



Analisis Pengolahan Limbah Industri Rokok dalam Pencapaian Standar Lingkungan Badan Air Permukaan

Ramiza Firyal Tuffahati¹, Rizka Novembrianto²

^{1,2}Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Abstract. Indonesia's cigarette industry has experienced significant growth, contributing substantially to economic development and work opportunities. However, the production process generates wastewater containing pollutants like BOD, COD, TSS, NH₃-N, phenol, and pH imbalances, which pose environmental risks. This study aims to evaluate the quality of wastewater from the cigarette industry and analyze the treatment technologies used to meet environmental standards. Using qualitative methods and secondary data from relevant industries, the research shows that cigarette industry wastewater is highly polluted and requires multiple treatment stages before being discharged into surface water. Key technologies include collecting tanks, equalization tanks, coagulation-flocculation, clarifiers, and trickling filters. The findings provide valuable insights into waste management challenges and propose solutions to support environmental sustainability in the cigarette industry.

Keywords: Cigarette industry, Pollutants, Wastewater.

Abstrak. Industri rokok di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang signifikan, memberikan kontribusi besar terhadap perkembangan ekonomi dan peluang kerja. Namun, proses produksinya menghasilkan limbah cair yang mengandung polutan seperti BOD, COD, TSS, NH₃-N, fenol, serta ketidakseimbangan pH yang berpotensi membahayakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas limbah cair dari industri rokok dan menganalisis teknologi pengolahan yang digunakan untuk memenuhi standar lingkungan. Dengan menggunakan metode kualitatif dan data sekunder dari industri terkait, hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair industri rokok memiliki tingkat pencemaran yang tinggi dan memerlukan beberapa tahapan pengolahan sebelum dibuang ke badan air permukaan. Teknologi utama yang digunakan meliputi tangki pengumpulan, tangki penyamaan, koagulasi-flokulasi, klarifikasi, dan filter tetes. Penelitian ini memberikan wawasan penting tentang tantangan pengelolaan limbah serta solusi untuk mendukung keberlanjutan lingkungan di industri rokok.

Kata kunci: Industri rokok, Pengolahan, Polutan.

1. LATAR BELAKANG

Teknologi digital yang menjadi faktor utama adanya perubahan cara bisnis beroperasi di berbagai sektor, mulai dari manufaktur hingga layanan keuangan. Adanya berbagai inovasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan kinerja perusahaan, tetapi juga membuka jalan bagi terciptanya konsep industri yang lebih adaptif (Nova et al., 2024). Kemajuan teknologi menjadi salah satu faktor yang mendukung pertumbuhan industri di Indonesia, termasuk industri rokok. Industri rokok terus berkembang karena tingginya jumlah pengguna rokok di Indonesia. Berdasarkan data WHO (*World Health Organization*), Indonesia menempati posisi kelima sebagai negara dengan konsumsi rokok tertinggi di dunia. Hal ini membuat permintaan rokok terus meningkat, sehingga mendorong pertumbuhan industri ini (Dea Naresawari, Wijayanti, Indri Oktaviani, & Prio Agus Santoso, 2020).

Industri rokok merupakan industri yang termasuk ke dalam sektor pengolahan tembakau yang memiliki pengaruh besar pada perekonomian di Indonesia. Selain itu, adanya industri rokok di Indonesia mempengaruhi cakupan lapangan kerja yang besar dalam proses pengolahan tembakau hingga produksi rokok (Aditiyo, Wazna Auvaria, Diah Nugraheni Setyowati, & Nilandita, 2024). Industri rokok di Indonesia tumbuh dengan pesat, mulai dari skala usaha rumah tangga hingga menjadi industri besar berskala nasional dan internasional. Selain itu, industri ini memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian negara melalui pendapatan yang dihasilkan dari cukai rokok (Darmawan & Harianto, 2021). Perkembangan industri rokok juga diikuti dengan meningkatnya penanaman tembakau, yang dikelola oleh banyak petani. Hal ini tidak hanya menjadi sumber lapangan kerja, tetapi juga berkontribusi pada pendapatan masyarakat serta perekonomian di daerah (Rachmat, 2016).

