

## Pengolahan pada Air Limbah Industri Rokok untuk Pemanfaatan Penyiraman RTH

Salsabila Puspita Wulandari<sup>1</sup> Rizka Novembrianto<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia<sup>1,2</sup>

Email: [rizka.tl@upnjatim.ac.id](mailto:rizka.tl@upnjatim.ac.id)<sup>2</sup>

### Abstrak

Dengan adanya kegiatan industri yang dilakukan, maka tidak akan lepas dari adanya timbulan air limbah yang dihasilkan. Air limbah dibagi menjadi dua kategori: air limbah non domestik dan air domestik yang mungkin berbahaya bagi lingkungan. Pada studi kasus ini industri yang bergerak di bidang rokok ini berupaya mengolah dan memanfaatkan air limbahnya menggunakan teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan proses biologi yang dapat meremoval BOD<sub>5</sub>; COD; TSS; Amonia; Minyak dan lemak; Fenol; Fecal coliform; Residual klorin sebesar 78%; 70%; 80%; 90%; 95%; 75%; 99%; 70%. Setelah air limbah terolah dari IPAL, sebanyak 5% akan menghasilkan *sludge*, dan sisanya sebanyak 95% air limbah akan digunakan sebagai penyiraman RTH. Adanya pemanfaatan air limbah terolah untuk penyiraman lahan terbuka hijau dapat mengefisienkan penggunaan air bersih sebesar 100% untuk penyiraman lahan terbuka hijau pada lokasi kegiatan.

**Kata Kunci:** Air Limbah, Pengolahan dan Pemanfaatan, IPAL



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

### PENDAHULUAN

Akibat didirikannya suatu industri adalah terciptanya limbah sebagai akibat dari borosnya proses produksi industri. Sampah merupakan masalah umum dalam industri (Rimantho & Athiyah, 2018). Limbah ialah hasil samping dari seluruh proses industri yang tak memiliki nilai ekonomi (Pasetia et al., 2023). Air limbah industri ialah air limbah yang dihasilkan dari berbagai proses industri, terdiri dari campuran air dan zat terlarut atau tersuspensi (Fernando, 2015). Sedangkan 50-80% sampah rumah tangga umumnya berasal dari penggunaan dapur, kamar mandi dan sisa air cucian (Ukpong & Agunwamba, 2012). Air limbah domestik secara umum dibagi menjadi dua kelompok yaitu *black water* dan *grey water* (Amri & Wesen, 2017). Limbah kota berperan penting dalam pencemaran saluran air, karena limbah cair kota masih belum diolah (Yazid & Samudro, 2012). Limbah rumah tangga dapat diolah dengan metode fisik, kimia atau biologi (Rahmi et al., 2010).

*Black water* merupakan limbah dari toilet, khususnya kotoran manusia yang berupa urin dan feses. Sedangkan air limbah dari air cucian dan dapur yang digunakan di rumah tangga, sekolah, dan perkantoran disebut limbah *grey water* (Dewi, 2019). Air limbah 99,7% adalah air dan 0,3% zat lain seperti padatan, koloid, dan zat terlarut. Bahan lainnya dibagi menjadi bahan organik dan anorganik. (Suoth & Nazir, 2016). Pengolahan air yang tercemar limbah produksi pabrik, maupun air limbah yang berasal dari kegiatan karyawan dan benda penunjang lainnya di luar proses produksi, harus dilakukan sedemikian rupa sehingga limbah yang dihasilkan tidak berbahaya dan tidak mengganggu produksi dari pabrik lingkungan dan masyarakat sekitar (Askari, 2015). Tujuan pengelolaan sampah adalah untuk mengurangi atau menstabilkan bahan pencemar agar tidak membahayakan lingkungan pada saat pembuangannya dan memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan (Retno Wulandari, 2014). Industri rokok sangat bersaing di pasar domestik dan internasional. Daya saing ditinjau dari

sudut pandang hasil produksi dan dampak mereka terhadap lingkungan. Seiring berkembangnya industri, dampak negatif terhadap lingkungan semakin banyak, termasuk pencemaran limbah. Pengolahan air limbah merupakan salah satu usaha yang dapat mengatasi dampak negatif tersebut (Zevhiana & Rosariawari, 2023).

