

# Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Langowan Di Kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa

Shinta P. Kaawoan<sup>#1</sup>, Isri R. Mangangka<sup>#2</sup>, Roski R.I Legrans<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>preissishinta@gmail.com; <sup>2</sup>isri.mangangka@unsrat.ac.id; <sup>3</sup>legransroski@unsrat.ac.id

## Abstrak

Pasar Tradisional Langowan merupakan salah satu pasar tradisional yang dikelola oleh Pemerintah Kabupaten Minahasa yang terletak di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa. Aktivitas pasar yang dilakukan setiap harinya menghasilkan air limbah. Air limbah ini kemudian dibuang ke saluran drainase dan badan jalan dan tidak dilakukan pengolahan. Hasil uji laboratorium yang telah dilakukan terhadap air limbah Pasar Tradisional Langowan menunjukkan bahwa bahan organik yang terkandung telah melebihi baku mutu yaitu BOD 1920 mg/L, COD 3380 mg/L, TSS 2220 mg/L, NH<sub>3</sub> 198 mg/L, minyak dan lemak 20 mg/L. Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016. Berdasarkan hasil perhitungan debit air limbah Pasar Tradisional Langowan diperoleh kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang direncanakan sebesar 20,52 m<sup>3</sup>/hari. Teknologi yang dipilih yaitu Grease Trap, Bak Ekuivalensi, Bak Pengendap Awal, Biofilter Aerobik, Adsorpsi Karbon aktif dan Bak Pengendap Akhir. Pemilihan teknologi pengolahan didasarkan karena unit ini memiliki keunggulan dalam meremoval kadar pencemar dengan tingkat efisiensi yang tinggi dan kebutuhan lahan yang tidak terlalu luas. Metode penelitian menggunakan data primer mengenai pengujian kualitas air limbah dan data sekunder yang diperoleh dari data pemakain air setiap kegiatan jual beli di Pasar tradisional dan informasi lain yang terkait dengan perencanaan. Hasil penelitian yang didapat berupa gambar desain unit IPAL, dimensi total bangunan pengolah seluas 23.4 m<sup>2</sup>.

**Kata kunci** – air limbah, pasar tradisional, perencanaan IPAL, Adsorpsi Karbon Aktif, Biofilter Aerobik

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Setiap aktivitas perdagangan yang dilakukan di pasar akan menghasilkan limbah sebagai hasil akhirnya, baik itu limbah padat maupun limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan ini seringkali dibiarkan menjadi genangan di berbagai titik pada pasar tradisional sehingga dapat menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit, mengakibatkan pencemaran air permukaan, dan mempengaruhi estetika pasar tersebut. Limbah cair yang dihasilkan dari pasar tradisional biasanya langsung dibuang ke saluran drainase/badan air tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, mengakibatkan kontaminasi terhadap sumber-sumber air minum, dan menimbulkan kerusakan pada flora dan fauna yang hidup di air.

Pasar Tradisional Langowan merupakan salah satu pasar tradisional yang dikelola oleh Pemerintah Kabupaten Minahasa. Pasar tradisional ini berlokasi di Kecamatan Langowan Timur dan kurang mendapat perhatian khususnya dalam pengelolaan limbah cair yang dihasilkannya. Adapun limbah cair yang dihasilkan dari Pasar Langowan ini langsung dibuang ke drainase dan badan jalan yang tepat berada disamping Pasar Tradisional Langowan.

Hasil investigasi awal di lapangan memberikan informasi bahwa Pasar Tradisional Langowan yang terletak di Desa Waleure Kec.Langowan Timur belum memiliki instalasi pengolahan limbah. Dari uraian diatas maka, perlu dilakukan penelitian untuk perencanaan instalasi pengolahan air limbah Pasar Langowan berdasarkan perhitungan efisiensi instalasi pengolahan air limbah dan karakteristik limbah yang dihasilkan dari Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa.

### B. Rumusan Masalah

Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sesuai untuk Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa.

### C. Batasan Penelitian

Adapun yang menjadi lingkup dan batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Pasar Langowan di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa.
2. Penentuan Kuantitas dan Kualitas Air Limbah yang dihasilkan Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa.
3. Pemilihan metode pengolahan yang sesuai diterapkan di Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa.
4. Perencanaan dan perancangan bangunan instalasi pengolahan air limbah di Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa hanya menyangkut dimensi, kapasitas dan tata letak, sedangkan kekuatan struktur tidak ditinjau.

#### D. Tujuan Penelitian

Berdasar pada latar belakang dan rumusan masalah diatas maka, tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa.

#### E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini bagi beberapa pihak diantaranya adalah:

1. Penelitian ini digunakan untuk memenuhi tugas akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga menjadi sarana pengaplikasian ilmu yang telah diperoleh oleh peneliti selama mengikuti perkuliahan
2. Penelitian ini dapat mengembangkan dan mengaplikasikan ilmu pengetahuan dalam bidang

teknik lingkungan yang telah didapatkan selama perkuliahan terkait pengolahan limbah cair.

3. Sebagai rekomendasi perencanaan instalasi pengolahan air limbah yang sesuai dengan karakteristik air limbah Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Utara, untuk dapat digunakan sebagai bahan masukan bagi pemerintah/ instansi yang akan merencanakannya

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi Perencanaan ini akan dilakukan di Pasar Tradisional Langowan, Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Prosedur penelitian yang dilakukan akan digambarkan pada Gambar 2.

