
PERBAIKAN BAKU MUTU AIR LIMBAH MELALUI OPTIMASI GREASE TRAP INDUK PADA SISTEM STP (STUDI KASUS: PONDOK INDAH MALL 2)

Oleh

Kerlima Hutagaol¹, Sri Hartanto², Muhammad Ilham Setiawan³, Tri Mulait⁴, Ahmad Ziddan Asyaffa⁵

^{1,2,3,4,5} Teknik Sipil, Universitas Mpu Tantular, Indonesia

E-mail: ¹kerlimahutagaol@gmail.com, ²srihartanto1717@gmail.com,

³ilhmswtw1604@gmail.com, ⁴alitdua41@gmail.com, ⁵ahmadziddan88@gmail.com

Article History:

Received: 30-05-2026

Revised: 08-06-2026

Accepted: 03-07-2026

Keywords:

Grease Trap, STP, Oil and Grease, Recycle Water, Wastewater Treatment, Upstream Treatment

Abstract: Sistem pengolahan limbah cair (Sewage Treatment Plant/STP) pada fasilitas komersial seperti pusat perbelanjaan memiliki tantangan utama dalam menangani beban pencemar berbasis lemak, minyak, dan grease (FOG) yang berasal dari aktivitas food and beverage (F&B). Kandungan grease yang tinggi berpotensi menurunkan efisiensi proses biologis, menyebabkan fouling pada sistem aerasi, serta menghambat pemenuhan baku mutu air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan grease trap induk terhadap peningkatan kinerja STP dengan kapasitas 750 m³/hari di Pondok Indah Mall 2. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif berbasis analisis performa sistem sebelum dan sesudah intervensi, dengan parameter utama meliputi Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS), dan oil and grease, serta rasio recycle air hasil olahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan grease trap induk mampu menurunkan konsentrasi oil and grease hingga 68%, yang berdampak pada peningkatan efisiensi proses biologis dan stabilitas sistem. Nilai COD menurun dari 180 mg/L menjadi 80 mg/L, sedangkan rasio recycle meningkat dari 25% menjadi 64%. Secara keseluruhan, intervensi upstream ini terbukti efektif dalam mengurangi beban pencemar sebelum masuk ke unit pengolahan utama, sehingga meningkatkan kualitas effluent dan mendukung pemanfaatan kembali air olahan.

PENDAHULUAN

Pusat perbelanjaan modern merupakan salah satu sumber limbah cair domestik dengan karakteristik kompleks, terutama akibat kontribusi aktivitas food and beverage (F&B) yang menghasilkan limbah dengan kandungan lemak, minyak, dan grease (FOG) yang

tinggi. Keberadaan FOG dalam air limbah menjadi tantangan utama dalam sistem pengolahan limbah cair, karena sifat hidrofobiknya yang dapat mengganggu proses biologis, menurunkan efisiensi transfer oksigen, serta menyebabkan akumulasi kerak pada jaringan perpipaan dan unit aerasi.

Sewage Treatment Plant (STP) sebagai unit pengolahan limbah utama umumnya dirancang untuk mengolah parameter organik seperti COD dan BOD melalui proses biologis. Namun, beban grease yang tinggi seringkali melampaui kapasitas desain sistem, sehingga menyebabkan penurunan performa pengolahan dan kegagalan dalam memenuhi baku mutu air limbah. Kondisi ini juga berdampak pada rendahnya kualitas effluent, yang membatasi potensi pemanfaatan kembali air hasil olahan (recycle water).

Salah satu pendekatan rekayasa yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan sistem pengolahan awal (upstream treatment) berupa grease trap induk. Berbeda dengan grease trap konvensional yang terpasang pada masing-masing outlet, grease trap induk berfungsi sebagai unit terpusat yang mampu mengakomodasi volume limbah lebih besar dengan waktu tinggal hidrolis yang lebih optimal, sehingga meningkatkan efisiensi pemisahan fase minyak dan air.

Penelitian ini dilakukan pada sistem STP Pondok Indah Mall 2 dengan kapasitas 750 m³/hari, yang sebelumnya mengalami kendala dalam pengolahan limbah akibat tingginya kandungan grease. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan grease trap induk terhadap peningkatan kualitas air limbah dan efisiensi sistem pengolahan, serta mengevaluasi dampaknya terhadap rasio recycle air hasil olahan. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh solusi rekayasa yang efektif, aplikatif, dan berkelanjutan dalam pengelolaan limbah cair pada fasilitas komersial berskala besar.

