

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK SYSTEM LUMPUR AKTIF DI GEDUNG TRANS MART

Dwiyono dan Yusriani Sapta Dewi

dwiyono@yahoo.com

ysaptadewi@gmail.com

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia

Abstract

This study aims to design a waste water treatment plant (WWTP) design; reference in making WWTP in another place; and do waste water treatment so it is not harmful to the surrounding environment. The location of the research in the Jakarta Transmart building, when this research was conducted in March to June 2018. The method used in the implementation of this study planning was the preparation of reports that included analysis of waste characteristics; review of literature studies that are used to study supporting theories during conducting problem analysis and discussion so that they can be considered into the planning of wastewater treatment institutions that will be carried out; collection of primary data and secondary data as material for study of wastewater treatment plant planning; and design, calculation of the dimensions of the wastewater treatment plant, technical specifications. Planning criteria, among others: processing efficiency and achieving target results in accordance with desired quality standards; land area needed; and care must be easy and simple. The results showed that the estimated discharge of water requirements found in the Transmart building was around 59.97 m³ / day, obtained from the calculation of the area of the building building to meet the needs of clean water needed per square meter. Aeration tank volume and Aeration 1 dimensions: 3.35 m long, 4.450 m wide, 2.550 m depth, 0.625 m free space height, 38.01 m³ volume. Aeration 2: 3.375 m long, 4.450 m wide, 2.550 m depth, 0.625 m free space height, 38.3 m³ volume. Total aeration body area = 76,315 m. Tub sedimentation: 3.35 m long, 2.850 m wide, 2.350 m depth, 0.90 m free space height, 38.3 m³ volume. Volume: 13.7. Tub Equalization: 2.625 m long, 5.975 m wide, 2.60 m depth, free space height 0.575 m, volume 40 m³. In the design of planning the installation of wastewater treatment systems for activated sludge should be added or further processing so that the water from processing can be reused and not wasted, such as filtration so that it can be used such as for washing vehicles, watering plants etc.

Keywords: waste, wastewater treatment, activated sludge, domestic WWTP process

1. PENDAHULUAN

Limbah domestik yang diproduksi setiap hari menjadi salah satu pencemar sumur dangkal (sumur penduduk), karena struktur tanah yang tidak mampu melakukan proses sisa pengaliran limbah tersebut. IPAL terkait dengan fasilitas prasarana permukiman tidak terpisahkan dengan manusia, hunian dan lingkungan. IPAL berfungsi untuk mengolah serta mengendalikan limbah domestik. Air limbah domestik dialirkan melalui saluran interceptor kemudian dibuang ke sungai dalam keadaan bersih, sehingga dengan IPAL diharapkan sungai terbebas dari pencemaran air limbah khususnya domestik.

Limbah domestik yang masuk ke perairan terbawa oleh air selokan atau air hujan. Bahan pencemar yang terbawa antara lain feses, urin, sampah dari dapur (plastik, kertas, lemak, minyak, sisa-sisa makanan), pencucian tanah dan mineral lainnya. Perairan yang telah tercemar berat oleh limbah domestik biasanya ditandai dengan jumlah bakteri yang tinggi dan adanya bau busuk, busa, air yang keruh dan BOD5 yang tinggi (Mutiarra, 1999). BOD5 adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri selama penguraian senyawa organik pada kondisi aerobik selama 5 (lima) hari. Limbah domestik yang masuk ke perairan terbawa oleh air selokan atau air hujan. Bahan

pencemar yang terbawa antara lain feses, urin, sampah dari dapur (plastik, kertas, lemak, minyak, sisa-sisa makanan), pencucian tanah dan mineral lainnya. Perairan yang telah tercemar berat oleh limbah domestik biasanya ditandai dengan jumlah bakteri yang tinggi dan adanya bau busuk, busa, air yang keruh dan BOD5 yang tinggi (Mutiara, 1999).

Di dalam Undang-Undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa daya dukung adalah kemampuan lingkungan untuk mendukung peri-kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Undang-Undang No. 10 tahun 1992 tentang perkembangan kependudukan dan pembangunan keluarga sejahtera memerinci daya dukung lingkungan menjadi tiga yakni daya dukung lingkungan alam, daya tampung lingkungan binaan dan daya tampung lingkungan sosial. Kedua undang-undang ini tidak memerinci lebih jauh bagaimana daya dukung itu diukur atau dihitung (Sudharto, 2005).