### B. Jenis Data Penelitian

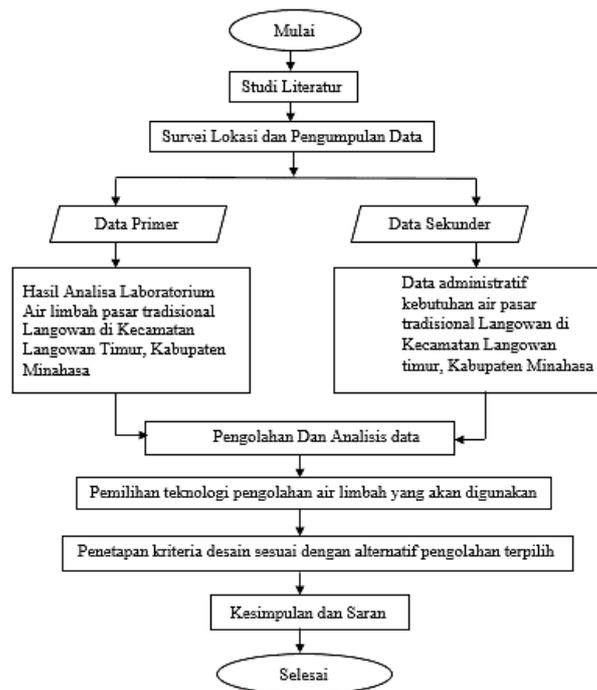
Jenis data pada penelitian ini adalah data sekunder dan data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan pengukuran, pengamatan langsung dilapangan, dan wawancara. Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari sumber data lain untuk menunjang data primer, baik dari jurnal, dokumen dan lain-lain.

Adapun data yang akan dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- a. Data primer meliputi : hasil analisa laboratorium kualitas dan kuatitas air limbah Pasar Tradisional Langowan di Kecamatan Langowan Utara, Kabupaten Minahasa serta kondisi eksisting wilayah studi.
- b. Data sekunder meliputi: Data pemakaian air, serta data administratif.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Layout Lokasi Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kuantitas Limbah Cair Pasar Tradisional Langowan.

Data kuantitas limbah cair pasar tradisional langowan diperlukan sebagai dasar perencanaan perancangan kapasitas dan dimensi per unit pengolahan yang akan dibangun di pasar langowan. Adapun jumlah kuantitas limbah cair pasar tradisional langowan diperoleh dari data debit air limbah hasil kegiatan perkantoran dan jual-beli. Cara pengukuran debit limbah cair di pasar tradisional langowan diperoleh dari wawancara dengan pihak pedagang mengenai jumlah kebutuhan air harian setiap kegiatan.

Diperoleh debit air limbah yang dihasilkan dari Pasar Tradisional Langowan yaitu 17.100 L/hari atau sama dengan 17,1 m<sup>3</sup>/hari dengan debit air limbah terbesar berasal dari los daging yaitu 11,3 m<sup>3</sup>/hari dan debit air limbah terkecil berasal dari kios bunga yaitu 0,2 m<sup>3</sup>/hari. Sebagai antisipasi apabila debit air limbah melonjak pada hari-hari besar tertentu seperti hari raya Natal, maka debit air limbah ditambahkan kurang lebih sebesar 20%, sehingga total debit air limbah yang digunakan sebesar 20,52 m<sup>3</sup>/hari.

#### B. Kualitas Limbah Cair Pasar Tradisional Langowan.

Data kualitas limbah cair Pasar Tradisional Langowan juga diperlukan sebagai dasar dalam pemilihan teknologi yang tepat dalam merencanakan perancangan instalasi pengolahan air limbah. Data kualitas limbah cair Pasar Tradisional Langowan untuk

semua parameter (PH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak, dan Total Caliform) diperoleh dari hasil uji laboratorium yang dilakukan oleh PT. Water Laboratory Nusantara Indonesia (SGS WLN).

Analisa parameter pencemar air limbah tersebut diambil dari pembuangan air limbah yaitu saluran drainase pasar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat beberapa parameter yang melebihi baku mutu. Hasil Analisis akan ditampilkan pada Tabel 1.

Berdasarkan data kualitas limbah cair Pasar Tradisional Langowan yang diperoleh dari hasil analisa uji laboratorium dapat dilihat bahwa parameter BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak, dan Total Caliform memiliki nilai diatas baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik.

#### C. Teknologi Pengolahan Air Limbah DiPasar Tradisional Langowan.

Berdasarkan data kuantitas dan kualitas limbah cair yang terdapat di Pasar Tradisional Langowan Kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa maka ditetapkan teknologi yang dipakai pada instalasi pengolahan limbah cair ini adalah Biofilter Aerob dan Adsorpsi Karbon Aktif. Pengolahan biofilter aerob memiliki efisiensi removal BOD dan TSS. Adsorpsi Karbon Aktif berfungsi untuk membunuh mikroorganisme, menyetarakan kandungan kimia dan menyerapnya, netralisasi limbah asam maupun basa, memperbaiki proses pemisahan lumpur, memisahkan padatan yang tak terlarut filtrasi, mengoksidasi warna

dan racun, mengurangi konsentrasi minyak dan lemak serta meningkatkan efisiensi instalasi flotasi. Diharapkan melalui pengolahan terpilih ini limbah cair di Pasar Tradisional Langowan Kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa apabila effluennya dibuang ke pembuangan maka tidak mencemari lingkungan. Berikut diagram pengolahan air limbah di Pasar Tradisional Langowan DiKecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa. Diagram pengolahan IPAL Pasar Tradisional Langowan akan ditampilkan pada Gambar 3.

#### D. Perhitungan Desain Unit Pengolahan

Sebelum menghitung dimensi setiap unit dari instalasi pengolahan air limbah yang sesuai untuk diterapkan Pasar Tradisional Laangowan di Kecamatan Langowan Utara, Kabupaten Minahasa, perlu diketahui diagram alir kesetimbangan massa perencanaan IPAL yang akan ditampilkan pada Gambar 4.