Industri rokok menghasilkan limbah yang berasal dari berbagai proses, baik produksi maupun non-produksi. Limbah industri tersebut dapat dikategorikan menjadi tiga macam, yakni limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Limbah padat terdiri atas sisa aktivitas yang berwujud padat atau dapat didefinisikan sebagai materi heterogen yang dibuang dari kegiatan rumah tangga, komersial, dan industri. Adapun limbah cair merupakan zat sisa yang berbentuk cairan yang dihasilkan dari aktivitas industri (Sitogasa & Alim, 2023). Limbah cair yang dihasilkan harus melalui proses pengolahan sebelum dibuang atau dimanfaatkan kembali, agar sesuai dengan standar atau baku mutu lingkungan yang berlaku. Setelah melalui pengolahan, limbah cair tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang berguna, bahkan diolah menjadi sumber air (Martini, Yuliwati, Martini, Yuliwati, & Kharismadewi, 2020). Pengolahan limbah cair industri rokok diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa setiap pihak yang bertanggung jawab atas usaha dan/atau kegiatan yang menghasilkan limbah cair wajib mengolah limbah tersebut, baik untuk dimanfaatkan kembali maupun untuk dibuang dengan memenuhi standar yang berlaku (Peraturan Pemerintah RI, 2021).

Air limbah yang dihasilkan oleh industri rokok akan dibuang ke badan air permukaan atau sungai yang terdekat dengan lokasi industri. Pembuangan air limbah ini harus memenuhi persyaratan yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa setiap usaha dan/atau kegiatan yang wajib memiliki Amdal atau UKL-UPL dan melakukan pembuangan atau pemanfaatan air limbah harus memiliki dokumen

Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional (SLO). Persetujuan Teknis adalah dokumen persetujuan yang dikeluarkan oleh instansi pemerintahan (baik pusat maupun daerah) yang memuat ketentuan-ketentuan spesifik mengenai standar perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, termasuk analisis menyeluruh tentang dampak potensial dari suatu usaha atau kegiatan, yang sepenuhnya mengacu pada regulasi dan peraturan perundangan yang berlaku (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021).

Berdasarkan uraian pendahuluan diatas, tujuan penulisan artikel ini yaitu mengidentifikasi dan menganalisis parameter kualitas limbah cair yang dihasilkan Industri Rokok, menganalisis teknologi pengolahan air limbah (IPAL) yang diterapkan dalam Industri Rokok dalam mengurangi beban pencemar, serta memahami regulasi dan tahapan yang dilakukan dalam pembuangan air limbah Industri Rokok ke badan air permukaan/sungai.

2. KAJIAN TEORITIS

Limbah Industri Rokok

Berdasarkan penelitian oleh (Rizki, Farhin, Ramadhani, & Safitri, 2021), disebutkan bahwa puntung rokok mengandung zat beracun seperti nikotin, eugenol, dan fenol yang bersifat toksik bagi hama tanaman. Nikotin yang terdapat di dalamnya berasal dari tembakau yang digunakan untuk meningkatkan aroma dan rasa rokok. Selain itu, penelitian oleh (Lusiana, Rahadi, & Luthfiyana, 2020), menunjukkan bahwa air limbah dari sungai yang berada di sekitar industri rokok mengandung kadar amonia yang tinggi, yang disebabkan oleh penggunaan bahan cengkeh sebagai bahan baku dalam pembuatan rokok tersebut.

Industri rokok menghasilkan berbagai jenis limbah, termasuk limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari di rumah tangga dan lingkungan industri. Air limbah domestik merupakan cairan sisa yang dihasilkan dari kegiatan manusia yang menggunakan air, meliputi buangan dari toilet, kamar mandi, wastafel cuci tangan, dan wastafel cuci piring (Pratamadina & Wikaningrum, 2022).

Karakteristik Limbah Industri Rokok

Air limbah industri rokok mengandung berbagai parameter pencemar yang dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Sebelum dibuang atau dimanfaatkan kembali, air limbah tersebut harus melalui beberapa tahapan pengolahan untuk memenuhi standar lingkungan yang berlaku. Beberapa parameter yang terkandung dalam limbah industri rokok antara lain :

1) BOD

Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan parameter yang menunjukkan kuantitas oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam kondisi aerobik. Besaran BOD tidak mengukur langsung jumlah bahan organik, namun mengindikasikan volume oksigen yang diperlukan dalam proses dekomposisi bahan organik tersebut (Andika, Wahyuningsih, & Fajri, 2020).

2) COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air limbah, yang menggambarkan tingkat pencemaran akibat bahan organik. Air limbah dengan nilai COD yang tinggi menunjukkan adanya bahan organik yang dapat mencemari lingkungan perairan (Agustiani & Mirwan, 2024).

3) TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan partikel padat yang terdispersi dalam air dan berfungsi sebagai pengangkut penting bagi bahan organik, termasuk nitrogen dan fosfor. TSS tidak hanya mempengaruhi kualitas air, tetapi juga berkontribusi pada proses ekologis yang lebih luas. TSS penting untuk memahami dinamika transportasi sedimen di sungai serta variasi dalam kualitas air (Zhao et al., 2020).

4) Ammonia Total (NH₃-N)

Ammonia total (NH₃-N) atau nitrogen amonia adalah salah satu jenis polutan yang sering terdapat dalam air limbah domestik. Polutan ini dihasilkan terutama dari proses penguraian bahan organik yang mengandung nitrogen, seperti sisa makanan, kotoran hewan, dan bahan organik lainnya. Selama proses penguraian, nitrogen yang ada dalam bahan tersebut dilepaskan dalam bentuk amonia (Aziz, Hanafiah, Halim, & Fidri, 2020).

5) Phenol

Fenol (C₆H₅-OH) merupakan senyawa monohidroksida yang berasal dari benzen dan bersifat anionik di dalam larutan air. Keberadaan fenol dalam air dapat menimbulkan dampak pencemaran, sebab zat ini berpotensi menumpuk di dalam tubuh dan memiliki sifat racun jika dikonsumsi (Mahmudah & Riza Utami, 2020).

6) Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan senyawa yang berpotensi mencemari perairan, sehingga perlu dikendalikan konsentrasinya. Minyak membentuk lapisan tipis di permukaan perairan karena bobotnya lebih ringan dibanding air. Hal tersebut dapat

menurunkan konsentrasi oksigen terlarut, yang selanjutnya dapat mengganggu keseimbangan rantai makanan (Harmawan, 2022).

7) pH

pH merupakan ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu cairan, yang membantu menilai kelayakannya. Secara umum, perairan alami memiliki pH antara 6 hingga 9. Ikan dapat hidup dan beradaptasi di air sungai dengan pH yang berkisar antara 5 hingga (Alfirmansyah et al., 2022).

Pengolahan Limbah Industri Rokok

Dalam memenuhi persyaratan atau baku mutu badan air permukaan atau sungai, terdapat berbagai teknologi pengolahan yang bisa dilakukan. Teknologi pengolahan yang digunakan untuk Industri Rokok disesuaikan dengan parameter pencemar yang ada dalam air limbah tersebut. Berikut teknologi pengolahan yang digunakan dalam Industri Rokok:

1) Bak Pengumpul (*Collecting Tank*) “WILO”

Bak pengumpul atau *collecting tank* adalah alat yang digunakan untuk menampung limbah yang tersebar, dengan memanfaatkan aliran gravitasi, sehingga proses pengumpulan air limbah dapat dilakukan secara terpusat (Valerio Soyan, Siti Sofiyah, & Listyendah Zahra, 2022).

2) Bak Ekualisasi / *Buffer Tank*

Bak ekualisasi merupakan unit dalam sistem pengolahan limbah yang digunakan untuk menyeimbangkan aliran dan beban limbah. Bak ekualisasi digunakan untuk mengatur fluktuasi air limbah baik dari segi kualitas maupun kuantitas (Purwaningrum, Syarifuddin, Nizori, & Wibowo, 2023).

3) Koagulasi – Flokulasi

Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia ke dalam air yang menyebabkan pemisahan partikel-partikel. Dalam proses ini, terjadi destabilisasi suspensi atau larutan koloid tertentu. Pengadukan cepat dilakukan untuk mempercepat distribusi zat kimia secara merata ke dalam air yang sedang diolah (Fitria Ekoputri et al., 2024). Flokulasi adalah proses penyatuan partikel-partikel kecil yang bermuatan tidak stabil melalui interaksi dan tumbukan antarpartikel. Proses ini menghasilkan partikel-partikel yang saling melekat, membentuk kumpulan dengan ukuran lebih besar yang disebut flokulan atau flok. (Kusumawati, Rofie Fauzi Budiman, Setianto, Paramitha, & Dwi Jayanti, 2024).

4) Clariflocculator / Clarifier

Clarifier berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel halus dalam jumlah kecil, sehingga menghasilkan air yang jernih dan bebas dari partikel padat atau suspensi. Di dalam clarifier, terdapat proses klarifikasi yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi. Secara umum, klarifikasi adalah proses penghilangan padatan tersuspensi melalui mekanisme koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi (Fikri, 2021).