LANDASAN TEORI

1. Sistem Pengolahan Air Limbah (Sewage Treatment Plant – STP)

Sewage Treatment Plant (STP) merupakan sistem rekayasa lingkungan yang dirancang untuk mengolah air limbah domestik maupun komersial agar memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan atau dimanfaatkan kembali. Secara umum, proses pengolahan dalam STP terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu pengolahan fisik, kimia, dan biologis. Tahap awal (pre-treatment) berfungsi untuk menyaring partikel kasar dan mengurangi beban awal, sedangkan tahap biologis bertujuan untuk mendegradasi senyawa organik terlarut melalui aktivitas mikroorganisme aerobik maupun anaerobik. Dalam sistem STP modern, parameter utama yang menjadi indikator kinerja meliputi Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS), serta kandungan oil and grease. Efisiensi pengolahan sangat dipengaruhi oleh karakteristik limbah masuk, terutama rasio beban organik terhadap kapasitas sistem, waktu tinggal hidrolis (Hydraulic Retention Time/HRT), serta kondisi operasional seperti suplai oksigen dan temperatur.

Pada limbah dengan kandungan grease tinggi, performa STP cenderung menurun karena grease dapat membentuk lapisan hidrofobik yang menghambat kontak antara mikroorganisme dan substrat organik. Hal ini menyebabkan penurunan efisiensi degradasi biologis dan berpotensi mengganggu stabilitas sistem secara keseluruhan.

2. Karakteristik Lemak, Minyak, dan Grease (FOG) dalam Air Limbah

Lemak, minyak, dan grease (Fat, Oil, and Grease/FOG) merupakan komponen utama dalam limbah cair yang berasal dari aktivitas dapur, restoran, dan industri makanan. Secara fisik, FOG memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan air, sehingga cenderung mengapung dan membentuk lapisan di permukaan. Namun, dalam kondisi tertentu, FOG dapat membentuk emulsi stabil akibat pengaruh surfaktan, temperatur tinggi, dan turbulensi aliran.

Keberadaan FOG dalam air limbah memberikan dampak signifikan terhadap sistem pengolahan, di antaranya:

- a. Menghambat transfer oksigen dalam proses aerasi akibat terbentuknya lapisan permukaan
- b. Mengganggu aktivitas mikroorganisme karena sifat hidrofobik yang melapisi sel bakteri
- c. Menyebabkan penyumbatan (clogging) pada pipa dan diffuser
- d. Meningkatkan beban organik yang sulit terdegradasi secara biologis

Secara kimia, FOG terdiri dari trigliserida dan asam lemak bebas yang membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai dibandingkan senyawa organik sederhana. Oleh karena itu, pengendalian FOG pada tahap awal pengolahan menjadi langkah penting untuk menjaga efisiensi sistem STP.

3. Prinsip Kerja Grease Trap dalam Pengolahan Air Limbah

Grease trap merupakan unit pengolahan awal (pre-treatment) yang dirancang untuk memisahkan lemak, minyak, dan grease dari air limbah sebelum masuk ke sistem pengolahan utama. Prinsip kerja grease trap didasarkan pada perbedaan densitas antara air dan minyak, di mana minyak akan mengapung ke permukaan dan dapat dipisahkan secara mekanis.

Secara umum, grease trap terdiri dari beberapa kompartemen yang berfungsi untuk memperlambat aliran, mengurangi turbulensi, dan meningkatkan waktu tinggal hidrolis. Dengan kondisi aliran yang lebih tenang (mendekati laminar), partikel grease memiliki waktu yang cukup untuk naik ke permukaan dan terakumulasi sebagai lapisan minyak.

Parameter penting dalam desain grease trap meliputi:

- a. Waktu tinggal hidrolis (HRT), yang menentukan efektivitas pemisahan
- b. Kecepatan aliran, yang mempengaruhi kondisi turbulensi
- c. Volume dan panjang unit, yang berkaitan dengan kapasitas pemisahan
- d. Distribusi aliran antar kompartemen

Dalam sistem skala besar, penggunaan grease trap induk (centralized grease trap) menjadi lebih efektif dibandingkan unit kecil terdistribusi, karena mampu menangani debit lebih besar dengan kontrol aliran yang lebih stabil. Selain itu, grease trap induk memberikan kemudahan dalam pemeliharaan dan pengendalian kualitas limbah secara terpusat.

