

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN

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

LEGENDA

 Arang Aktif

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

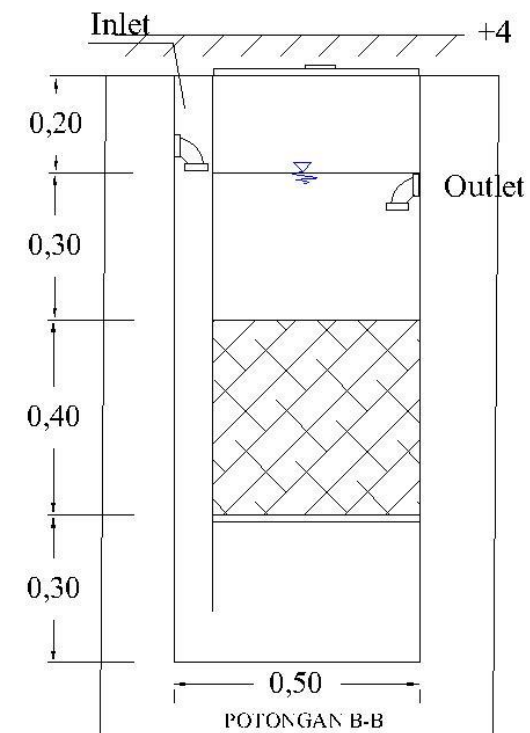
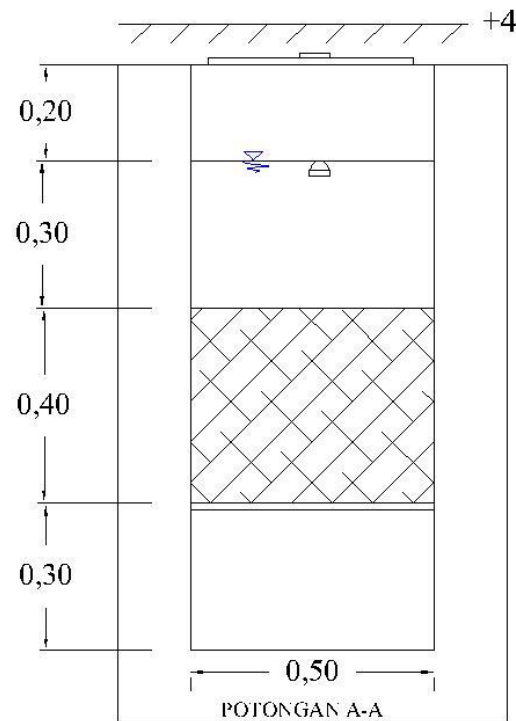
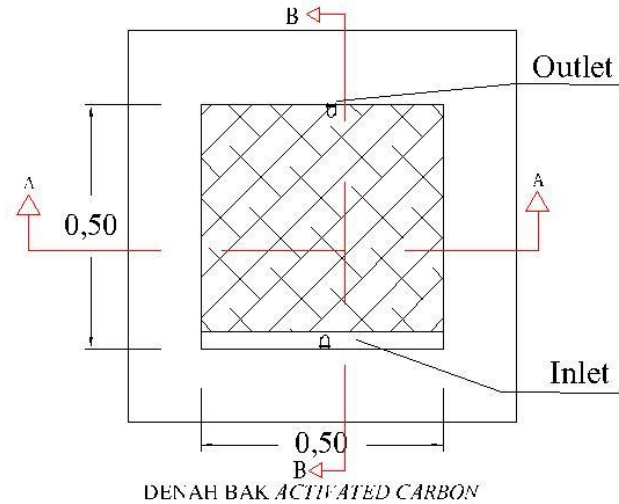
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

HALAMAN

BAK  
ACTIVATED CARBON

8







JUDUL TUGAS  
MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN  
TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHLU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

