

## STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) SUSU SAPI PERAH PADA TPS SAWIRAN – KUD DADI JAYA PURWODADI KABUPATEN PASURUAN

Davina Jenika Martin<sup>1</sup>, Anita Rahmawati<sup>2</sup> dan Jalaluddin Mubarak<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang  
e-mail: 22201051004@unisma.ac.id

<sup>2</sup>Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang  
e-mail: anita.rahmawati@unisma.c.id

<sup>3</sup>Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang  
e-mail: jalaluddin.mubarak18@unisma.ac.id

### ABSTRACT

Wastewater management is an important aspect in maintaining environmental quality, especially in the dairy industry which produces wastewater with high organic pollutant loads. The increasing activities of milk collection and equipment sanitation at TPS Sawiran–KUD Dadi Jaya Purwodadi, Pasuruan Regency, generate wastewater containing high concentrations of BOD, COD, TSS, ammonia, oil, and grease that may cause environmental pollution if discharged without proper treatment. This study aimed to determine the characteristics of dairy wastewater, design a Wastewater Treatment Plant (WWTP) using an anaerobic–aerobic biofilter system, calculate the required construction cost, and evaluate the ability of the designed system to meet wastewater quality standards based on Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014. This research used a quantitative descriptive method through field observation, wastewater characteristic analysis, design calculations, and cost estimation. The designed WWTP consisted of a grease trap, equalization tank, primary sedimentation tank, anaerobic biofilter reactor, aerobic biofilter reactor, and final sedimentation tank. The analysis results showed that the anaerobic–aerobic biofilter system was capable of reducing pollutant concentrations, with BOD decreasing from 484 mg/L to 0.79 mg/L, COD from 2,375.7 mg/L to 3.38 mg/L, TSS from 2,100 mg/L to 4.58 mg/L, and oil and grease from 940 mg/L to 8.1 mg/L, while ammonia and pH parameters remained unchanged. The estimated construction cost of the designed WWTP was Rp33,088,889.93. Based on these results, the proposed anaerobic–aerobic biofilter WWTP is considered feasible as a wastewater treatment solution for TPS Sawiran in reducing environmental pollution caused by dairy wastewater.

**Keyword :** *Anaerobic–Aerobic Biofilter, Wastewater Treatment Plant, Dairy Wastewater, Water Pollution.*

### 1. LATAR BELAKANG

#### 1.1 Latar Belakang

Peternakan sapi perah merupakan salah satu jenis usaha perorangan di bidang peternakan atau peternakan rakyat yang banyak dimiliki oleh masyarakat khususnya di Jawa Timur. Peternakan sapi perah mampu menghasilkan produk susu yang bernilai ekonomi tinggi. Sejalan dengan keuntungan yang diperoleh, usaha peternakan sapi perah juga menghasilkan produk berupa limbah yang

cukup tinggi. Limbah peternakan terdiri dari limbah cair (air), padat dan gas [1]. Menurut Hidayatullah, 2005 Air limbah peternakan memiliki sifat fisik yaitu cairan 99,9% (urin, air dan campuran feses dengan urin) dan padatan 0,1% berupa suspensi padat bercampur dengan bahan organik maupun anorganik limbah peternakan.

Limbah cairan pada peternakan sapi perah didominasi oleh air yang telah digunakan untuk pembersihan, sanitasi, pemanasan,

pendinginan, dan pencucian lantai Limbah peternakan sapi perah pada umumnya mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi seperti protein, karbohidrat dan lipid, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang tinggi, dan konsentrasi padatan tersuspensi dan minyak-lemak tersuspensi yang tinggi. Menurut E.coli, Selain mengandung bahan organik, limbah air dari peternakan sapi perah dapat mengandung mikroorganisme patogen terutama dari golongan bakteri *coliform* yaitu *Escherichia coli*.

Limbah cair industri susu memiliki karakteristik khusus berupa kandungan protein dan lemak yang tinggi. Tempat Pengumpulan Susu (TPS) Sawiran merupakan salah satu unit dari Koperasi Unit Desa (KUD) Dadi Jaya Purwodadi Kabupaten Pasuruan yg memiliki aktivitas pencucian wadah susu (*milk can*) dan peralatan secara kontinu menghasilkan air buangan dengan beban organik yang berat. Jika dibuang langsung ke drainase tanpa pengolahan, lemak susu akan mengalami oksidasi dan pembusukan anaerobik yang menimbulkan bau asam menyengat, yang secara estetika dan sanitasi mengganggu lingkungan pemukiman di sekitar. Metode biofilter anaerob-aerob merupakan solusi paling efektif untuk mendegradasi senyawa organik kompleks dalam limbah susu.

Penggunaan oksigen dalam reaktor memungkinkan bakteri aerob memecah rantai karbon dan laktosa secara cepat tanpa menghasilkan gas metana yang berbau. Oleh karena itu, perencanaan IPAL dengan metode biofilter anaerob-aerob di TPS Sawiran menjadi kebutuhan mendesak, bukan hanya untuk memenuhi Baku Mutu Air Limbah sesuai Permen LHK No. 5 Tahun 2014, tetapi juga sebagai upaya preventif dalam menjaga standar sanitasi rantai pasok susu ke industri besar.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka identifikasi masalah yang di dapat adalah:

1. Kegiatan operasional pengumpulan dan pengolahan susu sapi perah dari peternak sapi perah warga sekitar TPS Sawiran menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses pencucian wadah susu (*milk can*), peralatan, serta sanitasi area produksi

yang berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

2. Limbah cair hasil aktivitas pengumpulan dan pengolahan susu sapi perah apabila tidak dikelola dengan baik berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan serta menurunkan kualitas lingkungan di sekitar lokasi TPS Sawiran.
3. Belum adanya unit pengolahan air limbah (IPAL) di lokasi TPS Sawiran yang mampu menurunkan kadar pencemar organik sesuai standar Baku Mutu Air Limbah menurut Permen LHK No. 5 Tahun 2014.