##### 1. Bak Pemisah Lemak/Minyak

Bak pemisah lemak atau grease removal berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang berasal dari kegiatan dapur, serta untuk mengendapkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tak dapat terurai secara biologis (Mubin, 2016). Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh dimensi bak:

- Panjang = 1,2 m
- Panjang ruang kosong = 0,3 m
- Tebal Dinding = 0,2 m
- Tebal baffle = 0,15 m
- Lebar = 0,6 m
- Kedalaman air = 1 m
- Ruang bebas = 0,3 m
- Plat bawah = 0,2 m
- Plat atas = 0,15 m

##### 2. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi merupakan unit IPAL yang berfungsi untuk menyeragamkan konsentrasi zat pencemar, meratakan kandungan padatan terlarut (SS). Bak ekualisasi direncanakan hanya terdiri dari 1 kompartemen yang dilengkapi dengan *submersible pump*. Pada saat pembersihan bak, aliran air limbah akan dipompakan langsung menuju ke bak pengendap awal tanpa melewati unit bak ekualisasi. Untuk menghindari *shock loading* fluktuasi air limbah maka pembersihan dilakukan pada hari minggu, dimana debit air limbah relatif sedikit.

- Panjang Bak = 2 m
- Lebar Bak = 1,3 m
- Kedalaman Bak = 1,5 m
- Luas Area =  $2,28 \text{ m}^2$

##### 3. Perhitungan Pompa Air Limbah

Perhitungan pompa diperlukan untuk mengetahui karakteristik pompa dan aksesoris yang dibutuhkan dalam mengolah air limbah. Pompa air limbah

berfungsi untuk mengalirkan air limbah secara konstan dari bak ekualisasi menuju ke unit IPAL selanjutnya. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, head pompa yang diperlukan adalah 1,8 m. Jenis pompa yang direkomendasikan pada perencanaan ini adalah:

- a. Tipe pompa = Pompa celup (submersible pump)
- b. Tipe kapasitas = 40-120 L/menit (74,4 L/menit)
- c. Total head = maks 8 meter (1,800 meter)
- d. Output listrik = maks. 350 watt (21,896 watt)
- e. Material = *fiberglass dan technopolime*
- f. Merek dan tipe = Pedrollo SCO511 (TOP2)

##### 4. Bak Pengendap Awal

Pada prinsipnya kompartemen bak pengendap awal ini berfungsi untuk menghilangkan padatan tersuspensi sebelum masuk ke proses pengolahan selanjutnya secara gravitasi sehingga tidak membe-ratkan kinerja unit IPAL. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh dimensi bak :

- Panjang bak = 2 m
- Lebar bak = 1,5 m
- Kedalaman bak = 1,5 m
- Kedalaman total bak = 1.8
- Luas area =  $5 \text{ m}^2$

##### 5. Bak Biofilter Aerobik

Perancangan desain unit bak biofilter aerob pada pengolahan air limbah ini menggunakan sistem aerasi kontinyu, dimana sistem ini cocok untuk mengolah air limbah dengan kapasitas kecil serta menghasilkan sedikit lumpur. Berdasarkan Perhitungan yang Dilakukan diperoleh dimensi:

- Panjang bak = 1,5 m
- Lebar bak = 1,5 m
- Kedalaman bak = 1 m
- Kedalaman total bak = 1.3 m
- Luas area =  $2,25 \text{ m}^2$

##### 6. Bak Adsorpsi Karbon Aktif

Perancangan unit adsorpsi karbon aktif merupakan bagian dari kombinasi unit IPAL yang berfungsi untuk menghilangkan sisa warna dan mengurangi konsentrasi zat organik yang tidak tereduksi oleh unit biofilter aerobik. Pada perancangan ini media adsorpsinya menggunakan karbon aktif jenis media arang aktif.

- Panjang bak = 2,5 m terbagi menjadi 2 bak (1,25 m)
- Lebar bak = 2 m
- Kedalaman bak = 1,5 m
- Kedalaman total bak = 1.8 m
- Luas area =  $5 \text{ m}^2$

##### 7. Bak Pengendap Akhir

Bak pengendap akhir merupakan kompartemen bak tambahan dalam unit proses pengolahan air limbah yang berfungsi untuk menampung eksisting air hasil olahan agar dapat digunakan kembali sesuai dengan peruntukannya. Bak pengendap akhir berbentuk

persegi panjang dengan bagian akhir dilengkapi dengan pipa outlet air limbah.

- Panjang bak = 3 m
- Lebar bak = 1,5 m
- Kedalaman bak = 1,5 m
- Kedalaman total bak = 1.8 m
- Luas area = 5 m<sup>2</sup>

### 8. Rekapitulasi Desain

Berdasarkan perhitungan desain yang telah dilakukan, diperoleh jumlah waktu detensi dan kebutuhan luas lahan masing-masing unit pengolahan pada perencanaan instalasi pengolahan air limbah di

wisata Pasar Tradisional Langowan, Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa. Luas dimensi IPAL berguna untuk menentukan kebutuhan lahan yang ada di lapangan berdasarkan pada perhitungan dimensi yang telah dilakukan. Sedangkan waktu tinggal digunakan untuk mengetahui lama waktu yang digunakan untuk mengolah air limbah di dalam IPAL.

Hasil perhitungan total waktu detensi unit IPAL akan ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, waktu tinggal total air limbah di dalam unit IPAL pada saat proses pengolahan bertahan selama 14,5 jam. Sedangkan kebutuhan luas lahan total yang dibutuhkan dalam pembangunan unit IPAL dapat dilihat pada Tabel 3 yang akan ditampilkan.

