

Efektifitas Kinerja *Oxidation Ditch* Menggunakan *Chemical* Dan *Aeration* Di Instalasi Pengolahan Air Limbah PT KLK Dumai (Studi Kasus: Pengolahan Air Limbah PT KLK Dumai)

Ryza Wira Febriyanto¹, Nuryasin Abdillah², Mutia Lisya³
¹Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai
^{2,3}Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai
Jl. Utama Karya Bukit Batrem II
Email: ryzyawira@mail.com

ABSTRAK

Limbah cair yang dihasilkan oleh PT.KLK umumnya banyak mengandung virus, bakteri, obat-obatan dan senyawa kimia yang dapat membahayakan bagi kesehatan masyarakat sekitar PT.KLK tersebut. Limbah yang berasal dari PT.KLK perlu diwaspadai, karena bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses uji laboratorium tidak dapat diurai hanya dengan *aerasi* atau *activated sludge*. Metode yang digunakan untuk mengetahui kandungan *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Solid Suspended* (TSS), derajat keasaman (pH) dan *ammonia* (NH₃) pada air limbah dibagian inlet dan outlet industry PT.KLK Dumai dan untuk mengetahui efektifitas kiner *oxidation ditch* menggunakan *chemical* dan *aeration* di IPAL PT.KLK. Metode yang digunakan adalah pengujian deskriptif berbasis uji laboratorium inlet dan outlet limbah PT KLK Dumai. Parameter yang digunakan dalam menentukan kualitas limbah yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Solid Suspended* (TSS), derajat keasaman (pH) dan *ammonia* (NH₃) pada air limbah dibagian inlet dan outlet industry PT.KLK Dumai. Hasil penelitian menunjukkan nilai besaran *p value* dari inlet ke outlet industry, maka tingkat efektifitas sistem pengolahan air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT KLK Dumai untuk parameter BOD, COD dan pH sudah cukup baik, sedangkan untuk parameter TSS dan NH₃ masih tergolong rendah dan belum cukup optimal. Pengolahan air limbah di PT KLK Dumai melalui beberapa proses tahapan yaitu penampungan limbah pada *oil trap tank*, penampungan limbah pada tangki ekualisasi, *netralisasi* dan *flokulasi*, proses pemisahan flok- flok oleh air, proses penampungan endapan suspensi limbah cair dan organisme, proses pemadatan lumpur, proses penampungan proses SBR yang terdiri dari SBR A dan SBR B, proses *digester tank*, proses *discharge tank*, dan proses penyaringan menggunakan karbon aktif.

Kata kunci : Air Limbah, IPAL, *Oxidation Ditch*

ABSTRACT

Liquid waste produced by PT. KLK generally contains a lot of viruses, bacteria, drugs and chemical compounds that can be harmful to the health of the people around PT. KLK. Waste originating from the PT.KLK needs to be watched out for, because the chemicals used in the laboratory testing process of PT. KLK cannot be decomposed only by aeration or activated sludge. The method used to determine the content of Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Solid Suspended (TSS), acidity (pH) and ammonia (NH₃) in wastewater at the inlet and outlet of the industrial PT.KLK Dumai and to determine the effectiveness of kiner oxidation ditch using chemical and aeration in WWTP PT.KLK. The method used is descriptive testing based on laboratory tests of PT KLK Dumai's waste inlet and outlet. The parameters used to determine the quality of the waste are Biological Oxygen Demand (BOD),

Chemical Oxygen Demand (COD), Total Solid Suspended (TSS), acidity (pH) and ammonia (NH₃) in wastewater at the inlet and outlet of the PT.KLK industry. Dumai. The results showed that the value of the p value from the inlet to the industrial outlet, then the level of effectiveness of the wastewater treatment system at the PT KLK Dumai Wastewater Treatment Plant for the BOD, COD and pH parameters was quite good, while the TSS and NH₃ parameters were still relatively low and not yet quite optimal. Wastewater treatment at PT KLK Dumai goes through several stages of process, namely waste collection in the oil trap tank, waste storage in the equalization tank, neutralization and flocculation, the process of separating flocs by water, the process of storing suspended liquid waste and organisms, the process of sludge compaction, an advanced storage process that is useful for reducing COD levels, the SBR process consisting of SBR A and SBR B, the digester tank process, the discharge tank, and the filtering process using activated carbon.