## 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik (kadar BOD, COD, pH, Amonia, Lemak/Minyak) limbah cair yang dihasilkan di TPS Sawiran?
2. Bagaimana rancangan desain IPAL dengan metode Biofilter Anaerob-Aerob yang sesuai untuk kapasitas limbah di TPS Sawiran?
3. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di TPS Sawiran?
4. Apakah hasil perencanaan desain IPAL tersebut mampu memenuhi standar Baku Mutu Air Limbah menurut Permen LHK No. 5 Tahun 2014?

## 1.4 Batasan masalah

Batasan Batasan masalah yang diambil yaitu:

1. Penelitian hanya dilakukan pada sistem pengolahan air limbah cair susu di TPS Sawiran.
2. Limbah yang dikaji terbatas pada limbah cair hasil proses produksi dan sanitasi, tidak mencakup limbah padat dan gas.
3. Parameter yang dianalisis meliputi pH, BOD, COD, TSS, Amonia serta minyak dan lemak.
4. Penelitian hanya difokuskan pada perencanaan desain unit IPAL, bukan pada pembangunan fisik atau uji coba alat secara langsung.

## 1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik (kadar BOD, COD, pH, Lemak/Minyak dan Amonia) limbah cair yang dihasilkan di TPS Sawiran. Mengetahui desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan metode biofilter anaerob-aerob pada TPS Sawiran.
2. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di TPS Sawiran.
3. Mengetahui hasil perencanaan tersebut mampu memenuhi standar Baku Mutu Air Limbah menurut Permen LHK No. 5 Tahun 2014.

#### 1.6 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan cadangan solusi teknis berupa desain IPAL yang efektif dan efisien untuk mengatasi masalah pencemaran sisa cecair di unit TPS.
2. Membantu mengurangi dampak negatif lingkungan seperti bau asam yang menyengat dan pencemaran saluran air, sehingga kualiti persekitaran pemukiman terjaga.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengolahan sisa cair industri susu menggunakan kaedah kombinasi anaerob-aerob.
4. Menambah wawasan dan pengetahuan akademis di bidang Teknik Sipil khususnya perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Air Limbah

Air Limbah adalah sisa buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia. Kegiatan manusia memang selalu menghasilkan limbah atau sampah. Faktanya ada beberapa jenis-jenis limbah yang bisa diidentifikasi berdasarkan senyawa, wujud, sumber, dan sifatnya. Pengertian limbah menurut kamus besar bahasa indonesia adalah sisa proses produksi atau bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembuatan atau pemakaian. Macam-Macam Limbah. Banyak macam-macam jenis-

jenis limbah yang ada, baik berdasarkan senyawanya, wujudnya, sumber limbahnya, serta sifat dan karakteristik limbah tersebut. [2]

### 2.2 Macam – Macam Limbah

#### A. Jenis-Jenis Limbah Menurut Senyawa

##### 1. Limbah Organik

Limbah organik adalah jenis limbah yang bersumber dari produk makhluk hidup, baik itu tumbuhan ataupun hewan. Limbah organik mengandung senyawa-senyawa organik dan unsur hidrokarbon sehingga limbah jenis ini mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Contoh limbah organik misalnya adalah sayuran, sisa makanan, kertas, kotoran, kayu, daun, dan sebagainya.

##### 2. Limbah Anorganik

Limbah anorganik adalah jenis limbah yang kandungannya berupa senyawa anorganik. Limbah anorganik ini tidak memiliki kandungan dan unsur hidrokarbon, sehingga limbah jenis ini sulit terurai oleh mikroorganisme.

#### B. Jenis-Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya

##### 1. Limbah Cair

Limbah cair merupakan segala jenis limbah yang berbentuk cairan. Yang termasuk limbah cair ini bisa berupa cairan buangan yang tercampur atau terlarut dalam air. Contoh limbah cair misalnya yaitu air sabun, sisa detergen, cairan buangan industri, cairan rembesan, dan sebagainya.

##### 2. Limbah Gas

Limbah gas merupakan segala jenis limbah yang berbentuk gas. Umumnya limbah gas ini dibuang ke udara bebas sehingga kualitas udara yang terkena limbah akan menurun. Contoh limbah gas misalnya yaitu karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), asap buangan industri,  $\text{SO}_2$ , dan sebagainya.

##### 3. Limbah padat

Merupakan segala jenis limbah yang berbentuk padat. Limbah padat merupakan jenis limbah yang paling banyak ditemukan, umumnya disebut sebagai sampah.

#### C. Jenis-Jenis Limbah Berdasarkan Sumbernya

##### 1. Limbah Domestik

Limbah domestik adalah jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga di rumah serta kegiatan usaha seperti restoran, pasar, perkantoran, atau bisnis lainnya. Contoh limbah domestik misalnya yaitu sisa makanan, potongan kertas, air sabun, plastik, kaleng, dan sebagainya.