**TABEL 1**  
Data Kualitas Limbah Cair Pasar Tradisional Langowan

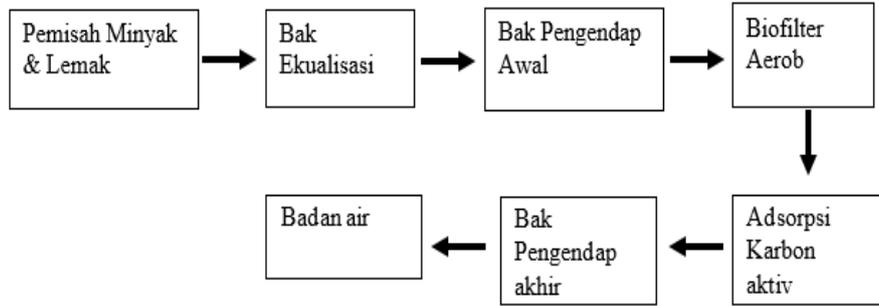
NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI	PERMEN LK NO.P.68 TAHUN2016
1.	Ph	n/a	7,20	6-9
2.	BOD	mg/L	1920	30
3.	COD	mg/L	3380	100
4.	TSS	mg/L	2220	30
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	20	5
6.	Amoniak	mg/L	198	10
7.	Total Coliform	MPN/100mL	24200	3000

**TABEL 2**  
Rekapitulasi Waktu Tinggal Perencanaan IPAL

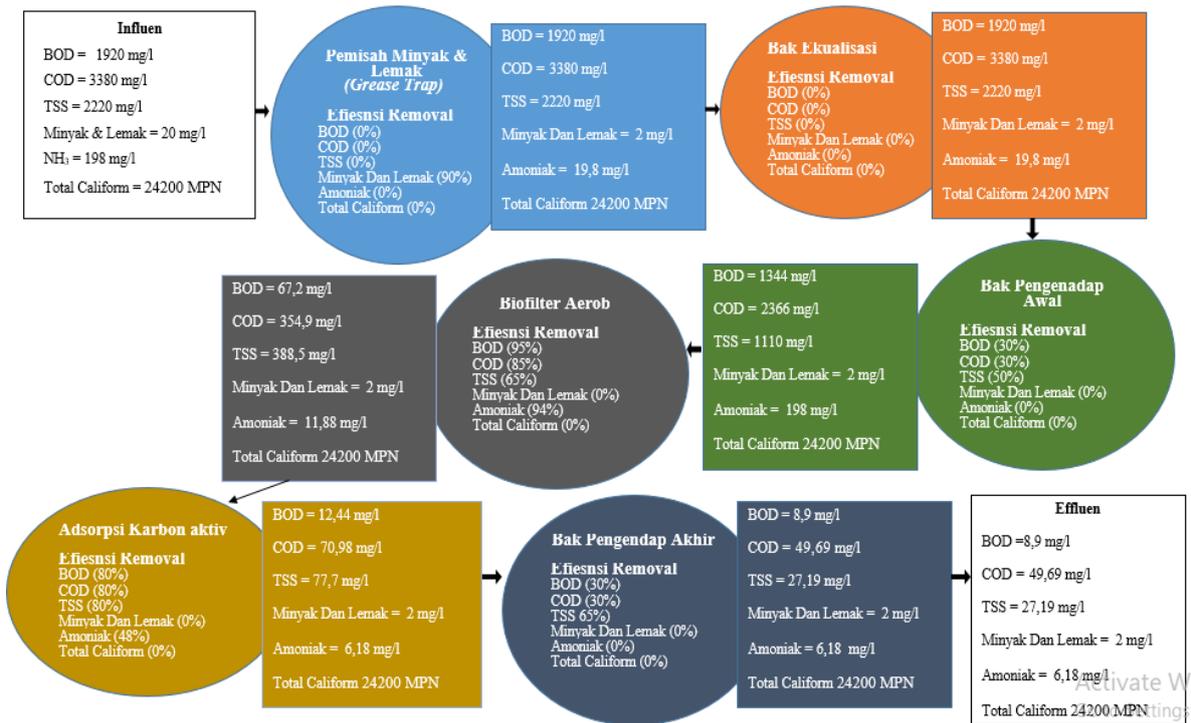
No	Unit Pengolahan	Waktu Tinggal	Satuan
1	Bak Pemisah Lemak	0,5	Jam
2	Bak Ekualisasi	1,95	Jam
3	Bak Pengendap Awal	5	Jam
4	Bak Biofilter Aerob	5	Jam
5	Bak Adsorpsi Karbon Aktif	0,5	Jam
6	Bak Pengendap Akhir	1,5	Jam
<b>Total</b>		14,5	Jam

**TABEL 3**  
Rekapitulasi Dimensi Unit Bangunan Perencanaan IPAL

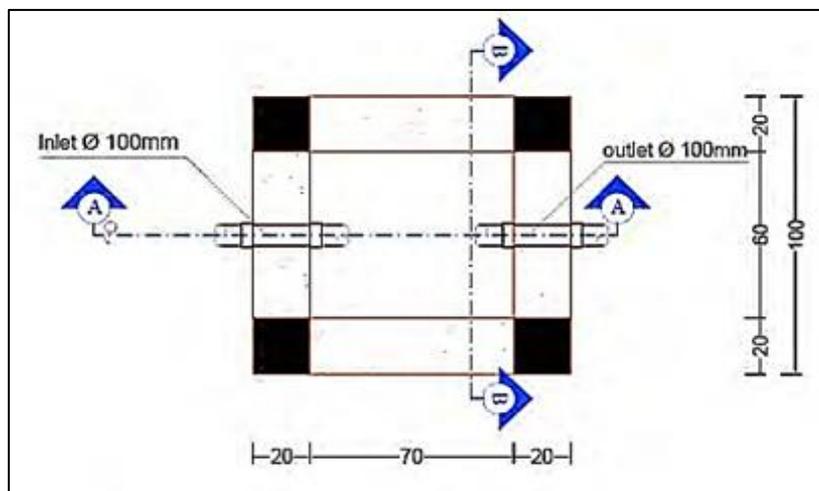
No	Unit Pengolahan	Panjang	Lebar	Kedalaman	Satuan
1	Bak Pemisah Lemak	0,7	0,6	1	M
2	Bak Ekualisasi	2	1	1,5	M
3	Bak Pengendap Awal	2	1,5	1,5	M
4	Bak Biofilter Aerob	1,5	1,5	1	m
5	Bak Adsorpsi Karbon Aktif	2,5	2	1,5	m
6	Bak Pengendap Akhir	3	1,5	1,5	m