5) *Dissolved Air Flotation* (DAF)

Flotasi merupakan metode pemisahan berdasarkan pembentukan gelembung udara atau gas yang menempel pada flok yang tidak stabil. Proses flotasi dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis gelembungnya seperti DAF. Penggunaan DAF biasanya untuk air minum dan pemisahan mikroalga pada air limbah (Fuad et al., 2021).

6) *Trickling Filter*

Trickling filter adalah salah satu metode pengolahan limbah cair yang memanfaatkan biofilm mikroba untuk mengurangi bahan organik dalam air. Proses pengolahannya dilakukan dengan menyebarkan air limbah ke atas tumpukan media yang terbuat dari kerikil, material berbahan dasar keramik, plastik, atau bahan lainnya. Pada permukaan media ini, terbentuk lapisan biofilm seperti lendir, yang melapisi air limbah dan menguraikan polutan yang ada di dalamnya (Maimun, Rahmah Lubis, & Nurul Alam, 2024).

7) *Filter Press* dan *Sludge Drying Bed*

Filter press dan *sludge drying bed* digunakan dalam proses penguapan lumpur. *Sludge drying bed* berfungsi untuk mengeringkan biosolid dengan cara mengalirkan udara melalui massa biosolid tersebut, sehingga terjadi proses penguapan pada permukaan biosolid yang terkena udara. Filtrat yang dihasilkan selama proses pengeringan ini biasanya dikumpulkan dan didaur ulang untuk digunakan kembali (Lawrence, Sung Wang, & Sung Wang, 2024).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis kualitatif serta perhitungan sederhana berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Industri Rokok. Data dikumpulkan melalui berbagai pendekatan, yaitu penggunaan data sekunder, survei lapangan, dan studi Pustaka. Fokus penelitian ini adalah pada pengolahan air limbah Industri Rokok untuk meminimalkan dampak lingkungan yang diakibatkan. Analisis dilakukan terhadap penggunaan air bersih serta

limbah yang dihasilkan dari kegiatan di Industri Rokok, juga dilaksanakan evaluasi terhadap kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dibutuhkan, guna memastikan kesesuaiannya dengan debit air limbah yang dihasilkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Air Limbah Industri Rokok

Air limbah Industri Rokok berasal dari kegiatan domestik seperti kegiatan kantor, kegiatan mushola, kegiatan *pantry*, mess karyawan serta kegiatan operasional seperti pencucian peralatan, *blowdown boiler*, *mini primary plan*, dan kegiatan pemeliharaan intensif sapi. Karakteristik air limbah Industri Rokok disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik Influent IPAL

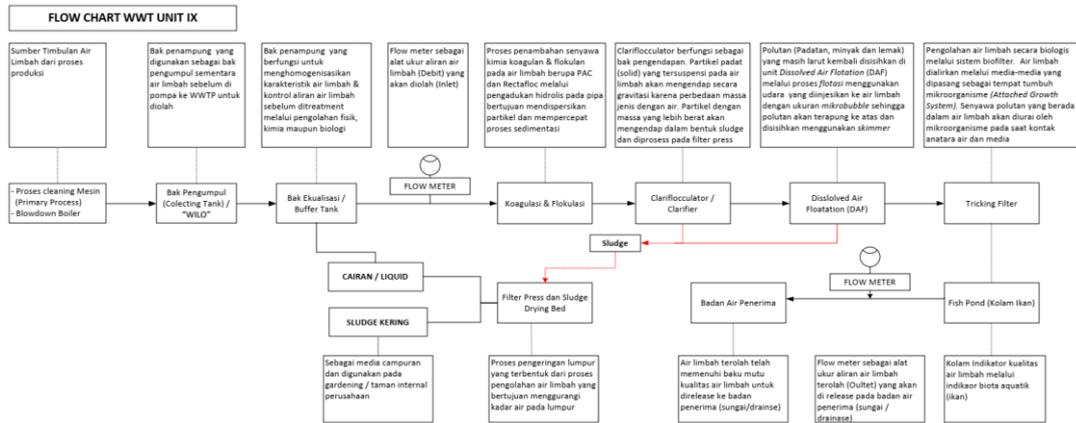
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu (Integrasi *)	Hasil Uji
1	BOD ₅	mg/L	44,12	324,4
2	COD	mg/L	109,41	1070
3	TSS	mg/L	10,00	120
4	Ammonia Total (NH ₃ -N)	mg/L	10,00	3,504
5	Phenol	mg/L	0,50	0,0103
6	Minyak & Lemak	mg/L	5,00	3,5
7	pH	-	6-8	7,87