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode analisis kualitatif dan perhitungan sederhana berdasarkan data sekunder dari industri rokok. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kombinasi dari pengumpulan data sekunder, survei lapangan, dan studi pustaka. Penelitian ini berfokus pada penggunaan air limbah kembali untuk kepentingan mengelola lingkungan. Rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih domestik dan kebutuhan air non domestik serta timbulan air limbah adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan Air Bersih Domestik  
= Q Domestik -> Jumlah orang (karyawan) x Q kebutuhan air bersih per orang  
Keterangan:  
Q kebutuhan air bersih per orang = 10 - 50 L/orang (Menteri Pekerjaan Umum, 2007)
- Kebutuhan Air Bersih Non Domestik  
= Q Non Domestik -> Jumlah peruntukan unit x Q kebutuhan per unit  
Keterangan:  
Q kebutuhan per unit (*menyesuaikan dengan fasilitas non domestik*) berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, 1996
- Jumlah Timbulan Air Limbah  
= Q Timbulan Air Limbah -> 80% x Q kebutuhan air bersih  
Keterangan:  
Presentase air limbah rata-rata sebesar 70% - 80% dari penggunaan air bersih (Pratiwi & Purwanti, 2015)

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Industri rokok menghasilkan limbah, antara lain air limbah proses manufaktur dan air limbah domestik. Industri rokok telah memiliki instalasi pengolahan air limbah produksi dan air limbah domestik. Kedua air limbah ini diolah bersama-sama dengan proses biologis melalui instalasi pengolahan limbah (IPAL).

#### **Usaha dan/atau Kegiatan yang Berpotensi Menghasilkan Air Limbah Non Domestik dan Domestik**

##### **Aktivitas Non Domestik**

Hari kerja operasional pabrik untuk proses produksi industri Rokok ini berlangsung selama 6 hari dalam seminggu, dimana dalam satu hari berlangsung selama 8 jam/hari pada hari senin – jumat dengan jam kerja operasioal dari jam 06.00 – 15.00 WIB, dan pada hari sabtu berlangsung selama 6 jam/hari dengan jam kerja dari jam 06.00 – 12.30 WIB. Waktu produksi yang berlangsung hanya terbagi dalam 1 shift, dimana air limbah pada proses kegiatan utama ini adalah pemeliharaan peralatan produksi atau pencucian wadah bekas lem (cuci kolot) dengan debit sebanyak 5 m<sup>3</sup>/hari.

##### **Aktivitas Domestik**

Selain air limbah proses produksi dari hasil cuci kolot, kegiatan industri Rokok ini juga menghasilkan air limbah domestik, dimana kegiatan didukung oleh tenaga kerja sebanyak 1.493 orang dalam 8 jam per hari, adanya pengunjung pabrik sebanyak 10 orang/hari, adanya

musholla sebagai tempat peribadatan yang diperkirakan sekitar 750 orang/hari, adanya pos jaga sebanyak 4 orang/hari, serta adanya sopir truk pengangkut sebesar 50 orang/hari. Berdasarkan hasil tersebut maka air limbah dari kegiatan domestik yakni sebesar 79,760 m<sup>3</sup>/hari.

### **Kantin**

Industri Rokok ini menyediakan kantin sebanyak tiga unit. Kantin yang disediakan pada Gedung 01 mempunyai kapasitas 18 meja/set, pada Gedung 02 mempunyai kapasitas 18 meja/set, dan pada gedung tiga mempunyai kapasitas 20 meja/set. Kantin dalam hal ini hanya menyediakan tempat untuk makan tenaga kerja dan tidak melakukan aktivitas memasak dan juga tidak untuk mencuci bekas alat makan. Air limbah yang dihasilkan dari aktivitas kantin hanya mencuci tangan yang nantinya diolah pada unit IPAL.

### **Musholla**

Industri rokok ini juga menyediakan tempat ibadah berupa satu musholla. Kapasitas musholla diperkirakan 150 orang, namun bertahap dan bergantian diasumsikan 5 kali lipat sehingga total kapasitas 750 orang. Air limbah yang dihasilkan dari musholla akan disalurkan ke IPAL untuk mengolah air limbahnya.