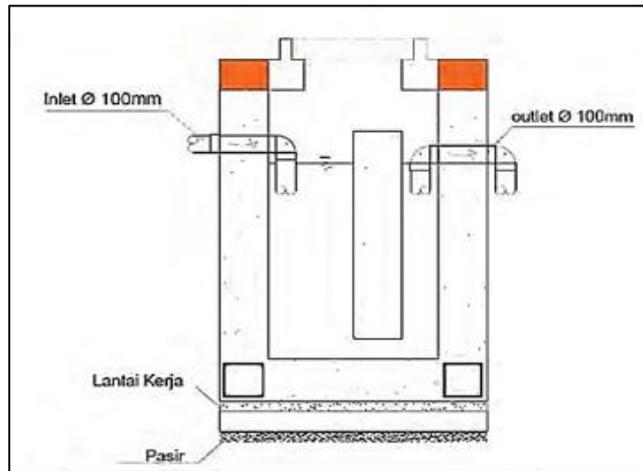
Gambar 3. Diagram Pengolahan Air Limbah Pasar Tradisional Langowan



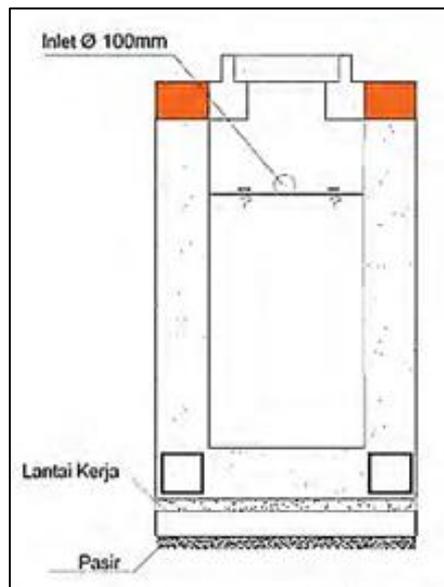
Gambar 4. Diagram Alir Kesetimbangan Massa Perencanaan IPAL