## 2. Limbah Industri

Limbah industri adalah jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri di pabrik atau perusahaan. Limbah jenis ini bisa berasal dari berbagai jenis kegiatan industri yang ada. Contoh limbah industri misalnya yaitu logam, pewarna tekstil, plastik, cairan buangan industri, asap pabrik, dan sebagainya.

## 3. Limbah Pertanian

Limbah pertanian adalah jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertanian. Umumnya limbah pertanian berupa senyawa anorganik dari bahan kimia yang digunakan untuk kegiatan pertanian. Contoh limbah pertanian misalnya yaitu pupuk, pestisida, jerami padi, sisa tumbuhan, bangkai hama, dan sebagainya.

## 4. Limbah Pertambangan

Limbah pertambangan adalah jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan. Umumnya limbah pertambangan berupa material mineral yang banyak ditemukan di area tambang. Contoh limbah pertambangan misalnya yaitu batu-batuan, logam, senyawa sulfat, karbon monoksida, dan sebagainya.

## D. Jenis-Jenis Limbah Menurut Sifat dan Karakteristiknya

Macam-macam limbah menurut sifat dan karakteristiknya dibedakan menjadi dua, yakni limbah biasa dan limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun).

### 1. Limbah Biasa

Yang dimaksud limbah biasa atau limbah non-B3 adalah jenis limbah yang tidak menimbulkan kerusakan secara serius dan signifikan. Limbah jenis ini masih terhitung aman karena tidak berbahaya dan tidak beracun. Contoh limbah biasa misalnya yaitu sisa sayuran, kertas, plastik, daun, jerami padi, dan sebagainya.

### 2. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun)

adalah jenis limbah yang dapat menimbulkan kerusakan secara serius dan signifikan. Beberapa yang masuk kategori limbah B3 adalah limbah yang mudah meledak, mudah terbakar, mengandung zat beracun, korosif, bersifat mengiritasi, pengoksidasi, dan berbahaya bagi lingkungan. [2]

## 2.3 Karakteristik Air Limbah

Berikut ini beberapa karakteristik yang dapat diamati pada limbah cair antara lain, yaitu (Clark et al., 2011; Cheremisinoff, 2001).

### 1. Padatan tersuspensi

Partikel padatan (solid) dapat berada dalam air dalam kondisi tersuspensi atau terlarut dan dapat berikatan dengan senyawa organik dan non-organik lainnya seperti lemak, minyak dan kotoran lain yang tercampur.

### 2. Warna

Warna limbah cair dapat memberikan informasi mengenai sumber dan kandungan limbah cair tersebut. Cairan limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil, misalnya, umumnya lebih berwarna warni sesuai jenis pewarna tekstil yang digunakan.

### 3. Rasa dan bau

Rasa dan bau mencerminkan kandungan utama yang terdapat dalam limbah tersebut, seperti adanya senyawa mineral, garam, material organik yang membusuk, mikroorganisme yang hidup didalamnya, dan lain – lain.

### 4. Nilai Ph

Nilai pH menjadi indikator tingkat keasaman atau kebasaan air dan limbah cair dan hal ini menjadi parameter yang sangat krusial dalam reaksi secara biologis dan kimiawi air tersebut.

### 5. Kandungan Senyawa Organik

Tinggi rendahnya kandungan senyawa organik pada air yang tercemar dapat diketahui melalui pengujian laboratorium untuk mengetahui nilai oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerob

### 6. Senyawa Non-Organik

Keberadaan senyawa non-organik turut menjadi salah satu karakteristik penentu kualitas air dan direpresentasikan oleh kandungan beberapa parameter, yaitu

konsentrasi klorida (*chloride*), nitrogen, fosfor (*phosphor*), sulfur, dan logam berat lainnya.[3].

## 2.4 Parameter Pencemar

### 1. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD dalam penelitian ini adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurangi bahan organik didalam air. BOD atau kebutuhan biokimia akan oksigen adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan zat-zat organik dalam keadaan aerobik secara sempurna. Dalam menguraikan zat-zat organik tersebut dibutuhkan bantuan mikroorganisme yang cukup pada waktu tertentu. Semakin sulit zat-zat organik yang berada dalam air limbah untuk diuraikan maka kebutuhan akan oksigen semakin tinggi yang berarti oksigen dalam air limbah semakin berkurang, sehingga BOD dalam air limbah menjadi tinggi [4].

### 2. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD merupakan kebutuhan oksigen kimia untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung didalam air. Chemical Oxygen Demand (COD) yaitu jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurangi seluruh bahan organik yang terkandung didalam air. Pengukuran kekuatan limbah dengan COD adalah bentuk lain pengukuran kebutuhan oksigen dalam air limbah [4].

### 3. TSS (Total Suspended Solid)

TSS dalam penelitian ini adalah padatan yang tersuspensi didalam air berupa bahan-bahan organik dan inorganik yang melayang-layang didalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena di samping dapat dapat menyebabkan pendangkalan juga dapat menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air sehingga proses fotosintesa mikroorganisme tidak dapat berlangsung [4].

### 4. Minyak dan Lemak

Minyak dan Lemak merupakan salah satu senyawa yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran di suatu perairan sehingga konsentrasinya harus dibatasi. menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu ketidakseimbangan rantai makanan. Minyak dan lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan bakteri[5].