### **Pos Jaga**

Selain itu juga terdapat bangunan pos jaga yang digunakan petugas keamanan untuk menjaga dan mengatur pada jam operasional pabrik. Pada pos jaga terdapat air limbah yang dihasilkan dari kegiatan sanitasi petugas keamanan. Air limbah yang dihasilkan dari pos jaga akan disalurkan ke IPAL untuk mengolah air limbah domestiknya.

### **Kebutuhan Air Bersih untuk Kegiatan Domestik Industri Rokok**

Kebutuhan air minum sehari-hari pekerja kegiatan domestic dan pengunjung industri tembakau dihitung sebagai berikut :

- Debit (Q) Domestik  
= Jumlah orang x Q per orang  
= 1.497 x 50 L/orang/hari  
= 74.850 L/hari  
= 74,85 m<sup>3</sup>/hari

Adanya kantin dan musholla di lokasi kegiatan adalah contoh kegiatan domestik yang membutuhkan air bersih. Air limbah domestik dihasilkan dari penyediaan air bersih untuk kegiatan rumah tangga. Air limbah ini akan dibedakan menjadi air limbah berwarna coklat dan air limbah berwarna hitam. Untuk mengairi pohon dan jalan, air limbah yang diolah dari produksi dan aktivitas rumah tangga akan digunakan. Limbah dari kegiatan air bersih dijelaskan di sini. Informasi mengenai penggunaan air dan air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan yang mendukung industri rokok. Air limbah dihasilkan oleh proses dan/atau operasi komersial yang menggunakan air bersih yang dijelaskan. Rincian perkiraan penggunaan air dan air limbah dari kegiatan pendukung industri tembakau dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini:

**Tabel 1. Alokasi Penggunaan Air dan Timbulan Air Limbah**

No.	Uraian Kegiatan	Jumlah Orang	Kebutuhan Air Per Orang (L/Hari)	Penggunaan Air (m <sup>3</sup> /hari)	Grey Water (m <sup>3</sup> /hari)	Black Water (m <sup>3</sup> /hari)
-----	-----------------	--------------	----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

<b>Domestik</b>						
1.	Kantor	157	50	7.85	6.28	1.57
2.	Ruang Produksi	1336	50	66.8	53.44	13.36
3.	Kantin Gedung 01	18	10	0.18	0.18	-
4.	Kantin Gedung 02	18	10	0.18	0.18	-
5.	Kantin Gedung 03	20	10	0.2	0.2	-
6.	Musholla	750	5	3.75	3.75	-
7.	Pos Jaga	4	50	0.2	0.16	0.04
8.	Supir	46	10	0.46	0.368	0.092
9.	Unit Kesehatan Karyawan	4	10	0.04	0.032	0.008
10.	Pengunjung	10	10	0.1	0.08	0.02
<b>Total Domestik</b>				79.76	64.67	15.84
Limpasan dari Black Water					9.054	(9.054)
<b>Non Domestik</b>						
1.	Pencucian Wadah Bekas Lem (Cuci Kolot)		5.000	5	5	-
Total Kebutuhan Non Domestik				5	5	
<b>Total Keseluruhan</b>				<b>84.76</b>	<b>78.724</b>	<b>6.036</b>

Sumber: Data Perencanaan, 2023

### Karakteristik Air Limbah dari Industri Rokok

Air limbah domestik yakni air yang didalamnya mengandung air bekas cuci tangan, dapur, dan toilet serta mempunyai komposisi 0,1% zat padat dan 99,9 % air (Rahmi et al., 2010). TSS, BOD, COD merupakan kandungan dalam air limbah domestic dan kandungan minyak dan lemaknya cukup tinggi (Suoth & Nazir, 2016). Baku mutu air limbah domestik industri tembakau mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Karakteristik air limbah industri tembakau ditunjukkan pada **Tabel 2** di bawah ini:

**Tabel 2. Karakteristik Air Limbah pada Industri Rokok**

Parameter	Satuan	Permen LH RI No. 5 Tahun 2014	Baku Mutu Terintegrasi
pH	-	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
BOD	mg/L	60	12
COD	mg/L	120	80
TSS	mg/L	100	30
Amonia	mg/L	10	10
Minyak dan Lemak	mg/L	5	5
Fenol	mg/L	0,5	0,5
Fecal Coliform	mg/L	0	200
Residual Klorin	mg/L	0	1