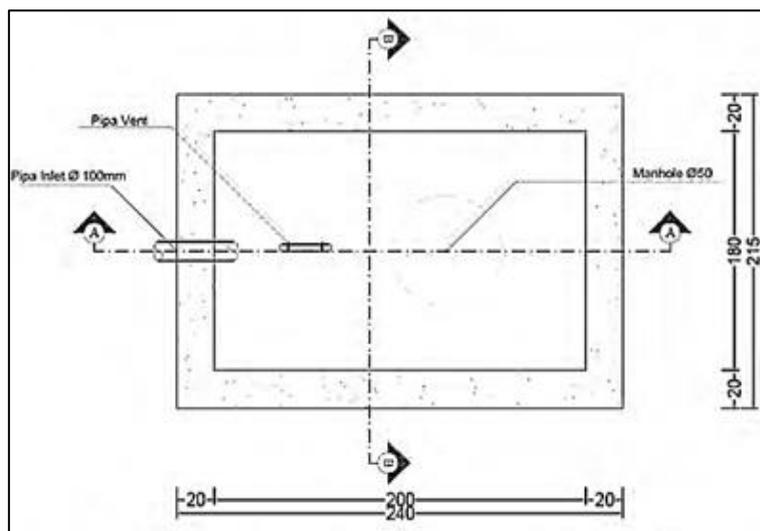
Gambar 5. Tampak Atas Unit Grease Trap



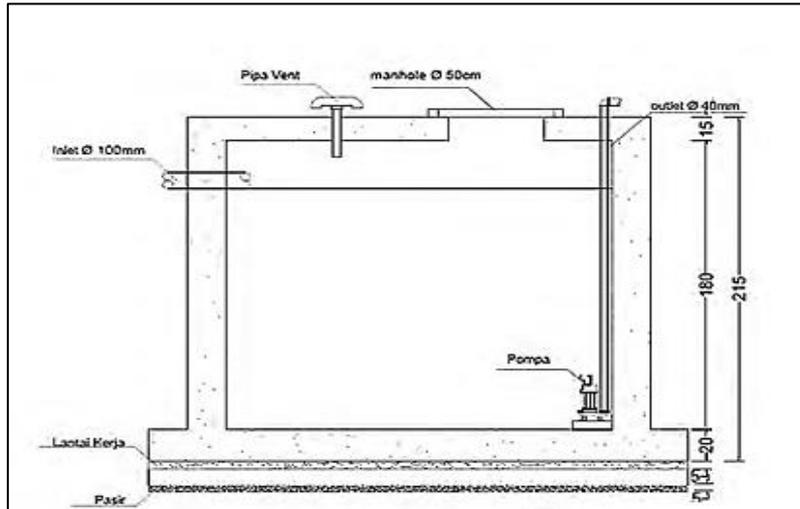
Gambar 6. Potongan A-A Grease Trap



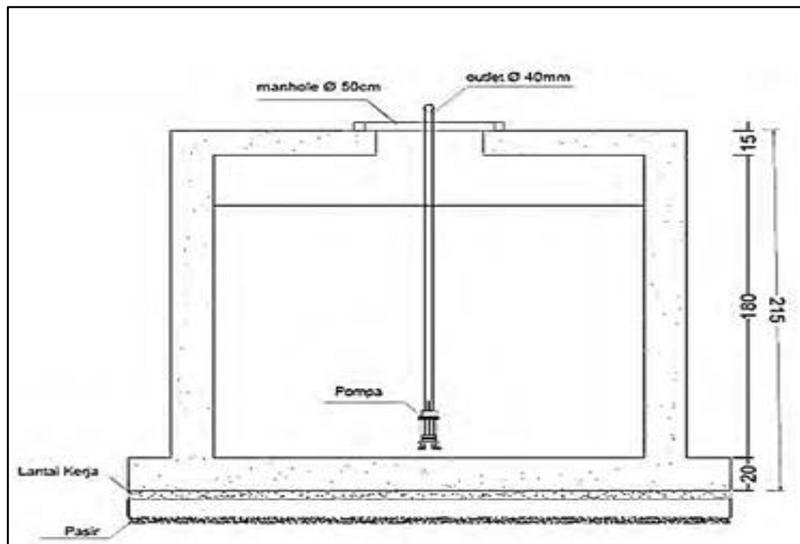
Gambar 7. Potongan B - B Grease Trap



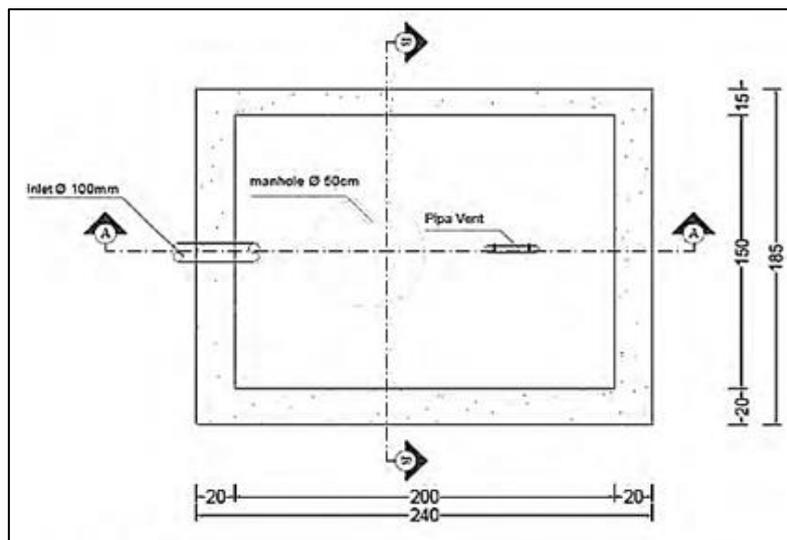
Gambar 8. Tampak Atas Bak Ekualisasi



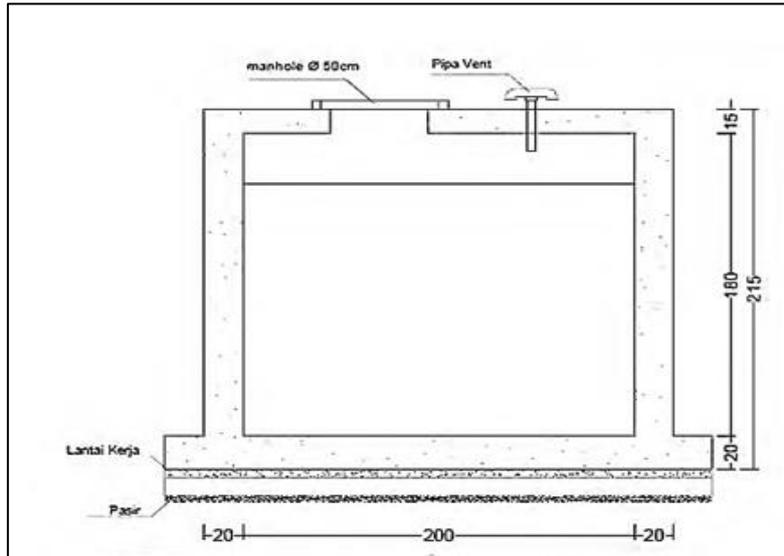
Gambar 9. Potongan A - A Bak Ekualisasi



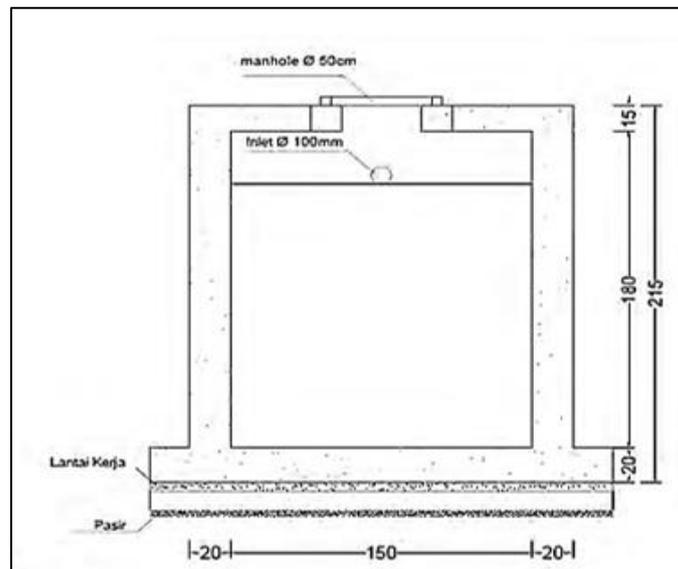
Gambar 10. Potongan B - B Bak Ekualisasi