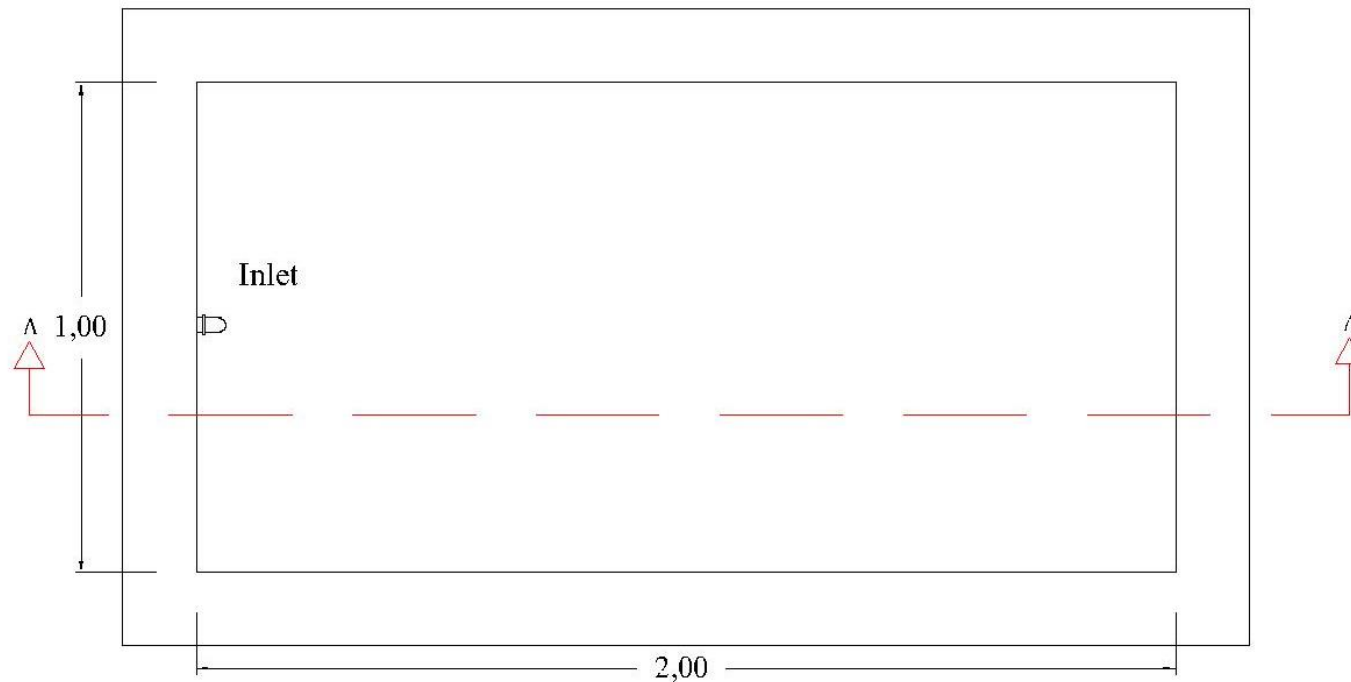
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