### 5. Amonia ( $\text{NH}_3$ )

Ammonia adalah senyawa kimia dengan rumus  $\text{NH}_3$  yang merupakan salah satu indikator pencemaran udara pada bentuk kebauan. Gas ammonia adalah gas yang tidak berwarna dengan bau menyengat yang berasal dari pengolahan limbah [4].

### 6. pH

pH atau derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan termasuk limbah [6].

## 2.5 Baku Mutu Limbah Pencemar Air

Baku mutu limbah susu cair peternakan sapi berpedoman pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 [7]. Umumnya menggunakan proses pengolahan secara biologis, karena mengandung kadar organik yang tinggi. Teknologi yang direncanakan pada penelitian ini adalah Biofilter Aerob-Anaerob.

## 2.6 Teknologi IPAL

### 1. Bak Pemisah Lemak

Bak pemisah lemak berfungsi untuk untuk memisahkan lemak atau minyak yang masih tersisa. Minyak dan lemak jika tidak dipisahkan maka akan menyebabkan terhambatnya transfer organik di dalam bak aerasi. Kondisi ini dapat menyebabkan kinerja IPAL kurang maksimal dan mengganggu pengolahan air. Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 1 jam (60 Menit) Kriteria menurut JWVA dalam Said (2006 sebagaimana dikutip dalam Ratnawati & Alkholif, 2014).

### 2. Bak Ekualisasi

Berfungsi sebagai bak pengumpul dan menampung keseluruhan air limbah

sebelum masuk pada tahap pengolahan air limbah. Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 2- 8 jam Kriteria menurut JWVA dalam Said (2006 sebagaimana dikutip dalam Ratnawati & Alkholif, 2014).

### 3. Bak Pengendapan Awal

Bak pengendapan awal memiliki fungsi mengendapkan atau menghilangkan partikel-partikel seperti lumpur, pasir dan kotoran organik yang tersuspensi. Partikel padatan. Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 2- 8 jam Kriteria menurut JWVA dalam Said (2006 sebagaimana dikutip dalam Ratnawati & Alkholif, 2014)

### 4. Bak Biofilter Anaerob-Aerob

Air dari bak pengendapan awal, selanjutnya akan dialirkan ke bak anaerob dan bak aerob. Proses biologi anaerob merupakan metode pengolahan air limbah yang telah lama digunakan dan dianggap ekonomis. Waktu tinggal bak biofilter anaerob di dalam bak (HRT) = 6 jam [9]. Bak anaerob berisi media khusus yang terbuat dari plastik tipe sarang tawon sebagai tempat bakteri tumbuh dan berkembang biak dan berfungsi untuk menguraikan zat-zat yang ada di air limbah. Zat organik terdegradasi secara biologi dalam lingkungan anaerob (tanpa oksigen) oleh mikroorganisme yang dapat menggunakan molekul selain oksigen (O<sub>2</sub>). Setelah proses biofilter anaerob, dilanjutkan dengan proses pada kolam biofilter aerob. Unit biofilter aerob berfungsi sebagai proses penguraian air limbah secara aerobik dengan bantuan injeksi oksigen. Waktu tinggal bak biofilter aerob di dalam bak (HRT) = 6 - 8 jam [9]. Dalam bak aerobik ini ada proses aerasi yang dilakukan dengan cara mengalirkan udara menggunakan unit kompresor atau blower anaerob menjadi senyawa metan yang dilepaskan ke udara [10].

### 5. Bak Pengendapan Akhir

Dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikro-organisme diendapkan dan sebagian air dipompa kembali ke bagian bak pengendapan awal dengan pompa sirkulasi lumpur. Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 2 - 4 jam

Kriteria menurut JWVA dalam Said (2006 sebagaimana dikutip dalam Ratnawati & Alkholif, 2014) Di unit pengolahan ini, dilakukan pemisahan atau pengendapan kotoran padatan tersuspensi (TSS) dari air limbah sehingga air yang dihasilkan dari IPAL menjadi jernih.

## 2.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah suatu perencanaan finansial yang disusun untuk menghitung kebutuhan dana dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Dokumen ini berfungsi sebagai pedoman dalam memperkirakan total biaya yang harus disiapkan sebelum proyek dimulai, sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan sesuai rencana tanpa kendala pendanaan.

Perhitungan biaya konstruksi pada umumnya dibedakan menjadi dua tahapan, yaitu perkiraan awal dan perhitungan terperinci. Perkiraan awal digunakan sebagai gambaran kasar untuk mengetahui besaran dana secara umum, sedangkan perhitungan terperinci memuat rincian biaya secara lengkap dan digunakan sebagai dasar pelaksanaan di lapangan maupun dalam Proses penawaran pekerjaan. Pada tahap rinci, komponen biaya dihitung secara sistematis, mencakup biaya langsung, biaya tidak langsung, pajak, serta margin keuntungan.