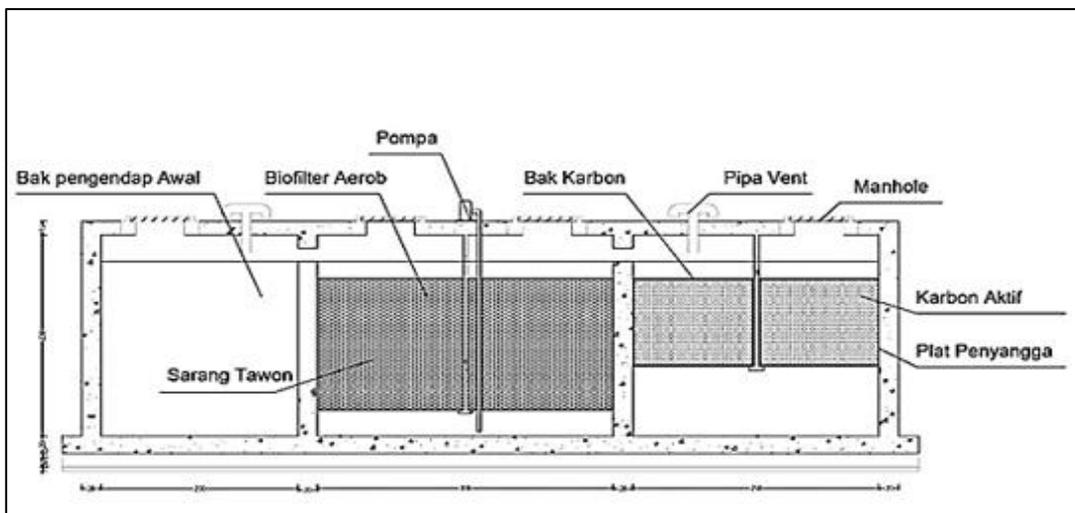
Gambar 11. Tampak Atas Unit Pengendap Awal



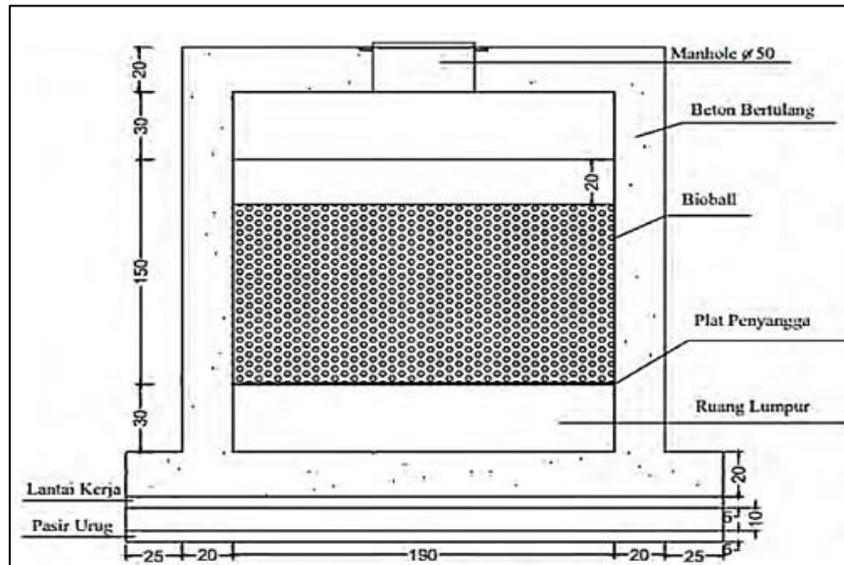
Gambar 12. Potongan A – A Unit Pengendap Awal



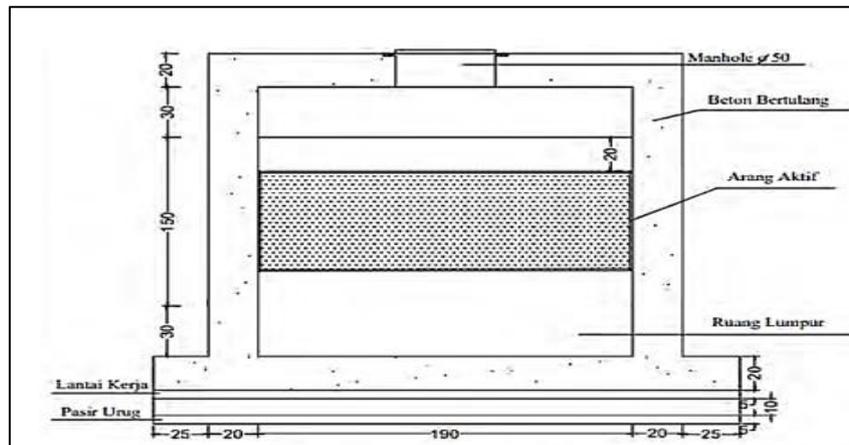
Gambar 13. Potongan B – B Unit Pengendap Awal