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2024

*) = Baku mutu dihitung berdasarkan PERMEN LHK No 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik ($BPM_T = \frac{(C1 \times Q1) + (Cn \times Qn)}{Q1 + Qn}$)

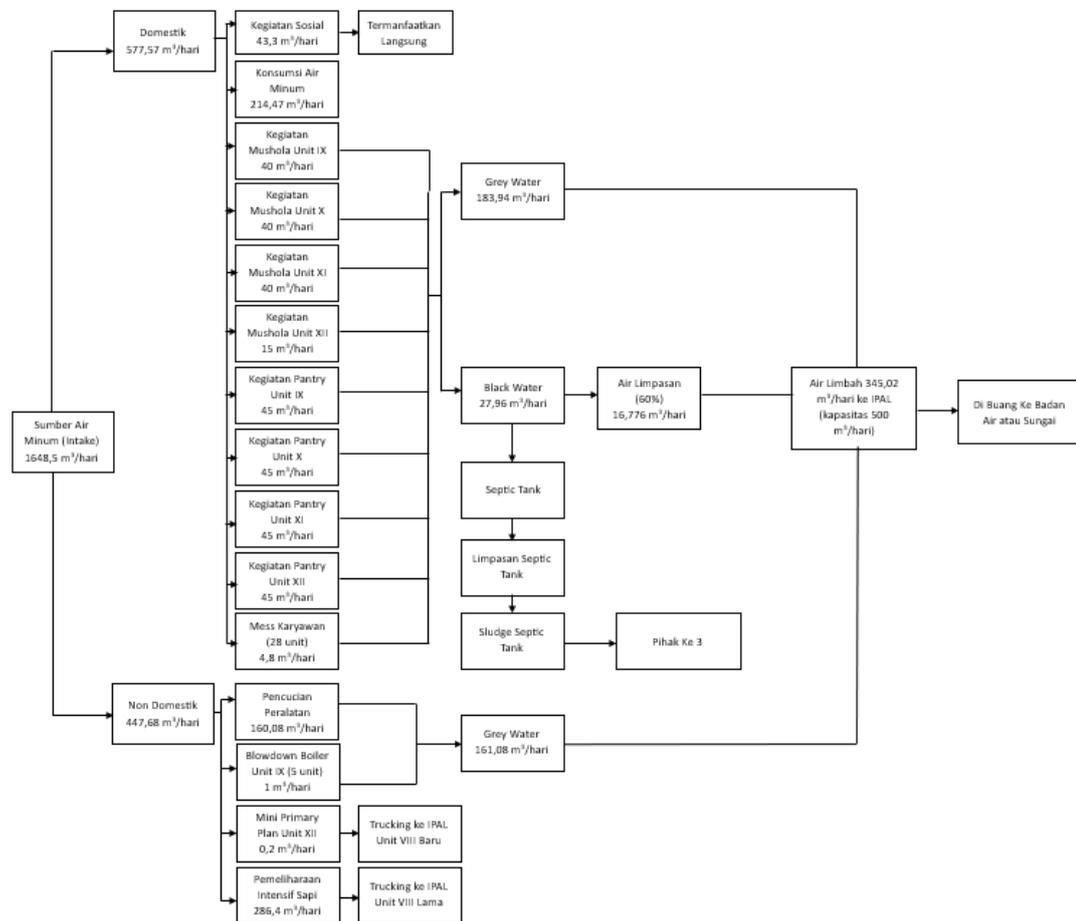
Pengolahan Air Limbah Industri Rokok

Industri Rokok memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan kapasitas 500 m³ per hari. Jumlah limbah yang dihasilkan mencapai 345,02 m³ per hari, berasal dari aktivitas domestik dan operasional. Sumber air bersih untuk industri ini berasal dari sumur bor, yang terlebih dahulu ditampung sebelum didistribusikan ke berbagai kegiatan yang membutuhkan air bersih. Alur pengolahan air limbah ditunjukkan pada Gambar 1, sementara kebutuhan air untuk setiap aktivitas dijelaskan dalam Gambar 2.