Secara garis besar, RAB dapat dikelompokkan menjadi RAB global dan RAB detail. Dalam penyusunannya, beberapa unsur penting yang perlu diperhatikan meliputi:

1. Biaya material atau bahan bangunan
2. Pengadaan peralatan kerja, baik melalui pembelian maupun penyewaan
3. Upah tenaga kerja
4. Teknik atau metode pelaksanaan
5. Durasi waktu pelaksanaan proyek

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Objek penelitian tugas akhir ini dilakukan di Desa Sawiran, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Desa Sawiran merupakan wilayah pedesaan dengan karakteristik utama sebagai kawasan peternakan sapi rakyat, di mana sebagian besar masyarakat memelihara sapi perah maupun

sapi potong dalam skala rumah tangga. Dusun Sawiran merupakan wilayah dengan karakteristik utama sebagai kawasan produktif sapi perah, di mana sebagian besar hasil perahan peternak dikumpulkan di TPS ini sebelum dikirim ke industri pengolahan susu (IPS).

Aktivitas operasional di TPS Sawiran meliputi penimbangan susu, penyaringan, pendinginan, serta sanitasi peralatan. Kegiatan tersebut menghasilkan limbah cair berupa campuran sisa susu, air bekas pencucian wadah (milk can), dan air sanitasi peralatan yang memiliki beban organik tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan metode Biofilter Anaerob-Aerob sebagai upaya pengendalian pencemaran lingkungan di sekitar area operasional koperasi.



**Gambar 1** Lokasi Penelitian Sumber

<https://maps.google.com>

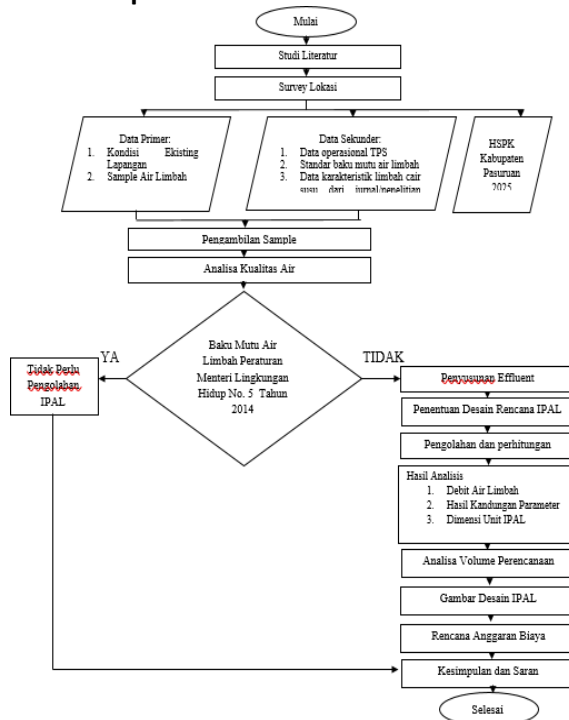
### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lokasi penelitian yang meliputi kondisi eksisting TPS Sawiran, aktivitas operasional pengumpulan susu sapi perah, sumber timbulan limbah cair, serta pengambilan sampel air limbah untuk mengetahui karakteristik kualitas limbah cair yang dihasilkan. Pengambilan sampel dilakukan pada saluran pembuangan limbah cair hasil aktivitas pencucian wadah susu (milk can) dan peralatan pendukung operasional TPS Sawiran.

Data sekunder diperoleh melalui studi literatur dan pengumpulan data pendukung yang meliputi data operasional TPS Sawiran, standar baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 5 Tahun 2014, data

karakteristik limbah cair susu dari penelitian terdahulu, serta data harga satuan pekerjaan (HSPK) Kabupaten Pasuruan Tahun 2025 yang digunakan dalam penyusunan rencana anggaran biaya (RAB).

### 3.3 Tahapan Penelitian



**Gambar 2** Bagan Alir

Sumber :DokumenPribadi, 2026

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Limbah Cair

**Tabel 1.** Baku Mutu Air Limbah

| N o | Uji Paramete r   | Satua n | Baku Mutu | Hasil    | Keteranga n |
|-----|------------------|---------|-----------|----------|-------------|
| 1.  | BOD              | mg/L    | 40        | 484      | Tidak Aman  |
| 2.  | COD              | mg/L    | 100       | 2.375, 7 | Tidak Aman  |
| 3.  | TSS              | mg/L    | 50        | 2.100    | Tidak Aman  |
| 4.  | Minyak dan Lemak | -       | 10        | 940      | Tidak Aman  |
| 5.  | NH3-N            | mg/L    | 10        | 2,7      | Aman        |
| 6.  | pH               | -       | 6-9       | 7,4      | Aman        |

Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

Air limbah susu memiliki karakteristik kadar organik. Berdasarkan Permen LH No. 5 Tahun 2014, unit IPAL yang direncanakan di TPS Sawiran harus mampu menurunkan kadar pencemar hingga memenuhi standar berikut sebelum dibuang ke saluran drainase.

#### 4.2 Penentuan Model IPAL

Pada hasil laboratorium tentang analisa kualitas sampel air limbah susu masih terdapat parameter yang belum memenuhi standar baku mutu yang sudah ditentukan, sehingga diperlukan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Penentuan model IPAL harus disesuaikan pada kriteria model yang dibutuhkan dilokasi studi. Berikut sketsa penentuan model IPAL yang sesuai [11].

##### 1. Bak Pemisah Lemak (Grease Trap)

Air limbah mentah (influent) yang berasal dari sisa produksi, tumpahan susu, atau pencucian peralatan pertama kali dialirkan masuk ke bak pemisah lemak. Tahap fisik ini sangat vital untuk limbah susu. Bak ini dirancang untuk memperlambat aliran air sehingga memberikan waktu bagi gumpalan lemak, krim susu, dan minyak untuk mengapung ke permukaan (Metcalf and Eddy, 2003). Lemak yang mengapung ini harus dipisahkan secara berkala agar tidak melapisi biomassa dan menyumbat pori-pori media pada unit pengolahan biologis di tahap selanjutnya.