4. Parameter Kualitas Air Limbah dan Baku Mutu

Kualitas air limbah ditentukan oleh beberapa parameter utama yang menjadi acuan dalam evaluasi kinerja sistem pengolahan. Parameter tersebut meliputi:

- a. Chemical Oxygen Demand (COD): menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimia

- b. Biological Oxygen Demand (BOD): menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik
- c. Total Suspended Solids (TSS): menunjukkan jumlah partikel padatan tersuspensi dalam air
- d. Oil and Grease: menunjukkan kandungan lemak dan minyak dalam air limbah

Hubungan antara COD dan BOD sering digunakan untuk mengidentifikasi tingkat biodegradabilitas limbah. Nilai COD yang tinggi dengan rasio BOD/COD rendah menunjukkan bahwa limbah sulit terurai secara biologis.

Dalam konteks pengelolaan limbah di Indonesia, baku mutu air limbah diatur dalam peraturan pemerintah yang menetapkan batas maksimum untuk setiap parameter. Sebagai contoh, nilai oil and grease umumnya dibatasi pada kisaran ≤ 10 mg/L, sedangkan COD dan BOD memiliki batas yang disesuaikan dengan jenis kegiatan dan kapasitas sistem.

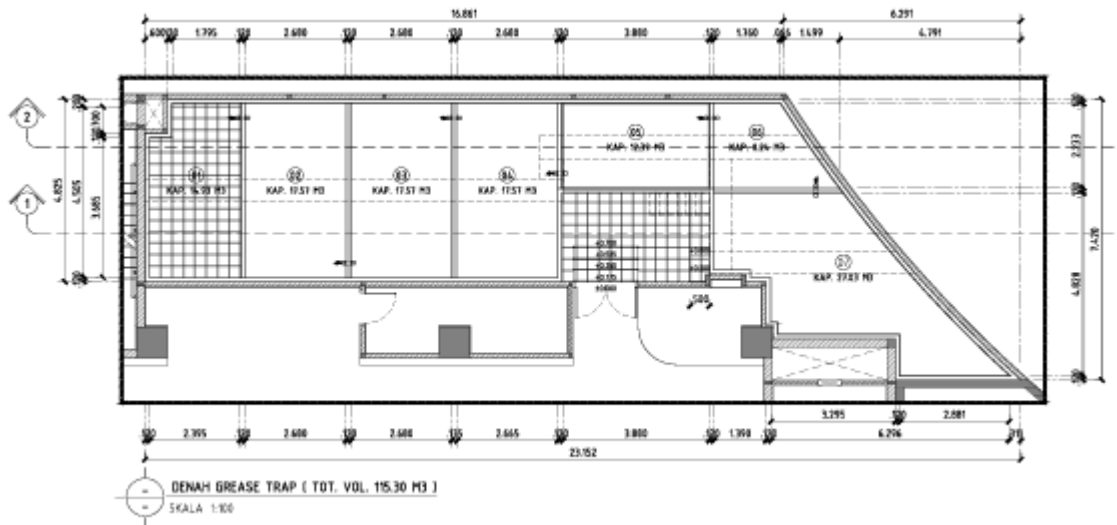
Pemenuhan baku mutu tidak hanya penting untuk perlindungan lingkungan, tetapi juga menjadi syarat utama dalam pemanfaatan kembali air hasil olahan (water reuse). Oleh karena itu, peningkatan kualitas effluent melalui pengendalian parameter kritis seperti grease menjadi langkah strategis dalam optimalisasi sistem STP.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis analisis kinerja sistem pengolahan air limbah (Sewage Treatment Plant/STP) dengan fokus pada evaluasi pengaruh penambahan grease trap induk terhadap peningkatan kualitas air limbah dan efisiensi sistem. Penelitian bersifat rekayasa lingkungan dengan pendekatan studi kasus pada STP Pondok Indah Mall 2 yang memiliki kapasitas pengolahan sebesar $750 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Objek penelitian adalah sistem pengolahan air limbah (STP) pada Pondok Indah Mall 2 yang menerima limbah domestik dan komersial, khususnya dari aktivitas food and beverage (F&B) yang memiliki kandungan lemak, minyak, dan grease (FOG) tinggi. Sistem STP terdiri atas unit pengolahan awal (screening dan equalization), unit pengolahan biologis (aerasi), serta unit klarifikasi. Intervensi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penambahan grease trap induk sebagai unit pengolahan awal (upstream treatment) sebelum limbah masuk ke sistem utama STP.

Grease trap induk yang digunakan dalam penelitian ini dirancang dalam bentuk bak horizontal multi-kompartemen yang berfungsi untuk memperlambat aliran dan meningkatkan waktu tinggal hidrolis (Hydraulic Retention Time/HRT).