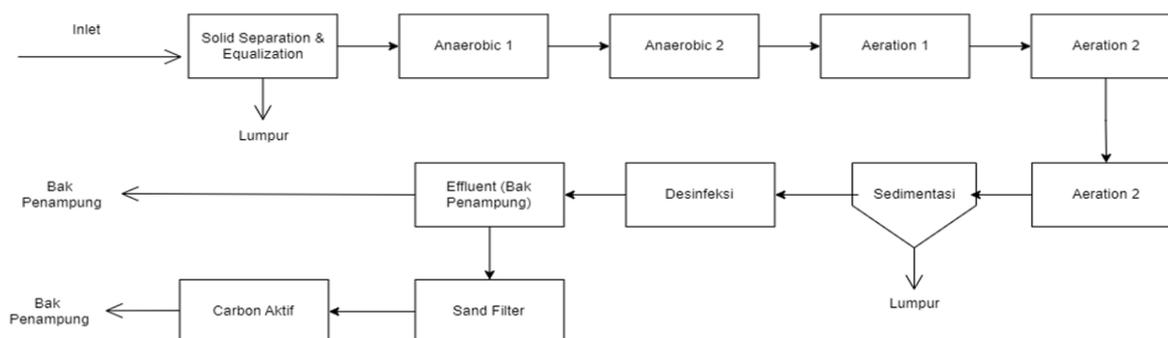
Sumber: Baku mutu terintegrasi dari Permen LH RI No.5 Tahun 2014 dan Usulan Baku Mutu Air

### Pengolahan Air Limbah dari Industri Rokok

#### Pengolahan Air Limbah

Penggunaan air bersih untuk kegiatan domestik diperkirakan sebesar 79,760 m<sup>3</sup>/hari. Kegiatan non domestik meliputi pemeliharaan peralatan produksi yakni pencucian wadah

bekas lem (cuci kolot) yang membutuhkan air sebesar 5 m<sup>3</sup>/hari. Sehingga air bersih yang dibutuhkan dalam Industri Rokok ini sebesar 84,76 m<sup>3</sup>. Air limbah dari kegiatan produksi dan air limbah domestik (grey water) dengan debit sebesar 78,742 m<sup>3</sup>/hari Industri Rokok ini akan dialirkan dan diolah pada unit IPAL dengan kapasitas 300 m<sup>3</sup>. Sumber air limbah yang berasal dari kegiatan sanitasi sebesar 79,2 m<sup>3</sup>/hari akan masuk ke Grey Water sebanyak 80% yakni sebesar 63,36 m<sup>3</sup>/hari. sedangkan sisanya 20% akan masuk ke Black Water yakni sebesar 15,84 m<sup>3</sup>/hari. Kemudian, air limbah dari kegiatan kantin gedung (0,560 m<sup>3</sup>/hari), kegiatan cuci kolot (5 m<sup>3</sup>/hari) dan limpasan 60% dari black water (9,50 m<sup>3</sup>/hari). Sedangkan untuk air limbah domestik (black water) akan disalurkan ke biofilter tank dan dilakukan pengurasan secara berkala oleh pihak ketiga berizin. Berikut adalah rangkaian sistem pengolahan air limbah dari Industri Rokok dapat dilihat pada **Gambar 1** dibawah ini:



**Gambar 1. Diagram Alir Sistem Pengolahan Air Limbah dari Industri Rokok**

Air limbah industri rokok terlebih dahulu ditampung dalam grease trap. Grease trap merupakan suatu tangki kendali yang fungsinya memisahkan minyak dan lemak dari air limbah agar mudah dikumpulkan dan dibuang. Kemudian beralih ke pemisahan padatan, yang merupakan metode pengolahan air utama untuk menghilangkan padatan tersuspensi dengan cara pengendapan. Selanjutnya, air limbah dialirkan ke ruang perataan, yang berfungsi sebagai tangki pembuangan limbah sebelum diolah, sehingga limbah tersebut mempunyai karakteristik yang homogen dan debit yang stabil. Selanjutnya air limbah yang memasuki reaktor anaerobik yang berfungsi sebagai reaktor biologis fixed-bed (media tetap) dengan satu atau lebih tangki filter yang dihubungkan secara seri. Saat air limbah mengalir melalui filter, biomassa aktif yang menempel pada permukaan bahan filter mengikat partikel dan bahan organik terurai. Penghapusan TSS dan BOD bisa mencapai 90%. Dilanjutkan dengan tahap aerasi, dimana di dalam tangki ini terjadi proses penguraian partikel partikel organik oleh mikroorganisme pengurai secara aerobik dalam tangki ini dilengkapi media cell A dan media cell B sehingga proses penguraian dan filterisasi lebih efektif. Setelah tahapan aerasi air limbah mengalir ke tangki sedimentasi dan mengendap di dasar tangki dimana tangki ini memisahkan lumpur dan air bersih menggunakan media honeycomb tipe hexagonal berbahan MRP.