##### 2. Bak Ekualisasi

Setelah terbebas dari penumpukan lemak kasar, air limbah mengalir ke bak ekualisasi. Limbah industri makanan dan minuman sering kali memiliki fluktuasi debit yang tinggi dan perubahan pH yang drastis akibat proses fermentasi laktosa menjadi asam laktat. Bak ekualisasi berfungsi sebagai wadah penampung sementara untuk menyeragamkan debit aliran, menetralkan fluktuasi pH, dan menghomogenkan konsentrasi zat pencemar organik. Dengan demikian, air limbah yang dipompa ke unit pengolahan selanjutnya akan lebih stabil dan tidak memberikan "kejutan beban" (shock loading) pada mikroorganisme pengurai.

##### 3. Bak Pengendap Awal

Dari bak ekualisasi, air limbah dialirkan ke bak pengendap awal. Bak ini memanfaatkan gaya gravitasi untuk mengendapkan padatan tersuspensi (TSS) yang masih tersisa, seperti kotoran padat atau partikel susu yang terkoagulasi. Padatan yang mengendap akan membentuk lumpur di dasar bak, sedangkan air pada bagian atas (supernatan) yang sudah lebih jernih akan mengalir menuju tahap pengolahan biologis.

##### 4. Bak Biofilter Anaerob

Air limbah kemudian masuk ke tahap pengolahan biologis pertama, yaitu bak biofilter anaerob. Di dalam bak ini terdapat media lekat (biasanya berupa struktur plastik seperti sarang tawon) sebagai tempat berkembang biaknya bakteri pengurai yang hidup tanpa oksigen atau anaerob. Bakteri ini akan memecah senyawa organik kompleks yang ada dalam limbah susu menjadi senyawa yang lebih sederhana. Penggunaan reaktor anaerobik sangat efektif untuk menurunkan beban pencemar organik (BOD dan COD) yang sangat tinggi di awal proses sebelum masuk ke sistem aerobik.

##### 5. Bak Biofilter Aerob

Setelah diurai sebagian di bak anaerob, air limbah dialirkan ke bak biofilter aerob. Berbeda dengan tahap sebelumnya, bak ini disuplai dengan oksigen (aerasi) secara terus-menerus menggunakan blower atau kompresor udara. Mikroorganisme aerob yang menempel pada media akan tumbuh subur dan mengoksidasi sisa zat organik menjadi gas karbon dioksida dan air. Tahap ini adalah proses penyempurnaan yang secara drastis menurunkan sisa BOD/COD, menghilangkan bau tengik sisa susu, dan menjernihkan air.

##### 6. Bak Pengendap Akhir

Tahap terakhir dari proses pengolahan adalah bak pengendap akhir. Saat melewati bak biofilter, sebagian massa bakteri (biomassa) yang sudah tua akan terkelupas dari media (sloughing) dan terbawa oleh aliran air limbah. Bak pengendap akhir berfungsi untuk memisahkan dan mengendapkan flok-flok lumpur biologis tersebut. Air yang melimpah dari bagian atas bak pengendap akhir inilah yang disebut sebagai effluent. Air ini sudah jernih, aman, dan telah memenuhi standar baku mutu lingkungan, sehingga siap untuk dibuang ke saluran drainase atau badan air.

#### 4.3 Hasil Pengolahan

Berdasarkan Tabel 2 kandungan bahan organik dalam limbah cair susu sapi perah yang sangat tinggi dapat berkurang setelah melalui proses pengolahan yang telah direncanakan. Maka dapat disimpulkan dengan proses pengolahan ini efektif untuk mengurangi kandungan bahan organik didalam limbah cair susu sapi perah jika sesuai perencanaan.

**Tabel 2** Kualitas Proses Pengolahan

| Tahapan               | Parameter |         |       |              |       |      |
|-----------------------|-----------|---------|-------|--------------|-------|------|
|                       | BOD       | COD     | TSS   | Minyak Lemak | NH3-N | Ph   |
|                       | Mg/L      |         |       |              |       |      |
| <i>Influent</i>       | 484       | 2.375,7 | 2.1   | 940          | 2,7   | 7,4  |
| Bak Pemisah Lemak     | 95%       | 95%     | 95%   | 20%          | 100%  | 100% |
|                       | 459,8     | 2.256,9 | 1.995 | 188          | 2,7   | 7,4  |
| Bak Ekualisasi        | 100%      | 100%    | 100%  | 100%         | 100%  | 100% |
|                       | 459,8     | 2.256,9 | 1.995 | 188          | 2,7   | 7,4  |
| Bak Pengendap Awal    | 50%       | 50%     | 30%   | 90%          | 100%  | 100% |
|                       | 229,9     | 1.128,4 | 598,5 | 169          | 2,7   | 7,4  |
| Bak Biofilter Anaerob | 15%       | 15%     | 15%   | 50%          | 100%  | 100% |
|                       | 39,49     | 169,26  | 299,2 | 84,6         | 2,7   | 7,4  |
| Bak Biofilter Aerob   | 20%       | 20%     | 20%   | 20%          | 100%  | 100% |
|                       | 7,90      | 33,85   | 45,84 | 16,92        | 2,7   | 7,4  |
| Bak Pengendap Akhir   | 10%       | 10%     | 10%   | 50%          | 100%  | 100% |
|                       | 0,79      | 3,38    | 4,58  | 8,1          | 2,7   | 7,4  |

Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

**Tabel 3** Perbandingan Kualitas Air

| Parameter    | <i>Influent</i><br>(mg/L) | <i>Effluent</i><br>(mg/L) | Baku Mutu | Keterangan |
|--------------|---------------------------|---------------------------|-----------|------------|
| BOD          | 484                       | 0,79                      | 40        | Memenuhi   |
| COD          | 2.375,7                   | 3,38                      | 100       | Memenuhi   |
| TSS          | 2.100                     | 4,58                      | 50        | Memenuhi   |
| Minyak Lemak | 940                       | 8,1                       | 10        | Memenuhi   |
| NH3-N        | 2,7                       | 2,7                       | 10        | Memenuhi   |
| pH           | 7,4                       | 7,4                       | 6-9       | Memenuhi   |

Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

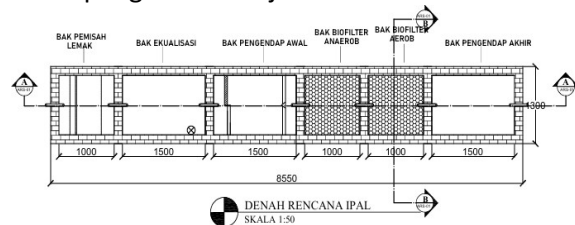
Dari hasil perencanaan proses pengolahan air limbah cair susu sapi perah mengenai efisiensi dan dimensi dapat diketahui *effluent* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil perbandingan kualitas *effluent*, hasil perencanaan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014, maka didapatkan bahwa *effluent* tersebut telah memenuhi baku mutu air limbah.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Dimensi IPAL

| Proses                | Panjang (m) | Lebar(m) | Tinggi(m) |
|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| Bak Pemisah Lemak     | 1,00        | 1,00     | 0,60      |
| Bak Ekualisasi        | 1,50        | 1,00     | 0,70      |
| Bak Pengendap Awal    | 1,50        | 1,00     | 0,70      |
| Bak Biofilter Anaerob | 1,00        | 1,00     | 0,70      |
| Bak Biofilter Aerob   | 1,00        | 1,00     | 0,70      |
| Bak Pengendap Akhir   | 1,50        | 1,00     | 0,70      |

Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

Berdasarkan hasil rekapitulasi dimensi unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang direncanakan, setiap unit proses telah disesuaikan dengan kebutuhan pengolahan untuk mencapai kualitas *effluent* yang memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Dimensi masing-masing bak disusun berdasarkan pertimbangan hidrolis dan efisiensi proses agar aliran pengolahan berjalan



**Gambar 3** Denah Rencana IPAL Sumber: Dokumen Pribadi, 2026

#### 4.4 Rencana Anggaran Biaya

| No.             | Uraian Pekerjaan              | Total Harga Satuan ( Rp. ) |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------|
| I               | PEKERJAAN PERSIAPAN           | Rp 2,193,442.35            |
| II              | PEKERJAAN BETON BERTULANG     | Rp 4,957,326.80            |
| III             | PEKERJAAN DINDING KEDAP AIR   | Rp 9,920,289.44            |
| IV              | PEKERJAAN PLESTERAN DAN ACIAN | Rp 4,588,805.74            |
| V               | PEKERJAAN WATERPROOFING       | Rp 2,771,111.94            |
| VI              | PEKERJAAN PLUMBING            | Rp 5,112,675.45            |
| TOTAL           |                               | Rp 29,543,651.73           |
| PPN 12%         |                               | Rp 3,545,238.21            |
| TOTAL + PPN 12% |                               | Rp 33,088,889.93           |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Keisimpulan

1. Analisa kualitas air limbah dilakukan sesuai dengan parameter yang terdapat dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Cair untuk Industri Pengolahan Susu yaitu BOD, COD, TSS, NH<sub>3</sub>-N, dan Ph. Berdasarkan hasil pengujian sample air limbah cair susu sapi perah yang dilakukan di Insitut Teknologi Nasional, kandungan BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, NH<sub>3</sub>-H dan Ph masing-masing sebesar 484 mg/L, 2.375,7 mg/L, 2.100 mg/L, 940 mg/L, 2,7 mg/L, 7,4. Apabila dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah maka dapat disimpulkan bahwa 4 dari 6 parameter masih melebihi baku mutu air limbah pengolahan susu.
2. Perencanaan desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan metode biofilter anaerob-aerob yang sesuai untuk kapasitas limbah di TPS Sawiran terdiri atas bak pemisah lemak berukuran 1,00 m × 1,00 m × 0,60 m, bak ekualisasi berukuran 1,50 m × 1,00 m × 0,70 m, bak pengendap awal berukuran 1,50 m × 1,00 m × 0,70 m, bak biofilter anaerob berukuran 1,00 m × 1,00 m × 0,70 m, bak biofilter aerob berukuran 1,00 m × 1,00 m × 0,70 m, serta bak pengendap akhir berukuran 1,50 m × 1,00 m × 0,70 m. Seluruh unit tersebut dirancang secara berurutan sesuai fungsi masing-masing sehingga diharapkan mampu mengolah air limbah secara efektif dan menghasilkan effluent yang memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.
3. Berdasarkan hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) limbah cair susu sapi perah sebesar Rp 33,088,889.93.
4. Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dirancang pada penelitian ini mampu mengolah limbah cair susu sapi perah