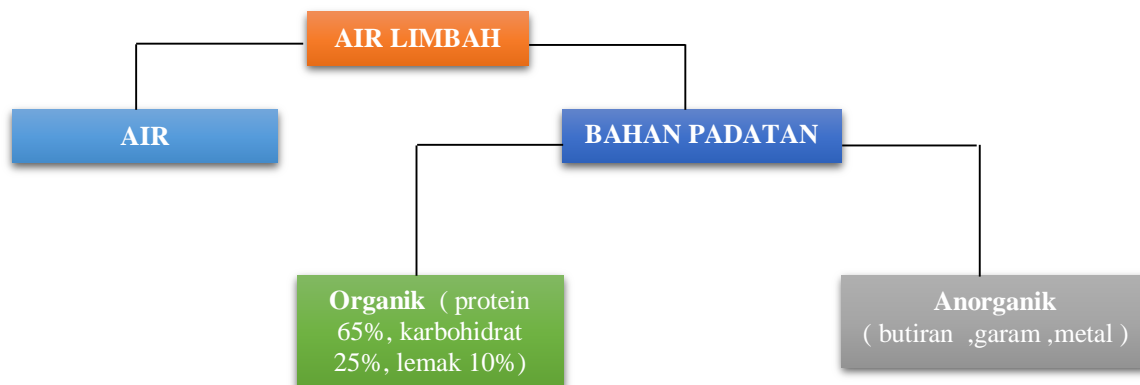
Tingginya tingkat pencemaran domestik memberikan dampak signifikan terhadap kualitas kesehatan masyarakat yang tinggal disepanjang saluran pembuangan. Ancaman serius ini merupakan tanggung jawab bersama, yaitu peran aktif pemerintah dan masyarakat. Oleh sebab itu pengolahan air kotor perlu ditangani secara baik dan berkelanjutan, sehingga air buangan yang masuk ke badan air aman bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan di sekitarnya. Jadi dalam hal ini kita memerlukan IPAL untuk menangani masalah mengenai air limbah untuk memproses dan mengolah air limbah menjadi air baku yang sesuai dengan parameter air baku yang telah ditetapkan dan tidak mencemari lingkungan hidup disekitarnya.

Selain itu dibuatnya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) juga sebagai salah satu syarat yang harus ada dalam setiap pembangunan suatu gedung atau bangunan, sebagai salah satu dari syarat AMDAL dan ANDAL (Analisis Dampak Lingkungan). AMDAL menurut Undang-undang No. 23 tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup, adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan.

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian sebagai berikut: a) menentukan dan menganalisa jenis air limbah yang akan diolah; b) menentukan kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah agar hasil pengolahan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Adapun batasan masalah terbatas pada: 1) aspek yang berhubungan dengan air limbah; 2) besaran kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah; dan 3) desain IPAL. Tujuan dari penulisan ini adalah: (a) membuat desain perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL); (b) sebagai acuan dalam pembuatan IPAL ditempat lain; dan (c) melakukan pengolahan air limbah agar tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar.

1.1 Pengertian Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga) yang kehadirannya pada saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki karena tidak memiliki nilai ekonomis. Kehadiran limbah dapat berdampak negatif bagi lingkungan terutama kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penanganan limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung jenis dan karakteristik limbah (Sulaeman, 2009). Karakteristik limbah meliputi: a) Berukuran mikro, b) Dinamis, c) Berdampak luas (penyebarannya), e) Berdampak jangka panjang (antar generasi).



Gambar 1. Komposisi Air Limbah (Sugiharto 1987)

Tabel 1. Karakteristik limbah domestik atau perkotaan

No	Parameter	Satuan	Min	Max	Rata Rata
1	BOD	Mg/l	31.25	675.33	353.43
2	COD	Mg/l	46.62	1183.4	615.01
3	KMnO ₄ (permanganat)	Mg/l	69.84	139.56	404.7
4	NH ₃ (amoniak)	Mg/l	10.79	158.73	84.76
5	Nitrit	Mg/l	0.013	0.274	0.1435
6	Nitrat	Mg/l	2.25	8.91	5.58
7	Klorida	Mg/l	29.74	103.73	66.765
8	Sulfat	Mg/l	81.3	120.6	100.96
9	pH	Mg/l	4.92	8.99	6.96
10	SS	Mg/l	27.5	211	119.25
11	Detergen	Mg/l	1.66	9.79	5.725
12	Minyak/lemak	Mg/l	1	125	63
13	Cadmium	Mg/l	.tttd	0.016	0.008
14	Timbal (Pb)	Mg/l	0.002	0.04	0.021
15	Tembaga (Cu)	Mg/l	.tttd	0.49	0.245
16	Besi (Fe)	Mg/l	0.19	70	35.1
17	Warna	P.t - Co	31	150	76
18	Phenol	Mg/l	0.04	0.63	0.335

Sumber: Nusa Idaman Said, *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta 2008*)

Berdasarkan karakteristiknya, limbah digolongkan menjadi:

- 1) Limbah cair
- 2) Limbah padat
- 3) Limbah gas dan partikel
- 4) Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

1.2 Pengertian pengolahan air limbah

Pengelolaan limbah adalah kegiatan terpadu yang meliputi kegiatan pengurangan (*minimization*), segregasi (*segregation*), penanganan (*handling*), pemanfaatan dan pengolahan limbah. Kegiatan pendahuluan pada pengelolaan limbah (pengurangan, segregasi dan penanganan limbah) dapat membantu mengurangi beban pengolahan limbah di IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Saat ini, tren pengelolaan limbah di industri adalah menjalankan secara terintegrasi kegiatan pengurangan, segregasi dan *handling* limbah sehingga menekan biaya dan menghasilkan *output* limbah yang lebih sedikit serta minim tingkat pencemarnya. Integrasi dalam pengelolaan limbah tersebut kemudian dibuat menjadi berbagai konsep seperti: produksi bersih (*cleaner production*), atau minimasi limbah (*waste minimization*) (Badjoeri et al., 2002).