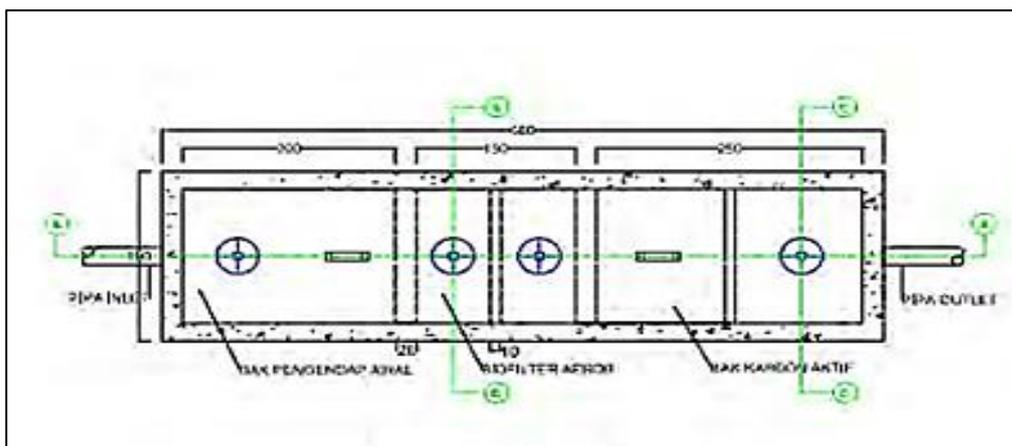
Gambar 14. Potongan A – A Bak Biofilter dan Adsorpsi Karbon Aktif



Gambar 15. Potongan B - B Bak Biofilter



Gambar 16. Potongan C - C Karbon Aktif



Gambar 17. Denah IPAL Pasar Tradisional Langowan

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Teknologi pengolahan air limbah yang sesuai untuk diterapkan di Pasar Tradisional Langowan Di

Kecamatan Langowan Timur kabupaten Minahasa adalah dengan menggunakan sistem Biofilter Aerob dan Adsorpsi Karbon Aktif. Perencanaan unit IPAL menggunakan bangunan pengolahan *Grease Trap*, Bak

Ekualisasi, Bak Pengendap Awal, Bak Biofilter Aerob (media Bioball), Bak Adsorpsi Karbon Aktif (media arang aktif), Bak Pengendap akhir dengan luas lahan total sebesar  $23,4 \text{ m}^2$  dengan panjang 11.7 m dan lebar 2 m. Dengan Dimensi masing-masing bak:

1. Bak Pemisah minyak dan lemak dengan panjang 1,2 m, panjang ruang kosong 0,3 m, tebal dinding 0,2 m, tebal baffle 0,15 m, lebar 0,6 m, kedalaman air 1 m, ruang bebas 0,3 m, plat bawah 0,2 m, plat atas 0,15 m.
2. Bak Ekualisasi, Panjang bak 2 m, lebar bak 1,3 m, kedalaman bak 1,5 m, luas area  $2,28 \text{ m}^2$ .
3. Bak Pengendap Awal, Panjang bak 2 m, lebar bak 1,5 m, kedalaman bak 1,8 m, kedalaman total bak 1,8 m, luas area  $5 \text{ m}^2$ .
4. Bak Biofilter Aerobik, Panjang bak 1,5 m, lebar bak 1,5 m, kedalaman bak 1 m, kedalaman total bak 1,3 m, luas area  $2,25 \text{ m}^2$ .
5. Bak Adsorpsi Karbon Aktif, Panjang bak 2,5 m dibagi menjadi 2 bak (1,25 m), lebar bak 2 m, kedalaman bak 1,5 m, kedalaman total bak 1,8 m, luas area  $5 \text{ m}^2$ .
6. Bak Pengendap akhir, Panjang bak 3 m, lebar bak 1,5 m, kedalaman bak 1,5 m, kedalaman total bak 1,8 m, luas area  $5 \text{ m}^2$ .

#### B. Saran

1. Berdasarkan pada uraian kesimpulan maka disarankan IPAL harus dilakukan pengecekan secara berkala untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar pencemar maupun penggantian media karbon aktif agar efluen air limbah yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya.
2. Sebaiknya dilakukan edukasi kepada pedagang dan pengunjung agar tidak membuang air limbah dan sampah disembarang tempat.

#### KUTIPAN

- [1] Akbar, M. A. 2015. Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Panakukang Kotamadya Makassar. Skripsi Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [2] Anonim. 2011. Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Direktorat Jendral Bina Upaya Kesehatan: Jakarta
- [3] APHA (American Public Health Association). 1998. Standard methods for the examination of water and waste water. 20th ed. APHA, AWWA, WPCF. Washington. 4:114 P.
- [4] Damayanti, D. Wuisan, E. M. Binilang, A. 2018. Perencanaan Sistem Jaringan Pengolahan Air Limbah Domestik Di Perumnas Kelurahan Paniki Dua. Jurnal Sipil Statik, Vol.6, No. 5, Mei 2018 (301-314). ISSN: 2337-6732.
- [5] Jana, Wayan., Mardani, N. K., Suyasa, I. W. 2006. Analisis Karakteristik Sampah Dan Limbah Cair Pasar Badung Dalam Upaya Pemilihan Sistem Pengelolaannya. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Udayana. Ecotrophic. Vol. 1 No. 2.
- [6] Khaliq, Abdul. 2015. Analisis Sistem Pengolahan Air Limbah Pada Kelurahan Kelayan Luar Kawasan IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin. Jurnal Poros Teknik, Vol. 7, No. 1 Juni 2015: 1-53.
- [7] Metcalf & Eddy, Inc., Tchobanoglous, G., Burton, F.L., & Stensel, H.D. (2004). Wastewater Engineering Treatment And Reuse (4th ed). Mc. Graw Hill. Singapore.
- [8] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016. Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- [9] Putri, A.D. Apriani, I. Yusuf, W. 2015. Perancangan Sistem Pengolahan Limbah Cair Kawasan Pasar Anggrek Kota Pontianak. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- [10] Nusa Idaman (2008). Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta Tinjauan Permasalahan, Strategi Dan Teknologi Pengolahan. Pusat Teknologi Lingkungan Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- [11] Satiti, Epifani. 2011. Identifikasi Dan Karakteristik Limbah Cair Serta Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional. Skripsi Universitas Indonesia. Depok.