secara efektif dan memenuhi standar baku mutu air limbah sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor 5 Tahun 2014. Hal ini ditunjukkan dengan hasil akhir effluent setelah melalui seluruh unit pengolahan, yaitu konsentrasi BOD sebesar 0,79 mg/L, COD sebesar 3,38 mg/L, TSS sebesar 4,58 mg/L, minyak dan lemak sebesar 8,1 mg/L, NH<sub>3</sub>-N sebesar 2,7 mg/L, serta nilai pH sebesar 7,4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan menggunakan rangkaian unit bak pemisah lemak, bak ekualisasi, bak pengendap awal, biofilter anaerob, biofilter aerob, dan bak pengendap akhir mampu menurunkan beban pencemar organik sehingga kualitas effluent yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan baku mutu yang berlaku.

### 5.2 Saran

1. Hasil perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan penerapan sistem pengolahan limbah cair susu sapi perah. KUD disarankan untuk menyesuaikan implementasi desain IPAL dengan karakteristik limbah aktual di lapangan serta memastikan operasional unit berjalan secara optimal agar efisiensi pengolahan dapat tercapai.
2. Pemerintah daerah diharapkan dapat memberikan dukungan dalam bentuk pembinaan, pendampingan teknis, serta pengawasan terhadap pengelolaan limbah industri peternakan. Selain itu, diperlukan dorongan kebijakan terkait pengelolaan lingkungan agar setiap unit usaha peternakan memiliki sistem IPAL yang sesuai dengan baku mutu air limbah yang berlaku.
3. Masyarakat, khususnya peternak dan pelaku usaha susu sapi perah, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya pengelolaan limbah cair. Partisipasi aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan serta mendukung penerapan sistem IPAL yang baik menjadi faktor

penting dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan kajian yang lebih mendalam terkait efisiensi masing-masing unit pengolahan, analisis biaya operasional dan pemeliharaan IPAL, serta evaluasi kinerja IPAL dalam jangka waktu operasional yang lebih panjang. Selain itu, penelitian lanjutan jugadapat mengembangkan inovasi teknologi pengolahan limbah yang lebih efektif dan ekonomis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Nur, A. Eka, P. Dameanti, M. A. A. S, and C. S. Yanti, "Analisis Kualitas Air Limbah Peternakan Sapi Perah Berdasarkan Nilai Biochemical Oxygen Demand ( BOD ), Chemical Oxygen Demand ( COD ), PH dan Escherichia
- [2] Coli di Kabupaten Kediri Analysis of the Quality of Dairy Farming Waste water Based on the Value of Biochemical oxygen demand ( BOD ), Chemical oxygen demand ( COD ), pH and Escherichia coli in Kediri Regency," vol. 23, no. 1, pp. 71–79, 2022, doi: 10.21776/ub.jtapro.2022.023.01.9.
- [4] L. Supreme, "Law Enforcement of Liquid Waste Pollution in the Palm Oil Factory in North Paster Loan District Based on Law Number 32 of 2009 Concerning Protection and Management of Living Environmental Regencies Based on Law Number 32 OF 2009 Concerning Protection
- [5] AND," vol. 2, pp. 147–167, 2020.
- [6] P. S. Martini, Teknologi and P. Limbah, "CAIR INDUSTRI," vol. 5, no. 2, pp. 26–33, 2022.
- [7] M. Abduh, "Peminatan Kesehatan Lingkungan , Fakultas Kesehatan Masyarakat , Universitas Muslim Indonesia Article history :," vol. 5, no. 1, pp. 97–108, 2024.
- [8] J. Kimia and D. A. N. Re kayasa, "Lemak Potensial Fatty Oil Pollution from Restaurant Waste water," vol. 3, 2022.
- [9] S. Mahe ndra and S. Wirawan, "Kajian Kualitatif Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta Qualitative Study of Domestic Wastater Management," vol. 12, no. 2, pp. 57–68, 2020.
- [10] M. Lingkungan and H. Re publik, "Pe raturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014," 2014.
- [11] R. Ratnawati and M. Alkholif, "Desain Instalasi Pengolahn Air Limbah( IPAL ) Biofilter untuk Mengolah Air Limbah
- [12] POLIKLINIK UNIPA Surabaya Rheny Ratnawati \*) Muhammad Al Kholif \*) dan Sugito \*)," vol. 12, pp. 73–82, 2014.
- [13] R. Fauzi, R. Dani, P. Kesehatan, and K. Tanjungkarang, "PE RE NCANAAN IPAL BIO FILTE R ANAE RO B-AE RO B," vol. 15, no. 3, pp. 149–155, 2021.
- [14] T. Gcsst, M. D. Jyoti, K. Abdullah, and D.
- [15] Maharani, "Global Conference s Series :Pe rformance test of waste water tre atment plant : anae robic pond combination of honey comb biofilter and multi layer filtration Uji kinerja instalasi pe ngolahan air limbah cair : metode bak anae rob kombinasi media sarang tawon dan pe nyaring be rlapis," pp. 106–113, 2020.
- [16] Me tcalf and E ddy, *Waste water E ngine e ring*. 2003.