Keywords : Wastewater, WWTP, Oxidation Ditch

Pendahuluan

Salah satu kegiatan sektor ekonomi bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat adalah kegiatan industri. Kegiatan suatu industri adalah mengolah masukan (*input*) menjadi keluaran (*ouput*). Pengamatan sumber pencemar industri dapat dilaksanakan pada masukan, proses maupun pada keluarannya dengan melihat spesifikasi dan jenis limbah yang diproduksi. Pencemaran yang ditimbulkan oleh industri diakibatkan adanya limbah yang keluar dari pabrik dan mengandung bahan beracun dan berbahaya (B-3).

PT. KLK Dumai didirikan pada 20 Juni 2011 PT KLK berlokasi di Kawasan PT Pelindo I Cabang Dumai Jalan Datuk Laksamana. Portofolio produksi KKK OLEO berkisar dari produk oleokimia dasar, seperti asam lemak, gliserin, alkohol lemak, dan ester lemak, hingga produk khusus, seperti metil ester sulfonat (MES), surfaktan, dan fitonutrien. Produk kami digunakan dalam beragam aplikasi penggunaan akhir, termasuk perawatan kesehatan rumah & pribadi, kosmetik & perlengkapan mandi, makanan, rasa & wewangian, pelumas, polimer, dan bahan kimia industri. Dengan banyaknya pengolahan yang bersifat limbah dari bahan kimia oleh karena itu PT.KLK memiliki *treatment* supaya limbah tersebut tidak menjadi bahaya apabila di buang dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Adapun tujuan dari penelitian yang di lakukan ini adalah : Mengetahui proses pengolahan air limbah industry dan *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Solid Suspended* (TSS), derajat keasaman (pH) dan ammonia (NH₃) pada air limbah dibagian *inlet* dan *outlet* industry PT.KLK Dumai. Mengetahui efektifitas kinerja *oxidation ditch* menggunakan *chemical* dan *aeration* dalam instalasi pengolahan air limbah PT.KLK Dumai

Rujukan penelitian yaitu penelitian dari Evani Sasiang, dkk mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado pada tahun 2019 dengan judul Studi Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Berdasarkan Parameter *Biological Oxygen Demand*, *Chemical Oxygen Demand* dan Derajat Keasaman di Rumah Sakit Umum GMIM Pancaran Kasih Manado. Pada penelitian ini peneliti mensurvey deskriptif berbasis uji laboratorium. Parameter yang digunakan dalam menentukan kualitas limbah cair yaitu parameter fisik, kimia dan mikrobiologi. Parameter berupa *Total Solid* (TS), *Total Solid Suspended* (TSS), warna, kekeruhan dan bau. Parameter kimia berupa *Oxygen Demand* (OD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen Demand* dan derajat keasaman (pH) sedangkan parameter biologi yang diperiksa adalah *Coliform*. Tujuan dalam penelitian ini ialah mengetahui efektivitas

instalasi pengolahan air limbah berdasarkan parameter BOD, COD dan pH di RSU GMIM Pancaran Kasih Manado. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas IPAL terhadap BOD yaitu sangat efektif, COD efektif dan pada pH tidak efektif. Kandungan BOD, COD dan pH tidak melewati baku mutu yang ditetapkan untuk limbah Rumah Sakit.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini peneliti melakukan penelitian berbasis uji laboratorium *inlet* dan *outlet* limbah PT KLK Dumai. Parameter yang digunakan dalam menentukan kualitas limbah yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Solid Suspended* (TSS), derajat keasaman (pH) dan ammonia (NH₃) pada air limbah dibagian *inlet* dan *outlet* industry PT.KLK Dumai.