Kemudian air yang terpisah dengan lumpur akan dialirkan ke dalam bak desinfeksi dengan sistem klorinasi. Lalu dialirkan dalam *sand filter* adalah suatu proses pengolahan air yang menggunakan lapisan pasir sebagai media penyaringan untuk menghilangkan partikel kekeruhan dan padatan terlarut dari air. Setelah dilakukan penyaringan menggunakan *sand filter*, dilakukan pengolahan lanjutan menggunakan *carbon filter*. *Carbon filter* menggunakan media karbon aktif untuk menyerap bahan organik dan bahan kimia di dalam air, sehingga air yang keluar dari filter karbon hanya mengandung sedikit atau bahkan tidak ada bahan kimia sama sekali. Berdasarkan hasil pengolahan tersebut diperoleh efisiensi air limbah dan pengolahan masing-masing unit sebagai berikut:

**Tabel 3. Efisiensi Removal Pengolahan Air Limbah pada Industri Rokok**

No.	Unit	pH	BOD <sub>5</sub>	COD	TSS	Amonia	Minyak dan Lemak	Fenol	Fecal Coli form	Residual Klorin
Baku Mutu		6 - 9	12	80	30	10	5	0,5	200	1
Influent		8.04	104	312	935	0.54	43.4	1.01	2400	0.28
1.	Grease Trap	-	-	-	-	-	95%	-	-	-
2.	Solid Separation dan Equalisasi	-	26%	24.5 %	75%	-	-	-	-	-
3.	Anaerobic 1	-	70%	70%	80%	-	-	-	-	-
4.	Anaerobic 2	-	78%	70%	80%	-	-	-	-	-
5.	Aerasi 1	-	-	-	-	90%	-	75%	-	-
6.	Aerasi 2	-	-	-	-	90%	-	75%	-	-
7.	Sedimentasi	-	-	-	80%	-	-	-	-	-
8.	Desinfeksi	-	-	-	-	-	-	-	99%	-
9.	Sand Filter	-	-	-	90%	-	-	-	-	70%
10.	Carbon Filter	-	-	-	-	-	-	95%	-	-
Effluent		8.04	5.1	21.2	0.18	0.00054	2.17	0.0008	24	0.084

Sumber: Baku mutu terintegrasi dari Permen LH RI No.5 Tahun 2014 dan Usulan Baku Mutu Air Limbah Domestik yang dimanfaatkan untuk aplikasi ke tanah oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Menteri Lingkungan Hidup, 2014)

Air limbah terolah dari IPAL sebanyak 5% yakni sebesar 3,94 m<sup>3</sup>/hari akan menghasilkan *sludge*, dan sisanya 95% yakni sebesar 74,79 m<sup>3</sup>/hari. Operator mengontrol dan mengawasi volume *sludge* yang dihasilkan selama pengolahan air limbah. Limbah rumah tangga dan rokok produksi tidak mengandung B3. *Sludge* yang dihasilkan pada proses penjernihan air tidaklah dalam jumlah yang banyak, mengingat lumpur tersebut merupakan tempat berkembang biaknya organisme yang berperan penting dalam proses penjernihan air. Kemudian, pihak ketiga akan bertanggung jawab atas *sludge*. Periode pengelolaan kepada pihak ketiga setiap 6 bulan sekali. Sedangkan untuk air limbah *blackwater* yang diolah pada tangki septik biofilter, pengurusan rutin dilakukan bersama dengan pihak ketiga dan air limbah ini diangkut oleh pihak ketiga yang memiliki izin pengolahan lumpur tinja.