Pengolahan air limbah pada umumnya dilakukan dengan menggunakan metode Biologi. Metode ini merupakan metode yang paling efektif dibandingkan dengan metode Kimia dan Fisika. Proses pengolahan limbah dengan metode Biologi adalah metode yang memanfaatkan mikro organisme sebagai katalis untuk menguraikan material yang terkandung di dalam air limbah. Mikroorganisme sendiri selain menguraikan dan menghilangkan kandungan material, juga

menjadikan material yang terurai tadi sebagai tempat berkembang biaknya. Dalam pengolahan air limbah secara aerobik mikroorganisme mengoksidasi dan mendekomposisi bahan-bahan organik dalam air limbah dengan menggunakan oksigen yang disuplai oleh aerasi dengan bantuan enzim dalam mikroorganisme.

Pada waktu yang sama mikroorganisme mendapatkan energi sehingga mikroorganisme baru dapat bertumbuh. Proses pengolahan secara biologi yang paling sering digunakan adalah proses pengolahan dengan menggunakan metode lumpur aktif. Lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan mikroba tersuspensi. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 , dan sel biomassa baru. Proses ini menggunakan udara yang disalurkan melalui pompa blower (*diffused*) atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di tangki penjernihan (*sedimentasi tank*).

Kemampuan bakteri dalam membentuk flok menentukan keberhasilan pengolahan limbah secara biologi, karena akan memudahkan pemisahan partikel dan air limbah. Dengan menerapkan sistem ini didapatkan air bersih yang tidak lagi mengandung senyawa organik beracun dan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan. Air tersebut dapat dipergunakan kembali sebagai sumber air untuk kegiatan industri selanjutnya. Diharapkan pemanfaatan sistem daur ulang air limbah akan dapat mengatasi permasalahan persediaan cadangan air tanah demi kelangsungan kegiatan industri dan kebutuhan masyarakat akan air.

Metode pengolahan lumpur aktif (*activated sludge*) adalah merupakan proses pengolahan air limbah yang memanfaatkan proses mikroorganisme tersebut. Air tersebut dapat dipergunakan kembali sebagai sumber air untuk kegiatan industri selanjutnya. Air daur ulang tersebut dapat dimanfaatkan dengan aman untuk kebutuhan konsumsi air seperti *cooling tower*, *boilerlaundry*, *toilet flusher*, penyiraman tanaman, *general cleaning*, *fish pond carwash* dan kebutuhan air yang lainnya. Dalam hal ini metode lumpur aktif merupakan metode pengolahan air limbah yang paling banyak dipergunakan, termasuk di Indonesia, hal ini mengingat metode lumpur aktif dapat dipergunakan untuk mengolah air limbah dari berbagai jenis industri seperti industri pangan, pulp, kertas, tekstil, bahan kimia dan obat-obatan.

Teknik pengolahan air limbah banyak ragamnya. Salah satu dari teknik Air limbah adalah proses lumpur aktif dengan aerasi oksigen murni. Pengolahan ini termasuk pengolahan biologi, karena menggunakan bantuan mikroorganisma pada proses pengolahannya. Proses lumpur aktif merupakan proses pengolahan secara *biologis aerobic* dengan mempertahankan jumlah massa mikroba dalam suatu reaktor dan dalam keadaan tercampur sempurna. Suplai oksigen adalah mutlak dari peralatan mekanis, yaitu aerator dan blower, karena selain berfungsi untuk suplai oksigen juga dibutuhkan pengadukan yang sempurna. Perlakuan untuk memperoleh massa mikroba yang tetap adalah dengan melakukan resirkulasi lumpur dan pembuangan lumpur dalam jumlah tertentu.

1.3 Pengertian lumpur aktif

Lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan mikroba *tersuspensi* yang pertama kali dilakukan di Inggris pada awal abad 19. Sejak itu proses ini diadopsi seluruh dunia sebagai pengolah air limbah domestik sekunder secara biologi. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 , dan sel biomassa baru. Udara disalurkan melalui pompa blower (*diffused*) atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di tangki penjernihan. Pengolahan air limbah pada umumnya dilakukan dengan menggunakan metode Biologi. Metode ini merupakan metode yang paling efektif dibandingkan dengan metode Kimia dan Fisika.

Proses pengolahan limbah dengan metode Biologi adalah metode yang memanfaatkan mikroorganisme sebagai katalis untuk menguraikan material yang terkandung di dalam air limbah. Mikroorganisme sendiri selain menguraikan dan menghilangkan kandungan material, juga menjadikan material yang terurai tadi sebagai tempat berkembang biaknya. Metode pengolahan lumpur aktif (*activated sludge*) adalah merupakan proses pengolahan air limbah yang memanfaatkan proses mikroorganisme tersebut. Dengan menerapkan sistem ini didapatkan air bersih yang tidak lagi mengandung senyawa organik beracun dan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan. Air tersebut dapat dipergunakan kembali sebagai sumber air untuk kegiatan industri selanjutnya.

Diharapkan pemanfaatan sistem daur ulang air limbah akan dapat mengatasi permasalahan persediaan cadangan air tanah demi kelangsungan kegiatan industri dan kebutuhan masyarakat akan air. Air tersebut dapat dipergunakan kembali sebagai sumber air untuk kegiatan industri selanjutnya. Air daur ulang yang kami kerjakan dapat dimanfaatkan dengan aman untuk kebutuhan konsumsi air seperti *cooling tower*, *boiler laundry*, *toilet flusher*, penyiraman tanaman, *general cleaning*, *fish pond car wash* dan kebutuhan air yang lainnya.