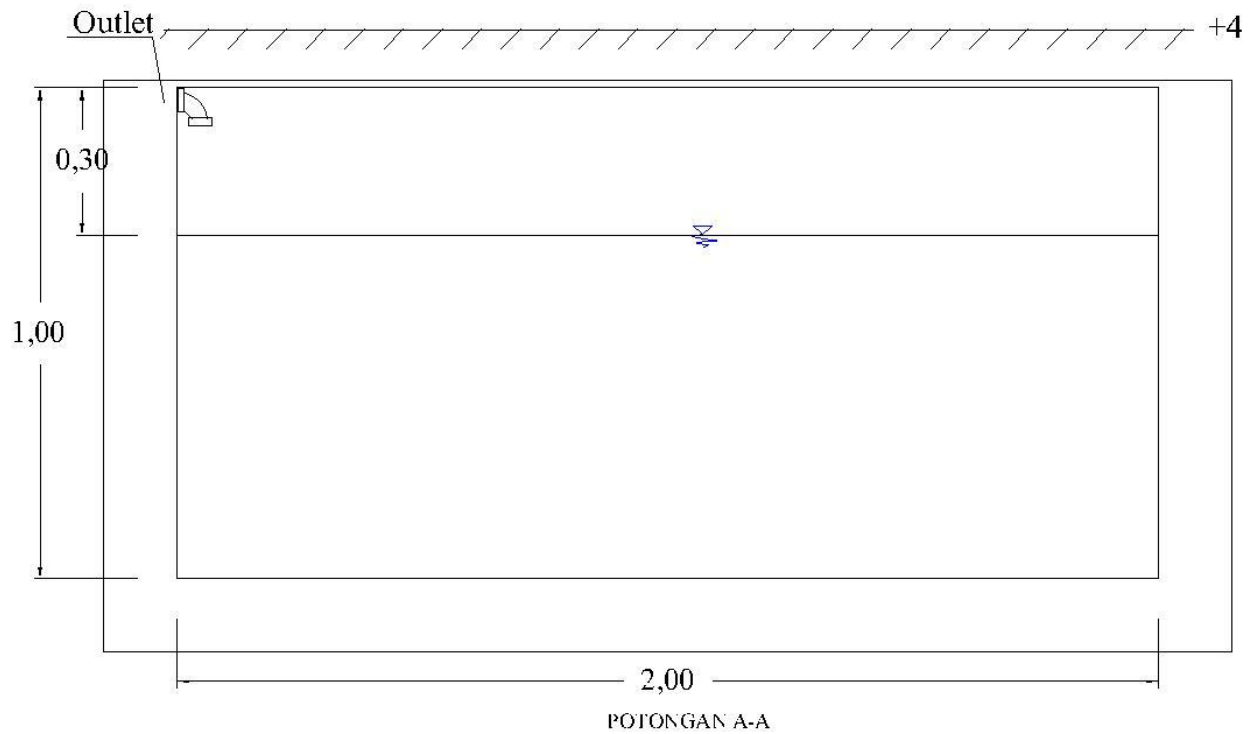
HALAMAN

BAK PENGUMPUL

9



DENAH BAK PENGUMPUL



JUDUL TUGAS  
MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN  
TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

NAKULA FIRSIYAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

HALAMAN

POTONGAN A-A  
BAK PENGUMPUL

10



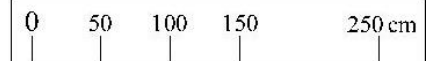
JUDUL TUGAS  
MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR (RE 184804)

DEPARTEMEN  
TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

LEGENDA

- |                   |  |                     |
|-------------------|--|---------------------|
| 1. Oil Trap       |  | Filter Sabut Kelapa |
| 2. Bak Ekualisasi |  | Arang Aktif         |
| 3. UAF            |  |                     |
| 4. Bak AC         |  |                     |
| 5. Bak Penampung  |  |                     |

SKALA



DOSEN PEMBIMBING

BIEBY VOJANT TANGAHU, ST., MT.,  
Ph.D.

MAHASISWA

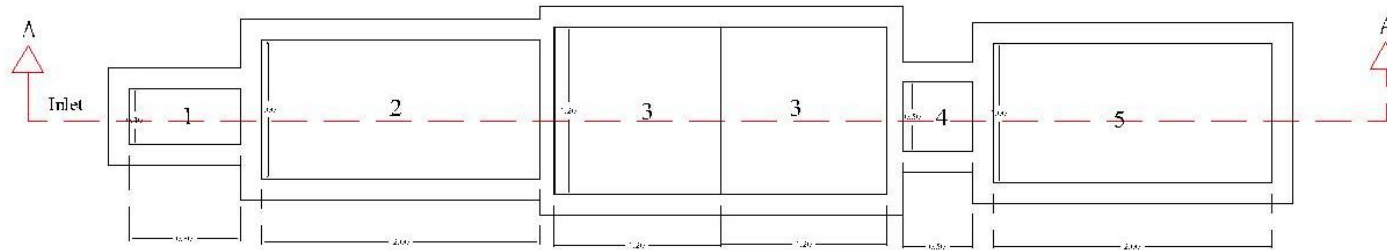
NAKULA FIRSIAN WINANDA  
0321164000057

JUDUL GAMBAR

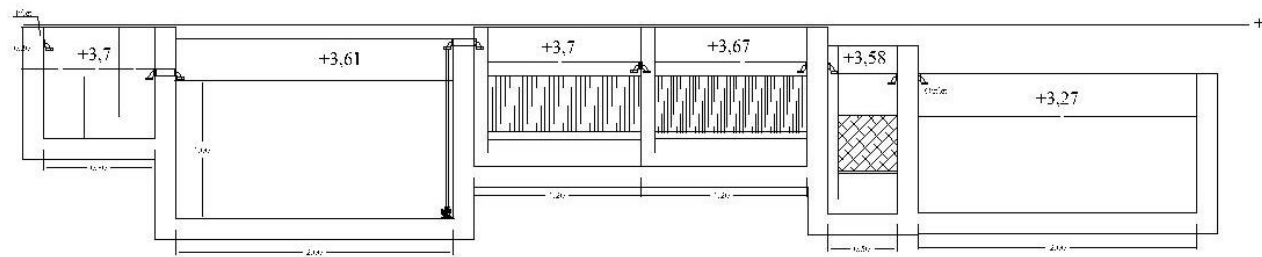
HALAMAN

PROFIL HIDROLIS

11

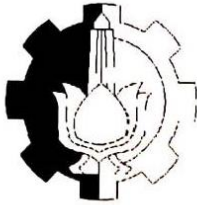


DENAH IPAL



POTONGAN A-A (PROFIL HIDROLIS)





LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR LIMBAH

Dikirim Oleh : Sdr. Nakula  
Dikirim Tanggal : 03 Maret 2020  
Sampel Dari : Air Limbah Car Wash  
No. Laboratorium : 100-007/03/A/KL/2020

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah *)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 - 9	8,20	pHmeter
2	TSS	mg/L	100	394,00	Gravimetri
3	Minyak & Lemak	mg/L	10	144,00	Gravimetri
4	COD	mg/L O <sub>2</sub>	250	1.372,00	Refluks
5	BOD	mg/L O <sub>2</sub>	100	652,00	Winkler
6	MBAS (detergent)	mg/L LAS	10	24,72	Spektropotometri
7	Phospat	mg/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10	6,95	Spektropotometri

Surabaya, 13 Maret 2020  
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS  
Kepala,

Catatan :

- \*) .KEPGUB JATIM No. : 72/2013,  
Tanggal : 16 Oktober 2013 : Untuk Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor  
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.  
NIP. 195501281985032001



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 13 November 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Hang Tuah 10 Juanda, SMPN 17 Surabaya, SMAN 2 Surabaya, dan melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2016 melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis terdaftar sebagai mahasiswa dengan nomor registrasi pendaftaran 03211640000057. Selama perkuliahan penulis pernah aktif mengikuti organisasi, khususnya di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL). Pada akhir perkuliahan penulis mengambil tugas akhir yang berjudul Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kegiatan Usaha Pencucian Mobil di Surabaya untuk Penggunaan Kembali sebagai Air Bersih. Semoga dengan adanya tugas akhir ini, dapat berguna untuk orang banyak serta dapat membantu dalam perencanaan selanjutnya sebagai referensi untuk mengembangkan hasil yang diperoleh pada perencanaan ini. Penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca yang dapat dilakukan dengan langsung menghubungi penulis melalui email [nakulafw@gmail.com](mailto:nakulafw@gmail.com).



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

FORM FTA-03

**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : Nakula Firstian Winanda  
NRP : 03211640000057  
Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kegiatan Usaha Pencucian Mobil di Surabaya untuk Penggunaan Kembali sebagai Air Bersih

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	15-2-2020	Prosedur sampling air limbah, jumlah sampel yang diambil, teknik pengambilan sampel	
2	20-2-2020	Penentuan alternatif Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	
3	1-5-2020	Perhitungan <i>Detail Engineering Design</i> (DED) IPAL	
4	9-5-2020	Gambar DED IPAL	
5	17-5-2020	Perhitungan <i>Mass Balance</i> dan profil hidrolis	
6	26-5-2020	Perhitungan <i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) serta nilai investasi	
7	8-6-2020	Persiapan presentasi seminar kemajuan tugas akhir	
8	6-7-2020	Persiapan presentasi sidang akhir	
9	5-8-2020	Fiksasi jurnal POMITS	

Surabaya, 17 Mei 2020  
Dosen Pembimbing

Bieby Vojant Tangahu, ST., MT., Ph.D.



## Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

### Lisan Remediasi

---

#### Lab Remediasi Lingkungan

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxx) \*

#### Nakula Firstian Winanda (321164000057)

Dosen Pembimbing: Bieby Vojant Tangahu, ST, MT, PhD

Saran:

Perhitungan waktu tinggal air limbah dalam unit equalisasi harus diperhatikan sehingga tidak ada kondisi bak kosong, demikian pula perhitungan pemompaan, RAB dicek kembali

LULUS

Dosen Penguji 1: Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

Saran:

Perjelas pretreatment dan perdalam bak ekualisasi

LULUS

Dosen Penguji 2: Ipung Fitri Purwanti, ST, MT, PhD

Saran:

penulisan: tdk boleh ada hal kosong, cek penulisan bulan (huruf besar), hitung ulang utk unit2 ipal bgmn pengaturan debitnya, ipal tdk boleh kosong cek rab, perhitungan beton, media, dll

LULUS

Dosen Penguji 3: Ir. Eddy Setiadi Soedjono, MSc., PhD

Saran:

1. Tidak menggunakan Baku Mutu Air Kelas IIII
2. Jelaskan mengapa air harus didaur ulang? Mohon dibahas terkait dengan tarif air PDAM Surabaya untuk pengusaha cuci mobil
3. Perhatikan pedoman Gambar Teknik yang selama ada sejak Semester I kalian di ITS,
4. Perhatikan baik-baik Pedoman Penulisan TA di Dept TL 2019: Khususnya terkait dengan penulisan Tinjauan Pustaka yang biadania menjadi BAB II.

LULUS