Sumber: Industri Rokok, 2024

Gambar 1. Bagan Alir Proses Pengolahan Limbah



Sumber: Industri Rokok, 2024

Gambar 2. Neraca Kebutuhan Air Industri Rokok

Proses pengolahan yang berlangsung sesuai dengan Gambar 3 yaitu:

1) Bak Pengumpul (*Collecting Tank*) “WILO”

Limbah yang berasal dari kegiatan domestik dan operasional seperti proses *cleaning* mesin dan *Blowdown Boiler* akan ditampung terlebih dahulu dalam bak pengumpul. Bak pengumpul digunakan untuk pengumpul sementara sebelum air limbah di pompa ke WWTP untuk diolah.

2) Bak Ekualisasi / *Buffer Tank*

Air yang siap untuk diolah akan dialirkan menuju bak ekualisasi. Bak ekualisasi digunakan untuk menghomogenisasikan karakteristik air limbah dan kontrol aliran air limbah sebelum diolah / di *treatment* melalui pengolahan fisik, kimia, maupun biologi.

3) Koagulasi – Flokulasi

Air yang sudah dihomogenisasi akan menuju bak Koagulasi – Flokulasi. Terdapat penambahan kimia koagulan dan flokulan berupa PAC dan Rectafloc melalui pengadukan hidrolis pada pipa untuk mempercepat mendispersikan partikel dan mempercepat proses sedimentasi.

4) Clariflocculator / Clarifier

Di dalam bak Clariflocculator terdapat proses pengendapan. Partikel yang telah tersuspensi sebelumnya akan mengendap secara gravitasi karena adanya perbedaan massa jenis dengan air. Partikel dengan massa jenis yang lebih berat akan mengendap dalam bentuk *sludge* dan diproses pada *Filter Press*. Dalam bak Clariflocculator terdapat removal parameter TSS dengan persentase 60% dengan influent 120 mg/L sehingga effluent dari TSS pada clarifier yaitu 72 mg/L sedangkan pada parameter COD 60% dengan influent 1070 mg/L yang menghasilkan effluent COD sebesar 428 mg/L. Kedua parameter tersebut belum memenuhi baku mutu sehingga masih perlu adanya removal pada pengolahan berikutnya.

5) *Dissolved Air Flotation* (DAF)

Polutan (padatan, minyak dan lemak) yang larut disisihkan di Bak *Dissolved Air Flotation* (DAF) melalui proses flotasi menggunakan udara yang diinjeksikan ke air limbah dengan ukuran *mikrobubble* sehingga polutan akan terapung ke atas dan disisihkan menggunakan skimmer. Dalam bak *Dissolved Air Flotation* (DAF) terdapat removal Minyak dan lemak 85% dengan influent 3,5 mg/L dan removal parameter BOD, COD, TSS 50% dengan influent BOD 324,4 mg/L, COD 428 mg/L, dan TSS 72 mg/L. Effluent yang dihasilkan dari removal ketiga parameter tersebut yaitu 162,2

mg/L; 214 mg/L; dan 36 mg/L dimana masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan, maka perlu dilakukan removal parameter pada pengolahan selanjutnya.

6) *Trickling Filter*

Dalam bak *Trickling Filter* terdapat pengolahan secara biologis dengan sistem biofilter. Air limbah dialirkan melalui media-media yang dipasang sebagai tempat tumbuh mikroorganisme (*Attached Growth System*). Senyawa yang berada di polutan akan diurai oleh mikroorganisme saat adanya kontak air dengan media. Dalam bak *Trickling Filter* terdapat removal parameter BOD 85% dengan influent 162,2 mg/L sehingga effluent dari BOD pada *Trickling Filter* yaitu 24,33 mg/L yang sudah memenuhi baku mutu. Removal parameter COD 70% dengan influent 214 mg/L yang menghasilkan effluent sebesar 64,2 mg/L dan sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

7) *Filter Press dan Sludge Drying Bed*

Sludge atau lumpur dari pengolahan sebelumnya akan dikeringkan menggunakan *Filter Press* dan *Sludge Drying Bed*. Tujuannya untuk mengurangi kadar air pada lumpur. Kandungan air yang terremoval dalam *Filter Press* yaitu 85%.

8) Kolam Ikan

Kolam ikan digunakan sebagai indikator kualitas air limbah melalui indikator biota aquatik (ikan).