1.4 Gambaran umum Proses IPAL

a. Pengolahan Primer

Pengolahan primer merupakan pengolahan secara fisik untuk menyisahkan benda-benda terapung atau padatan tersuspensi terendapkan (*settleable solids*). Pengolahan primer ini berupa penyaringan kasar, dan pengendapan primer untuk memisahkan bahan inert seperti butiran pasir (tanah). Saringan kasar digunakan untuk melewatkan benda berukuran relatif besar. Karena butiran pasir (tanah) merupakan bahan *non-biodegradable* dan dapat terakumulasi di dasar instalasi pengolahan limbah cair, maka bahan tersebut harus dipisahkan dari limbah cair yang akan diolah. Pemisahan butiran pasir (tanah) dapat dilakukan dengan bak pengendapan primer. Pengendapan primer ini umumnya dirancang untuk waktu tinggal sekitar 2 jam.

Pengolahan primer hanya dapat mengurangi kandungan bahan yang mengambang atau bahan yang dapat terendapkan oleh gaya gravitasi. Sebagian polutan limbah cair industri pangan terdapat dalam bentuk tersuspensi dan terlarut yang relatif tidak terpengaruh oleh pengolahan primer tersebut. Untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan polutan tersuspensi atau terlarut diperlukan pengolahan sekunder dengan proses biologis (*aerobik* maupun *anaerobik*).

b. Pengolahan Sekunder

Pengolahan *sekunder* (secara biologis) pada prinsipnya adalah pemanfaatan aktivitas mikroorganisme seperti bakteri dan *protozoa*. Mikroba tersebut mengkonsumsi polutan organik *biodegradable* dan mengkonversi polutan organik tersebut menjadi karbondioksida, air dan energi untuk pertumbuhan dan reproduksinya. Oleh karena itu, sistem pengolahan limbah cair secara biologis harus mampu memberikan kondisi yang optimum bagi mikroorganisme, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menstabilkan polutan organik *biodegradable* secara optimum.

Upaya yang dilakukan untuk mempertahankan agar mikroorganisme tetap aktif dan produktif, mikroorganisme tersebut harus dipasok dengan oksigen yang cukup, cukup waktu untuk kontak dengan polutan organik, temperatur dan komposisi medium yang sesuai. Perbandingan BOD5 : N : P juga harus seimbang. BOD5 : N : P juga = 100 : 5 : 1 dianggap optimum untuk proses pengolahan limbah cair secara *aerobik*. Sistem pengolahan limbah cair yang dapat diterapkan untuk pengolahan sekunder limbah cair industri pangan skala antara lain adalah sistem lumpur aktif (*activated sludge*), *trickling filter*, *Biodisc* atau *Rotating Biological Contactor (RBC)*, dan Kolam Oksidasi.

Mikroorganisme anaerobik telah dapat juga diterapkan untuk pengolahan limbah cair dengan kandungan padatan organik tersuspensi tinggi. Pengolahan limbah cair dengan sistem ini memiliki berbagai keuntungan seperti rendahnya produksi lumpur (*Sludge*), rendahnya konsumsi energi, dan dihasilkannya gas *metana* (gas bio) sebagai produk samping yang bermanfaat. Sistem *anaerobik* untuk pengolahan limbah cair industri pangan skala kecil, antara lain sistem septik dan *UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket)*.

Pengolahan limbah secara sekunder dapat mengurangi BOD dan TSS secara signifikan, tetapi efluen masih mengandung amonium atau nitrat, dan fosfor dalam bentuk terlarut. Kedua bahan ini merupakan unsur hara (*nutrien*) bagi tanaman akuatik. Jika unsur *nutrien* ini dibuang ke perairan (sungai atau danau), akan menyebabkan pertumbuhan biota air dan pertumbuhan yang berlebih dapat mengakibatkan *eutrofikasi* dan pendangkalan badan air tersebut. Oleh karena itu, unsur hara tersebut perlu dieliminasi dari efluen.

Nitrogen dalam efluen instalasi pengolahan sekunder kebanyakan dalam bentuk senyawa amonia atau ammonium, tergantung pada nilai pH. Senyawa amonia ini bersifat toksik jika konsentrasinya cukup tinggi. Permasalahan lain yang berkaitan dengan amonia adalah penggunaan oksigen terlarut selama proses konversi dari amonia menjadi nitrat oleh mikroorganisme (*nitrifikasi*). Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas efluen dibutuhkan pengolahan tambahan atau

pengolahan tersier (*advanced waste water treatment*) untuk mengurangi atau menghilangkan konsentrasi BOD, TSS dan nutrisi (N, P).

c. Proses Tersier

Proses pengolahan tersier yang dapat diterapkan antara lain adalah filtrasi pasir, eliminasi nitrogen (*nitrifikasi dan denitrifikasi*), dan eliminasi fosfor (secara kimia maupun biologis)



Gambar 2. Diagram proses pengolahan

2. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan perencanaan studi ini antara lain:

- Penyusunan laporan yang mencakup analisis karakteristik limbah.
- Tinjauan studi pustaka yang digunakan untuk mempelajari teori-teori pendukung selama melakukan analisa permasalahan dan pembahasan sehingga dapat menjadi pertimbangan terhadap perencanaan Instalasi pengolahan air limbah yang akan dilakukan.
- Pengumpulan data primer dan data sekunder sebagai bahan studi terhadap perencanaan Instalasi pengolahan air limbah agar sesuai dengan.
- Desain, perhitungan dimensi instalasi pengolahan air limbah, spesifikasi teknis

Kriteria Perencanaan

Pemilihan proses pengolahan air limbah domestik yang digunakan didasarkan pada beberapa kriteria diantaranya:

- Efisiensi pengolahan dan pencapaian target hasil sesuai dengan baku mutu yang diinginkan
- Luasan lahan yang diperlukan
- Perawatan harus mudah dilakukan dan sederhana

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rancangan pembuatan Instalasi Pengolahan Air Limbah terdapat beberapa faktor yang harus di perhatikan sebagai dasar dan acuan dalam perencanaan dan menjadi penentu dalam pemilihan proses pembuatan instalasi pengolahan. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan diantaranya adalah debit air buangan, karakteristik limbah air buangan dan gambaran umum kondisi dari gedung yang akan menggunakan IPAL.

3.1 Karakteristik limbah cair gedung TRANS MART

Dalam hal ini peruntukan dan fungsi gedung trans mart yang akan dibangun meliputi beberapa kegiatan yang diantaranya ada:

- Kid city*
Berupa area permainan yang diperuntukan untuk sarana hiburan dan rekreasi untuk keluarga
- Mall*
Berisi tenant tenant yang biasanya terdiri dari Apotik, toko sepatu, restaurant, ruang pameran, *coffee shop (caffe)*, tempat karaoke, *food corner* toko, pakaian (butik) dan sebagainya
- Trans Mart Carrefour (Hyper market)*

Hypermarket ini sebagai kegiatan utama yang ada di dalam gedung *Trans Mart*, dalam *hypermarket* ini kegiatan yang dilakukan lebih kompleks, diantaranya ada *area office*, area penjualan *food & beverage*, area penjualan daging dan ikan, area penjualan *bakery*, area penjualan elektronik dan *hand phone*, area penjualan barang *grocery* dan sebagainya.

3.2 Analisis Karakteristik Limbah

Dengan melihat dari kegiatan dan fungsi dari gedung *trans mart* tersebut maka kita dapat menganalisa karakteristik air limbah yang dihasilkan dari masing-masing kegiatan yang ada didalam gedung tersebut:

- Kid City* berupa tempat permainan keluarga kemungkinan limbah yang ada berupa limbah padatan seperti plastik sampah bekas makanan ringan, botol-botol plastik bekas minuman dan limbah organik dari sisa-sisa makanan yang terbuang.
- Mall* berupa area perbelanjaan dan tempat makan (*food corner* dan *restaurant*) limbah yang paling dominan yang dihasilkan di area *mall* berupa minyak dan lemak dari kegiatan dapur masak di setiap *restaurant* dan *area food corner*, selain limbah minyak dan lemak dihasilkan pula limbah organik dari sisa-sisa bahan baku makanan yang telah diolah selain itu juga terdapat limbah domestik yang dihasilkan.
- Trans Mart Carrefour (Hyper market)* dalam *trans mart* sendiri terdapat beberapa limbah yang dihasilkan yaitu: limbah domestik dari para karyawan yang bekerja, limbah organik serta limbah minyak lemak dari area *food and vegetables* yang dihasilkan dari penyortiran buah dan sayur yang tidak layak digunakan serta dari kegiatan dapur dalam proses masakan, terdapat limbah organik dari bekas-sisa potongan daging di area daging dan dari sisa-sisa pembuatan *bakery*.

3.3 Perkiraan debit limbah

Perkiraan debit kebutuhan air yang terdapat di gedung *Transmart* yaitu sekitar 59.97 m³/hari, didapat dari perhitungan luasan area seluruh gedung terhadap kebutuhan air bersih yang diperlukan per squaremeter.

Analisis pemakaian kebutuhan air gedung *Trans Mart*

Untuk perkiraan kebutuhan air di gedung *trans mart* terdapat dalam tabel 2

Tabel 2 Pemakaian air gedung *trans mart*

No	Lokasi	SQM (m ²)	Fungsi	Pemakaian (l/m ²)	Pemakaian Lokal (liter)
1	Transmart	6848	Hypermarket	5	34240 l
2	Kid City	4101	Area permainan	5	20505 l
3	Mall	1045	Area Mall / Tenan	5	5225 l
Total luas area		11994	Total pemakaian air di gedung <i>Transmart</i>		59970 l