**Gambar 2. Diagram Alir Sistem Pengelolaan Lumpur (*sludge*)**

**Ukuran Bangunan Bak pada Setiap Unit**

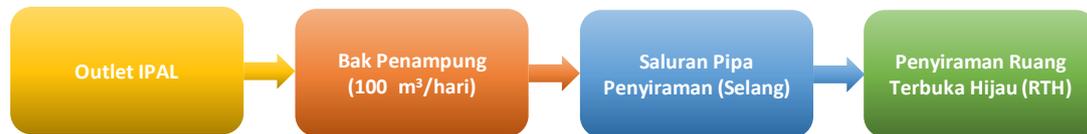
- **Solid Separation**  
 Panjang : 2 Meter  
 Lebar : 2,35 Meter  
 Tinggi : 2,5 Meter
- **Equalisasi**  
 Panjang : 8 Meter  
 Lebar : 2,35 Meter  
 Tinggi : 2,5 Meter

- **Aerobic I**  
Kedalaman: 2 Meter  
Panjang : 10 Meter  
Lebar : 2,35 Meter  
Jumlah : 2
- **Aerobic II**  
Kedalaman: 2 Meter  
Panjang : 4 Meter  
Lebar : 2,35 Meter  
Jumlah : 1
- **Aerasi I**  
Kedalaman: 2 Meter  
Lebar : 2,35 Meter
- **Aerasi II**  
Kedalaman: 2 Meter  
Lebar : 2,35 Meter
- **Sedimentasi**  
Panjang : 5 Meter  
Lebar : 2,35 Meter
- **Desinfeksi**  
Panjang : 2 Meter  
Lebar : 2,35 Meter
- **Reservoar**  
Panjang : 3 Meter  
Lebar : 2,35 Meter  
Tinggi : 2,5 Meter
- **Sand Filter**  
Diameter : 410 Mili Meter  
Tinggi : 1671 Mili Meter
- **Carbon Filter**  
Diameter : 410 Mili Meter  
Tinggi : 1671 Mili Meter
- **Bak Penampung I**  
Panjang : 10 Meter  
Lebar : 5 Meter
- **Bak Penampung II**  
Panjang : 10 Meter  
Lebar : 10 Meter

### **Pemanfaatan Air Limbah Hasil Olahan**

Beberapa unsur seperti nitrogen, fosfat, klorin dan fenol dapat ditemukan dalam air limbah industri dan domestik. Penyiraman memungkinkan tanaman memanfaatkan kandungan nutrisi ini. Tanaman membutuhkan nutrisi yang cukup agar dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan produk yang berkualitas. Hal ini disebabkan jumlah unsur hara yang tersedia di alam sangat terbatas dan berkurang akibat serapan tanaman. Air limbah hasil pengolahan IPAL akan bermanfaat untuk aplikasi ke tanah berupa penyiraman Ruang Terbuka Hijau (RTH). Sehingga, debit total air limbah dari bak penampung outlet IPAL sebesar 100 m<sup>3</sup>/hari dengan mempertimbangkan adanya akumulasi sludge sebesar 3,94 m<sup>3</sup>/hari maka

debit air limbah yang dimanfaatkan sebesar 74,79 m<sup>3</sup>/hari. Lahan yang digunakan merupakan lahan hijau terbuka dengan luas 13.449,94 m<sup>2</sup>. Suatu cara pemanfaatan limbah yang telah diolah pada lahan yang digunakan untuk mengairi Ruang Terbuka Hijau (RTH) dengan mengatur tempat penampungan limbah sebelum diairi. Limbah yang telah diolah dipompa ke dalam tangki. Kemudian selang disalurkan dari tangki, yang selanjutnya menyiram sesuai jadwal yang telah ditentukan.