Gambar 1

Berdasarkan gambar desain, sistem terdiri dari beberapa ruang pemisahan yang memungkinkan terjadinya proses sedimentasi dan pemisahan grease secara gravitasi. Prinsip kerja sistem ini adalah memanfaatkan perbedaan densitas antara air dan minyak, di mana grease akan naik ke permukaan dan terakumulasi pada lapisan atas, sedangkan air yang telah terpisah akan mengalir ke unit berikutnya menuju STP.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data representatif yang disusun berdasarkan kondisi operasional sistem sebelum dan sesudah implementasi grease trap induk, dengan parameter sebagai berikut:

1. Data debit air limbah harian (m^3 /hari)
2. Data volume air hasil olahan yang direcycle (m^3 /hari)
3. Data kualitas air limbah meliputi:
 - a. Chemical Oxygen Demand (COD)
 - b. Biological Oxygen Demand (BOD)
 - c. Total Suspended Solids (TSS)
 - d. Oil and Grease

Data diklasifikasikan menjadi dua kondisi, yaitu sebelum dan sesudah pemasangan grease trap induk, untuk mengetahui perubahan kinerja sistem secara komparatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan untuk mengevaluasi perubahan kinerja sistem Sewage Treatment Plant (STP) setelah penambahan grease trap induk sebagai unit pengolahan awal. Parameter yang dianalisis meliputi kualitas air limbah (COD, BOD, TSS, dan oil and grease) serta rasio recycle air hasil olahan.

Tabel berikut menunjukkan perbandingan kualitas air limbah sebelum dan sesudah penambahan grease trap induk:

Tabel 1 Perbandingan Kualitas Air Limbah

Parameter	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
COD	180	80	100	Memenuhi
BOD	90	40	50	Memenuhi
TSS	120	50	100	Memenuhi
Oil & Grease	25	8	10	Memenuhi
pH	6.5–7.0	7.0–7.5	6–9	Stabil

Terjadi penurunan signifikan pada seluruh parameter pencemar setelah implementasi grease trap induk. Penurunan paling dominan terjadi pada parameter oil and grease, yaitu dari 25 mg/L menjadi 8 mg/L, atau sebesar $\pm 68\%$. Hal ini menunjukkan bahwa grease trap bekerja efektif dalam memisahkan fase minyak sebelum memasuki sistem STP. Penurunan kandungan grease memberikan dampak langsung terhadap peningkatan efisiensi proses biologis, yang ditunjukkan oleh penurunan nilai COD dan BOD secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya lapisan hidrofobik yang sebelumnya menghambat transfer oksigen dan aktivitas mikroorganisme dalam reaktor biologis.

Tabel 2 Data Recycle Air STP

Bulan	Kondisi	Debit Masuk (m ³ /hari)	Recycle (m ³ /hari)	Recycle (%)
Januari	Sebelum	720	180	25%
Februari	Sebelum	730	200	27%
Maret	Sebelum	740	210	28%
April	Transisi	750	300	40%
Mei	Sesudah	750	420	56%
Juni	Sesudah	750	480	64%

Evaluasi Data menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada rasio recycle air setelah implementasi grease trap induk. Sebelum intervensi, rasio recycle hanya berada pada kisaran 25–28%, yang mengindikasikan bahwa kualitas air hasil olahan belum optimal untuk dimanfaatkan kembali.

Setelah penambahan grease trap induk, rasio recycle meningkat secara bertahap hingga mencapai 64%. Peningkatan ini mencerminkan perbaikan kualitas effluent serta stabilitas proses pengolahan dalam STP.

Secara sistemik, peningkatan ini menunjukkan bahwa pengurangan beban grease pada tahap awal mampu mengurangi beban kerja unit biologis, sehingga meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem.

Tabel 2 Data Recycle Air STP

Parameter	Efisiensi (%)
COD	55.5%
BOD	55.6%
TSS	58.3%
Oil & Grease	68%

Efisiensi penurunan tertinggi terjadi pada parameter oil and grease, yang merupakan target utama dari grease trap induk. Tingginya efisiensi ini menunjukkan bahwa mekanisme pemisahan berbasis gravitasi berjalan optimal, didukung oleh waktu tinggal hidrolis yang cukup dan kondisi aliran yang relatif stabil. Efisiensi penurunan COD dan BOD yang mencapai lebih dari 50% menunjukkan bahwa proses biologis dalam STP mengalami peningkatan performa setelah beban grease dikurangi. Hal ini memperkuat hipotesis bahwa grease merupakan salah satu faktor penghambat utama dalam sistem pengolahan biologis.