3.4 Gambaran Umum IPAL

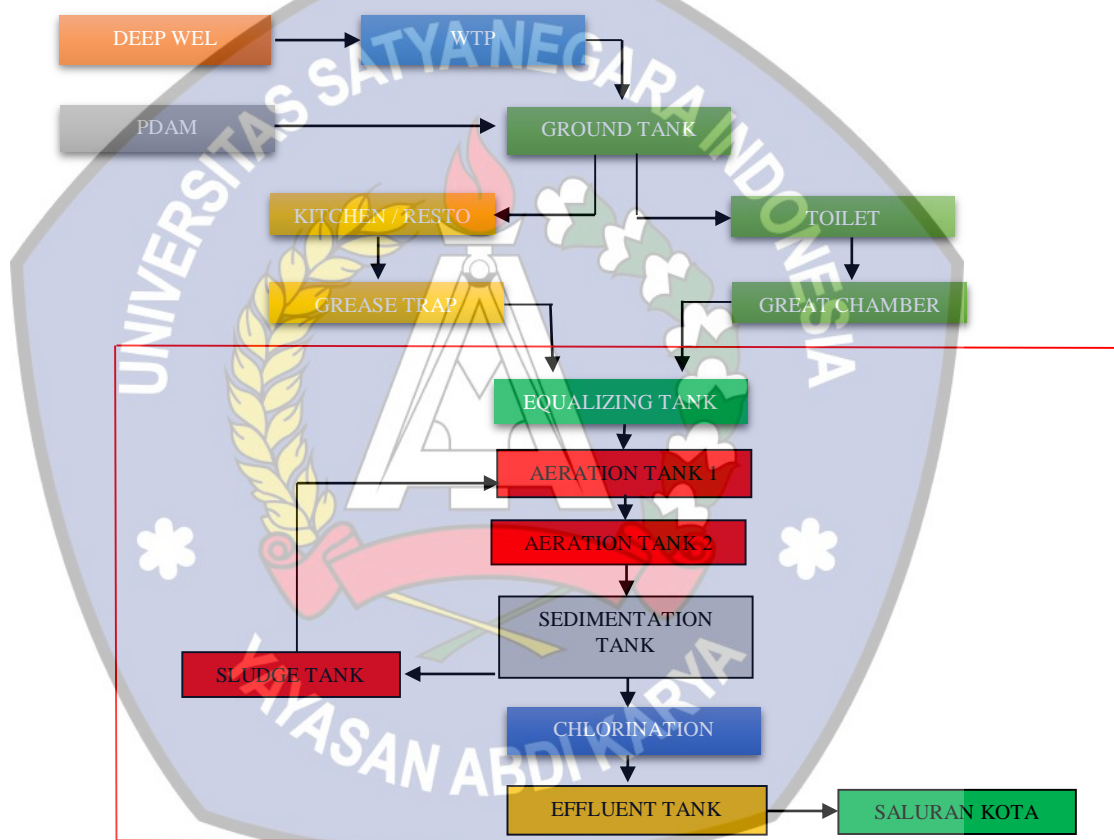
Salah satu penyebab kerusakan lingkungan hidup adalah berasal dari air limbah, kehadiran air limbah ditimbulkan dari berbagai kegiatan kehidupan yang dilakukan oleh manusia. Sejalan dengan pertumbuhan populasi manusia serta ditambahnya dengan kemajuan ilmu dan teknologi yang dimilikinya, kualitas dan kuantitas air limbah juga mengalami peningkatan. Sudah tentu ancamannya semakin serius terhadap kelestarian lingkungan hidup, akan tetapi dengan teknologi yang dikuasai maka diharapkan manusia makin mampu mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh air limbah, baik yang berasal dari air limbah industri maupun dari air limbah rumah tangga. Dengan demikian kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh air limbah dapat ditekan sekecil mungkin.

Air limbah domestik atau air limbah rumah tangga dihasilkan dari kegiatan manusia sehari-hari yang bersumber dari kamar mandi, toilet dapur dan yang lainnya. Sifatnya tidak jauh berbeda bila

dibandingkan dengan sifat air limbah yang berasal dari buangan yang dihasilkan dari kegiatan komersial.

Sistem pengolahan limbah secara aerob biologis adalah system pengembak biakan mikroorganisme (*Activated Sludge*) berproduksi dan menghasilkan bio massa, dengan proses sebagai berikut:

- Oksidasi biologis dari bahan organik yang dinyatakan dalam BOD5 sebagai bahan makanan untuk bakteri bio massa (penjernih).
- Proses nitrifikasi dimana amoniak mulanya di oksidasi menjadi nitrit lalu berubah menjadi nitrat.
- Pengendapan *Activated Sludge* secara terus menerus menjadi yang kompleks dan tidak berbahaya.
- Pengendapan dan penangkapan *Activated Sludge* (padatan tersuspensi) yang terdispersi di daerah sendimen, dimana terjadi pemisahan lumpur (*Activated Sludge*) dikembalikan ke aerasi untuk menjaga konsentrasi mikroorganisme dan lumpur yang berlebihan akan di keluarkan dari proses untuk di buang.