**Gambar 3. Diagram Alir Proses Pemanfaatan Air Limbah untuk Penyiraman RTH**

## **KESIMPULAN**

Air limbah domestik Industri Rokok diolah menggunakan pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang menggunakan proses biologi yang secara efektif penyisihan parameter BOD<sub>5</sub>; COD; TSS; Amonia; Minyak dan lemak; Fenol; Fecal coliform; Residual klorin sebesar 78%; 70%; 80%; 90%; 95%; 75%; 99%; 70%. Dari presentase *removal* tersebut menghasilkan effluent air limbah telah memenuhi baku mutu. Air limbah terolah dari IPAL sebanyak 5% yaitu sebesar 3,94 m<sup>3</sup>/hari akan mengasilkan *sludge*, dan sisanya 95% yaitu sebesar 74,79 m<sup>3</sup>/hari yang akan digunakan untuk penyiraman RTH dengan luas area sebesar 13.449,94 m<sup>2</sup>. Adanya pemanfaatan air limbah terolah untuk penyiraman lahan terbuka hijau ini dapat mengefisiensikan penggunaan air bersih sebesar 100% untuk penyiraman lahan terbuka hijau pada lokasi kegiatan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Amri, K., & Wesen, P. (2017). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (Bioball). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55–66.
- Askari, H. (2015). Perkembangan Pengolahan Air Limbah. *Carbon (TOC)*, 200(135), 1–10. [https://www.researchgate.net/profile/Haris-Askari-2/publication/287791837\\_Perkembangan\\_Pengolahan\\_Air\\_Limbah/links/56794bc208ae6041cb49f352/Perkembangan-Pengolahan-Air-Limbah.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Haris-Askari-2/publication/287791837_Perkembangan_Pengolahan_Air_Limbah/links/56794bc208ae6041cb49f352/Perkembangan-Pengolahan-Air-Limbah.pdf)
- Dewi, N. R. (2019). Teknologi Pengolahan Lahan Basah Buatan Untuk Mengolah Grey Water Dari Rumah Tangga. *INA-Rxiv*, 7(1), 1–6.
- Fernando, M. . (2015). Penggunaan Air Limbah Industri. *Industrial Water Reuse*, December, 1–9.
- Menteri Lingkungan Hidup. (2014). KepMen LH nomor 5 / 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014*, 1815, 81. [ditjenpp.kemenkumham.go.id/arsip/bn/2014/bn1815-2014.pdf](http://ditjenpp.kemenkumham.go.id/arsip/bn/2014/bn1815-2014.pdf)
- Menteri Pekerjaan Umum. (2007). Pedoman teknis pembangunan gedung. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No : 45/PRT/M/2007*, 1, 1–14.
- Pasetia, A. T., Nurkhasanah, S. D., & Sudarminto, H. P. (2023). Proses Pengolahan Dan Analisa Air Limbah Industri Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal). *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 491–498. <https://doi.org/10.33795/distilat.v6i2.159>
- Pratiwi, R. S., & Purwanti, I. F. (2015). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 1–5.
- Rahmi, N., Puji, L. C., Kimia, J. T., Teknik, F., Diponegoro, U., Sudharto, J. P., Fax, T., Prof, P., & Purwanto, I. (2010). Aktif proses anaerob. *Pengolahan Limbah Cair Domestik*

*Menggunakan Lumpur Aktif Proses Anaerob*, 15(1), 1–9.

- Retno Wulandari, P. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus Di Perumahan Pt. Pertamina Unit Pelayanan Iii Plaju – Sumatera Selatan). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 3. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/1336>
- Rimantho, D., & Athiyah. (2018). Analisis Kapabilitas Proses Untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah Di Industri Farmasi. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 1–8. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.11.1.1-8>
- Suoth, A. E., & Nazir, E. (2016). Karakteristik air limbah rumah tangga (grey water) pada salah satu perumahan menengah ke atas yang berada di Tangerang Selatan. *Ecolab*, 10(2), 182–189.
- Ukpong, E. C., & Agunwamba, J. C. (2012). Water Reuse for Irrigation. *Water Reuse for Irrigation*, 2(8), 97–113. <https://doi.org/10.1201/9780203499405>
- Yazid, F. R., & Samudro, G. (2012). Pengaruh Variasi Konsentrasi Dan Debit Pada Pengolahan Air Artifisial (Campuran Grey Water Dan Black Water) Menggunakan Reaktor Uasb. *Jurnal Presipitasi*, 9(1), 1–1.
- Zevhiana, A. A., & Rosariawari, F. (2023). Upaya Pengolahan Dan Pemanfaatan Air Limbah Domestik Pada Industri AMDK Dan Beverages Efforts To Treatment And Utilize Domestic Wastewater In The AMDK And Beverages Industry. *CHEMVIRO: Jurnal Kimia Dan Ilmu Lingkungan*, 1(2), 36–46.