Gambar 2 (a) sebelum, (b) sesudah

Berdasarkan dokumentasi visual, terlihat bahwa sebelum penambahan grease trap induk, sistem mengalami akumulasi grease yang cukup signifikan pada aliran masuk menuju STP. Hal ini berpotensi menyebabkan gangguan operasional seperti penyumbatan dan penurunan efisiensi aerasi. Setelah implementasi grease trap induk, kondisi aliran menjadi lebih bersih dan terkontrol, dengan berkurangnya akumulasi grease yang masuk ke sistem utama. Hal ini menunjukkan bahwa grease trap berfungsi secara efektif sebagai unit pengolahan awal yang mampu menahan beban pencemar sebelum memasuki proses lanjutan

Intervensi melalui penambahan grease trap induk tidak hanya meningkatkan kualitas air limbah, tetapi juga mengubah distribusi beban pencemar dalam sistem. Dengan memindahkan proses pemisahan grease ke tahap awal (upstream), beban yang diterima oleh unit biologis menjadi lebih ringan dan stabil. Pendekatan ini terbukti lebih efektif dibandingkan peningkatan kapasitas atau modifikasi internal STP, karena secara langsung mengurangi sumber permasalahan utama. Selain itu, sistem ini memiliki keunggulan dalam aspek operasional dan pemeliharaan, karena grease dapat dikumpulkan dan dikelola secara terpusat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap kinerja sistem Sewage Treatment Plant (STP) Pondok Indah Mall 2 dengan kapasitas 750 m³/hari, dapat disimpulkan bahwa penambahan grease trap induk sebagai unit pengolahan awal (upstream treatment) memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kualitas air limbah dan efisiensi sistem secara keseluruhan.

Penurunan konsentrasi parameter pencemar menunjukkan hasil yang optimal, terutama pada parameter oil and grease yang mengalami reduksi hingga sekitar 68%, dari 25 mg/L menjadi 8 mg/L. Penurunan ini berdampak langsung terhadap peningkatan performa proses biologis dalam STP, yang ditunjukkan oleh penurunan nilai COD dari 180

mg/L menjadi 80 mg/L, serta BOD dari 90 mg/L menjadi 40 mg/L. Seluruh parameter kualitas air hasil olahan telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Selain itu, terjadi peningkatan signifikan pada rasio recycle air hasil olahan, dari kisaran 25–28% sebelum intervensi menjadi hingga 64% setelah implementasi grease trap induk. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kualitas effluent telah memenuhi kriteria untuk pemanfaatan kembali, serta mencerminkan stabilitas operasional sistem yang lebih baik.

Secara mekanistik, peningkatan kinerja sistem disebabkan oleh berkurangnya beban grease yang masuk ke unit pengolahan utama, sehingga mengurangi gangguan terhadap transfer oksigen dan aktivitas mikroorganisme. Dengan demikian, pendekatan rekayasa melalui intervensi pada sisi hulu terbukti lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem dibandingkan modifikasi internal STP.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada yang telah membantu dalam proses pembuatan makalah dan jurnal yang telah penulis selesaikan, serta kepada rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Mpu Tantular.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Metcalf & Eddy, Inc., Tchobanoglous G, Franklin L Burton, & H David Stensel. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- [2] United States Environmental Protection Agency. (2002). *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*. Washington, DC: EPA.
- [3] United States Environmental Protection Agency. (2004). *Control of Fats, Oils, and Grease in Wastewater Collection Systems*. EPA 625/R-03/001.
- [4] Water Environment Federation. (2010). *Design of Municipal Wastewater Treatment Plants (MOP 8)*. McGraw-Hill.
- [5] Eckenfelder W Wesley. (2000). *Industrial Water Pollution Control* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. (2001). *SNI 06-6989.10-2001: Cara Uji Lemak dan Minyak*. Jakarta: BSN.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 6989.72:2019: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)*. Jakarta: BSN.
- [8] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 6989.2:2019: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)*. Jakarta: BSN.
- [9] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri LHK No. P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta.
- [10] Abdel Rahman N, Ahmed M, & Khan S. (2019). Removal of fats, oils, and grease from wastewater: A review. *Journal of Environmental Management*, 231, 207–216.
- [11] Long X D, Zhang G, & Han Y. (2012). Removal of oil and grease from wastewater using flotation. *Journal of Hazardous Materials*, 213–214, 426–431.
- [12] Al-Shamrani A A, James A, & Xiao H. (2002). Separation of oil from water by dissolved air flotation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 209(1), 15–26.