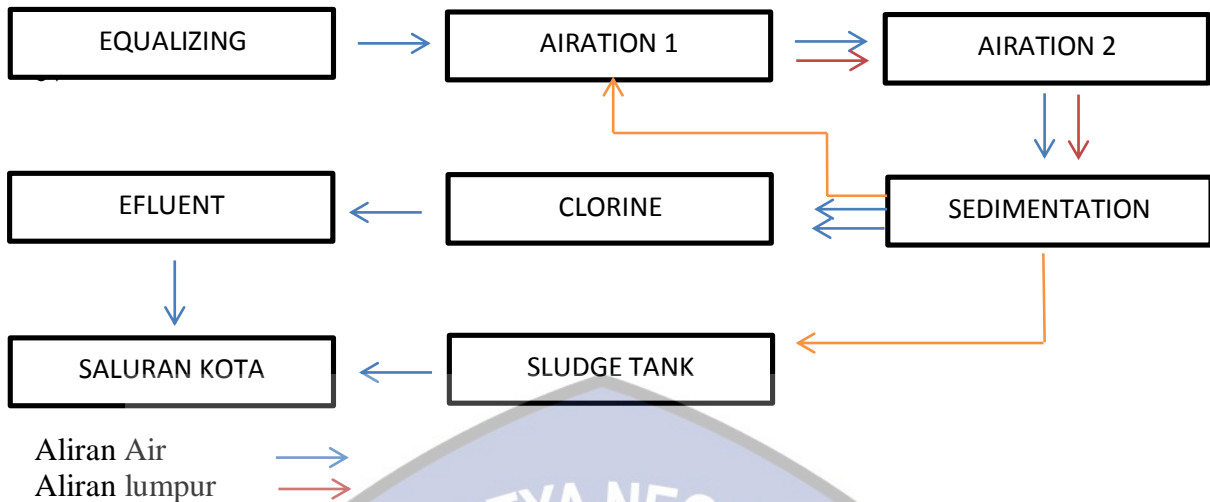


Gambar 3 Gambar skematik

3.5 Kriteria desain pengolahan

Kapasitas Pengolahan	: 50 M ³ / Hari
BOD Air Limbah Rata Rata	: 300 mg/l
Konsentrasi	: 300mg/l
Total Efisiensi Pengolahan	: 85- 90%
BOD Air Olahan	: 20mg/l
SS Air Olahan	: 20mg/l

Tahapan-tahapan perencanaan pengolahan



Gambar 4 Tahapan-tahapan perencanaan pengolahan

a. Spesifikasi teknis

Tahap Equalisasi

Bak *equalizing* berfungsi sebagai penampung dalam proses awal agar kualitas air rata dan teratur, dalam bak aliran atau *flow* dari air limbah yang akan masuk ke dalam tanki aerasi diatur agar, aliran air limbah yang masuk kedalam tanki aerasi tidak terjadi *over debit*, selain itu juga tanki *equalizing* juga bertujuan untuk menghomogenkan air limbah agar proses penguraian limbah yang terjadi dalam aerasi tidak terlalu berat.

Menentukan kapasitas bak equalizing

Waktu tinggal : 4-8 jam

Capasitas : 50m³/hari

Ditetapkan waktu tinggal 8 jam, jadi volume bak yang di perlukan = $\frac{8}{24}$ hari X 50 m³ / hari = 16,7 m³. Asumsi debit puncak 2 kali dari debit normal jadi 16,7 x 2 = 33,4 m³.

Check Desain Bak Equalisasi

- Panjang : 2.625
- Lebar : 5.975
- Kedalaman : 2.60
- Tinggi ruang bebas : 0.575
- Volume : 40 M³

Jadi bak equalisasi memenuhi volume bak yang diperlukan.

Aeration

Didalam bak ini dilengkapi dengan air sel diffuser yang berfungsi untuk melarutkan udara yang disuplay dari blower kedalam air untuk mengaktifkan bakteri aerob. Bak ini berfungsi sebagai jantung dari proses pengolahan air limbah.

Luas bak biologi aerob

Waktu tinggal : 20-30 jam

Capasitas : 50m³/hari

Volume bak : Volume trik loading untuk extended aeration 0.1 – 0.3 kg BOD/ m³ .d (0.2)

Jadi untuk volume bak aeration sebesar

300 mg/l = kg/l

$$\frac{300 \text{ mg}}{l} \times \frac{1000l}{1 \text{ m}^3} \times \frac{kg}{1000 \text{ mg}}$$

$$= 0.3 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{Jadi } \frac{0.3 \text{ kg/m}^3}{0.2 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}} = 1.5 \text{ d}$$

Jika kapasitas 50 m³/d maka

$$1.5 \text{ d} \times \frac{50 \text{ m}^3}{\text{d}}$$

$$= 75 \text{ m}^3$$

Check Desain Bak Aeration

Aeration 1

- Panjang : 3.35
- Lebar : 4.450
- Kedalaman : 2.550
- Tinggi ruang bebas : 0.625
- Volume : 38.01 M³

Aeration 2

- Panjang : 3.375
- Lebar : 4.450
- Kedalaman : 2.550
- Tinggi ruang bebas : 0.625
- Volume : 38.3

Check

Total luas bak aeration = aeration 1 + aeration 2 = 38.01 + 38.3 = 76.31

Jadi bak Aeration memenuhi volume bak yang diperlukan.

Sedimentation

Bak ini berfungsi untuk mengendapkan lumpur yang datang dari aerasi dengan tujuan mempercepat pengendapan struktur, sehingga dibuat seperti limas segi empat. lumpur yang mengendap akan diangkat oleh airlift melalui udara blower kemudian lumpur ditampung ke setiap distributor box untuk di distribusikan ke bak aerasi, bak penampungan lumpur.