Setiap unit pada IPAL Industri Rokok mampu mengolah limbah secara efektif sehingga *effluent* yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu sesuai dengan regulasi yang berlaku. Efisiensi untuk setiap unit IPAL Industri Rokok disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Efisiensi Unit IPAL

No	Unit / Bangunan IPAL	Parameter	Influent (mg/L)	Persen Removal (%)	Effluent (mg/L)
1	Bak Pengumpul (Collecting Tank) "WILO"	-	-	-	-
2	Bak Ekualisasi	-	-	-	-
3	Koagulasi - Flokulasi	-	-	-	-
4	Clariflocculator/ Clarifier	TSS	120	60	72
		COD	1070	60	428
5	<i>Dissolved Air Flotation</i> (DAF)	Minyak & lemak	3,5	85	2,98
		TSS	72	50	36
		BOD	324,4	50	162,2
		COD	428	50	214
6	<i>Trickling Filter</i>	BOD	162,2	85	24,33
		COD	214	70	64,2

No	Unit / Bangunan IPAL	Parameter	Influent (mg/L)	Persen Removal (%)	Effluent (mg/L)
7	Filter Press dan Sludge Drying Bed	-	-	-	-
8	Kolam Ikan	-	-	-	-

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Pembuangan Air Limbah Ke Badan Air Permukaan

Sebelum air limbah dibuang ke badan air permukaan atau sungai, air tersebut harus memenuhi baku mutu yang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dalam studi kasus ini, Industri Rokok menerapkan baku mutu integrasi untuk memastikan bahwa semua limbah yang dihasilkan dari berbagai kegiatan dikelola dengan efektif dan memenuhi standar lingkungan yang ditetapkan. Berdasarkan (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016), setiap usaha dan/atau kegiatan yang menghasilkan air limbah domestik diwajibkan untuk mengolahnya, baik secara terpisah maupun dengan cara terintegrasi, yaitu menggabungkan air limbah dari berbagai kegiatan dalam satu sistem pengolahan. Industri Rokok menghasilkan air limbah domestik yang diolah secara terintegrasi dan harus memenuhi baku mutu sesuai dengan Lampiran II Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Berikut adalah rumus perhitungan baku mutu integrasi sesuai regulasi yang berlaku:

$$\text{Kadar paling tinggi setiap parameter } (C_{\max}) = \frac{(C_1 \times Q_1) + (C_n \times Q_n)}{Q_1 + Q_n}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri rokok mengandung berbagai zat pencemar yang dapat merusak lingkungan. Sebelum dibuang ke badan air permukaan atau sungai, limbah ini harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan oleh peraturan yang berlaku. Pengolahan air limbah menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) harus sesuai dengan persyaratan agar limbah cair dapat dibuang dengan aman. Berdasarkan sistem IPAL yang ada, *effluent* yang dihasilkan sudah memenuhi baku mutu yang diperlukan untuk pembuangan ke badan air permukaan atau sungai. Selain itu, dokumen yang harus disiapkan adalah Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah ke Badan Air Permukaan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saran yang dapat diberikan adalah agar pelaku usaha dan/atau kegiatan industri rokok terus mengembangkan teknologi pengolahan limbah untuk meningkatkan efisiensi dalam mengurangi pencemar yang terkandung dalam limbah cair. Selain itu, penting bagi pelaku

usaha untuk secara teratur melakukan pemantauan kualitas air limbah yang dihasilkan, guna memastikan bahwa limbah yang dibuang tidak membahayakan lingkungan dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pemantauan ini juga perlu dilakukan untuk menilai dampak jangka panjang terhadap ekosistem sekitar.

DAFTAR REFERENSI

- Aditiyo, A. S., Wazna Auvaria, S., Setyowati, D. N., & Nilandita, W. (2024). Evaluasi pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) PT. X industri rokok tembakau.
- Agustiani, K., & Mirwan, M. (2024). Analisis kualitas air limbah domestik perkantoran berdasarkan parameter COD, amonia, dan TSS. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(7), 64.
- Alfirmansyah, R., Utama, S. P., Ramdhon, M., Adeko, R., Arifin, Z., ... Jayanti, U. (2022). Analisis kualitas dan permusuhan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Rawas Kabupaten Musi Rawas Utara. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(7).
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 2(1). Retrieved from <https://ejournalunsam.id/index.php/JQ>
- Aziz, N. I. H. A., Hanafiah, M. M., Halim, N. H., & Fidri, P. A. S. (2020). Phytoremediation of TSS, NH₃-N, and COD from sewage wastewater by *Lemna minor L.*, *Salvinia minima*, *Ipomea aquatica*, and *Centella asiatica*. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(16). <https://doi.org/10.3390/APP10165397>
- Darmawan, E. S., & Harianto, S. (2021). Modal sosial petani tembakau Srintil dalam meningkatkan kesejahteraan petani pada masa pandemi COVID-19 di Desa Legoksari Kecamatan Telogomulyo Kabupaten Temanggung.
- Dea Naresawari, A., Wijayanti, E., Oktaviani, F. I., & Santoso, P. A. (2020). Analisis pengguna rokok di masa pandemi COVID-19 di Kecamatan Nogosari.
- Fikri, M. (2021). Penggunaan teknologi clarifier tank pada pengolahan air limbah industri kelapa sawit. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-9 Tahun 2021*.
- Fitria Ekoputri, S., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2024). Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi flokulasi pada industri kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(1), 7781–7787.
- Fuad, N., Omar, R., Kamarudin, S., Harun, R., Idris, A., & Wan Azlina, W. A. K. G. (2021). Harvesting marine microalgae *Nannochloropsis sp.* using dissolved air flotation (DAF) technique. *Sains Malaysiana*, 50(1), 73–83. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5001-08>