Menentukan kapasitas bak sedimentation

Capasitas : 50m³/hari

Waktu tinggal : 4 – 6 jam

Volume bak yang diperlukan adalah $= \frac{6}{24} \text{ hari} \times 50 \text{ m}^3 / \text{hari} = 12.5 \text{ m}^3$

Check Desain Bak sedimentation

- Panjang : 3.35
- Lebar : 2.850
- Kedalaman : 2.350
- Tinggi ruang bebas : 0.90
- Volume : volume limas segi empat + volume kubus
- : $(\frac{1}{3} \times 3.35 \times 2.85 \times 1.3) + (3.35 \times 2.85 \times 1)$
- : 4.1 + 9.6
- : 13.7

Jadi bak sedimentation memenuhi volume bak yang diperlukan.

Sludge tank

Lumpur yang sudah tidak aktif ditampung dalam sludge tank dan apabila tanky sudah penuh dilakukan pengurasan:

- Panjang : 1.325
- Lebar : 3.375
- Kedalaman : 2.750
- Tinggi ruang bebas : 0.500
- Volume : 12.3 M³

Clorination

Setelah air diendapkan proses selanjutnya biasanya menambahkan bahan kimia yang berfungsi untuk membunuh kuman, namun bisa juga tidak menggunakan bahan kimia, hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan bakteri aktif pada saat proses aerasi.

Masa tinggal klorin minimal 30menit – 3 jam jadi

Volume bak yang diperlukan adalah $= \frac{3}{24} \text{ hari} \times 50 \text{ m}^3 / \text{hari} = 6.25 \text{ m}^3$

Check Desain Bak Klorin

- Panjang : 1.325
- Lebar : 3.3755
- Kedalaman : 2.20
- Tinggi ruang bebas : 1.025
- Volume : 9.8 M³

Jadi bak sedimentation memenuhi volume bak yang diperlukan

Effluent

Bak penampung air olahan atau efluent tank adalah bak yang berfungsi sebagai bak penampung air olahan yang dihasilkan oleh unit pengolahan limbah untuk disalurkan ke water tank, air yang masuk ke bak ini adalah air yang sudah diproses bebas dari kuman:

- Panjang : 1.325
- Lebar : 2.625
- Kedalaman : 2.100
- Tinggi ruang bebas : 1.150
- Volume : 9.3 M³

Proses Biodegradasi:

$\text{COH}_2\text{NS} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4 + \text{Bakteri mass (aerob)}$

Bakteri mengurai limbah organik dengan O₂ untuk bernapas

$\text{COH}_2\text{NS} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} + \text{CH}_4 + \text{NH}_3 \text{ (anaerob)}$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Volume bak aeration dan dimensinya

Aeration 1

- Panjang : 3.35
- Lebar : 4.450
- Kedalaman : 2.550
- Tinggi ruang bebas : 0.625
- Volume : 38.01m³

Aeration 2

- Panjang : 3.375
- Lebar : 4.450
- Kedalaman : 2.550
- Tinggi ruang bebas : 0.625
- Volume : 38.3

Total luas bak aeration = aeration 1 + aeration 2 = 38.01 + 38.3 = 76.315

Bak sedimentation

- Panjang : 3.35
- Lebar : 2.850
- Kedalaman : 2.350
- Tinggi ruang bebas : 0.90
- Volume : volume limas segi empat + volume kubus
: $(\frac{1}{3} \times 3.35 \times 2.85 \times 1.3) + (3.35 \times 2.85 \times 1)$
: 4.1 + 9.6
: 13.7

Bak Equalisasi

- Panjang : 2.625
- Lebar : 5.975
- Kedalaman : 2.60
- Tinggi ruang bebas : 0.575
- Volume : 40 M³

Dalam design perencanaan instalasi pengolahan air limbah system lumpur aktif sebaiknya perlu dilakukan penambahan atau pengolahan lanjutan agar air dari hasil pengolahan bisa dimanfaatkan kembali dan tidak terbuang dengan percuma, seperti dilakukan filtrasi agar bisa dimanfaatkan seperti untuk kebutuhan mencuci kendaraan, menyiram tanaman dan lain sebagainya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badjoeri. M., G. S. Haryani, T. Widiyanto, W. Riyanto, I. Rusmana, N. H. Sadi dan V. Indarwati. 2006. Pemanfaatan Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi untuk Bioremediasi Senyawa Metabolit Toksik di Tambak Udang. *Laporan Tahunan. Program Penelitian dan Pengembangan Iptek-Riset Kompetitif LIPI. DIPA Biro Perencanaan dan Keuangan LIPI dan Puslit Biologi LIPI*. Bogor.
- Mutiara. 1999. *Perubahan Suhu Pada Air*. (Online), http://eprints.undip.ac.id/40486/6/BAB_II_III.pdf Diunduh Pada Bulan Mei 2018.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Sulaeman, ES. 2009. *Manajemen Kesehatan Teori dan Praktek di Puskesmas*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sudharto, Hutauruk P dan Buana. 2005. Kajian Pengendalian Hama Terpadu *S. asigna* van Ecke (Lepidoptera: Limacodidae) Pada Tanaman Kelapa Sawit. *Bul. Perk.* 56 (4):103-114.
- Undang-Undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- WEF, APHA, AWWA. 1998. *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 20th Edition*.