- Harmawan, T. (2022). Analisis kandungan minyak dan lemak pada limbah outlet pabrik kelapa sawit di Aceh Tamiang. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 4(1), 15–19. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.4318>
- Kusumawati, E., Budiman, R. F., Setianto, R., Paramitha, T., & Jayanti, R. D. (2024). Evaluasi kinerja operasi unit koagulasi flokulasi dalam sistem instalasi pengolahan air limbah. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(4).
- Lawrence, K., Wang, M.-H. S., & Wang, W. S. (2024). Sludge drying beds design using international metric units. *Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, 6(3B). <https://doi.org/10.17613/7ydw-1j78>
- Lusiana, N., Rahadi, B., & Luthfiyana, H. (2020). Beban pencemaran BOD dan karakteristik oksigen terlarut di Sungai Brantas Kota Malang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18, 354–366. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.354-366>
- Mahmudah, L., & Utami, A. R. (2020). The effect of hydro electric power plant on the water quality of the Brantas River. *Sciences and Technology (GCSST)*. <https://doi.org/10.32698/GCS-SNIIBIP>
- Maimun, T., Lubis, R. M., & Alam, P. N. (2024). Performance analysis of coconut fiber trickle bed filter for municipal wastewater treatment. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(2).
- Martini, S., Yuliwati, D., Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan teknologi pengolahan limbah cair industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26–33.
- Nova, V., Banggai, P., Luwuk Banggai, I., Hamzah, H., Luwuk Banggai, A., & Unsong, I. F. (2024). Merancang strategi cerdas bisnis inovatif di tengah revolusi digital yang terus berkembang. *Meraja Journal*, 7(3).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestik*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021 tentang tata cara penerbitan persetujuan teknis dan surat kelayakan operasional bidang pengendalian pencemaran lingkungan*.
- Peraturan Pemerintah RI. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup*.
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi penggunaan eco enzyme pada degradasi deterjen dalam air limbah domestik. *Serambi Engineering*, VII(1).
- Purwaningrum, S. I., Syarifuddin, H., Nizori, A., & Wibowo, Y. G. (2023). Wastewater treatment plant design for batik wastewater with off-site system method in Ulu Gedong Sub-District, Jambi City. *Jurnal Presipitasi*, 20(1), 153–164.
- Rachmat, M. (2016). Pengembangan ekonomi tembakau nasional: Kebijakan negara maju dan pembelajaran bagi Indonesia. *Development of National Tobacco Economy: Developed Country Policy and Lesson Learned for Indonesia*.

- Rizki, M., Farhin, N., Ramadhani, F., & Safitri, E. (2021). Desinfektan tanaman limbah rokok. *At-Thullab: Jurnal Mahasiswa Studi Islam*, 3(2), 754–766. <https://doi.org/10.20885/tullab.vol3.iss2.art4>
- Sitogasa, P. S. A., & Alim, M. S. (2023). Kajian pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) industri rokok Kabupaten Pasuruan. *Student Scientific Creativity Journal (SSCJ)*, 1(4), 245–260.
- Valerio Soyan, R., Sofiyah, E. S., & Zahra, N. L. (2022). Perancangan instalasi pengolahan air limbah domestik pada industri pertambangan PT X. *Journal of Sustainable Infrastructure*, 1(1).
- Zhao, J., Zhang, F., Chen, S., Wang, C., Chen, J., Zhou, H., & Xue, Y. (2020). Remote sensing evaluation of total suspended solids dynamic with Markov model: A case study of inland reservoir across administrative boundary in South China. *Sensors (Switzerland)*, 20(23), 1–29. <https://doi.org/10.3390/s20236911>