Penelitian ini dilakukan di industry PT. KLK Dumai yang terletak dikawasan industry Kota Dumai Provinsi Riau. Lebih tepatnya penelitian ini dilakukan dibagian Pengolahan Limbah Cair (*Wastewater Treatment Plant / WWTP*) PT. KLK Dumai yang dilaksanakan pada bulan Januari 2022. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kandungan BOD, COD, TSS, pH dan NH₃ pada air limbah dibagian *inlet* dan *outlet* industry PT.KLK Dumai pada dua titik yaitu *inlet* dan *outlet*. Penelitian ini menggunakan metode pengambilan sampel air limbah yang digunakan ialah metode *grab sample*. Berdasarkan SNI 6869.59:2008, *grab sample* merupakan metode pengambilan air limbah yang dilakukan sesaat pada satu lokasi tertentu

Pengambilan sampel air limbah dilakukan sesaat pada satu titik lokasi tertentu (*grab sample*) yang dilaksanakan tiga kali pada hari yang sama dengan waktu pengambilan dilakukan mulai pada jam 11.00 WIB, jam 16.00 WIB dan jam 22.00 WIB. Air limbah yang mengalir dari saluran pembuangan menuju bak penampungan air limbah atau pada *inlet* diambil pada satu titik sebanyak tiga kali. Selanjutnya pengambilan sampel air limbah pada *outlet* air limbah yang mengalir juga diambil pada satu titik sebanyak tiga kali.

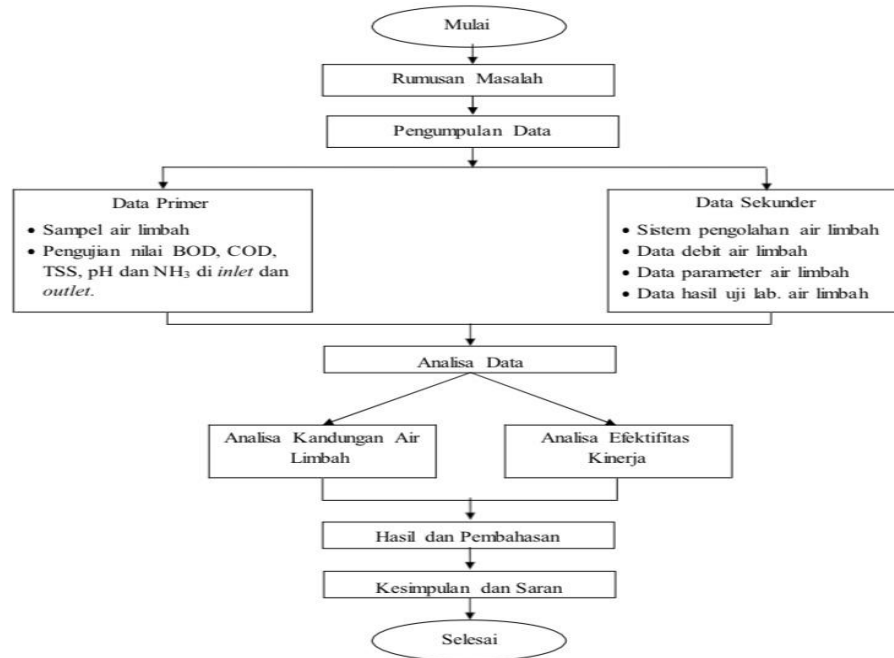
Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sumber data primer dan sumber data sekunder. Data primer pada penelitian ini adalah melalui observasi dan wawancara langsung terhadap kepala bagian pengolahan air limbah PT.KLK Dumai. Data yang digali mengenai hasil uji laboratorium air limbah industry, volume air limbah industry, debit air limbah industry, kebutuhan air bersih industry, dan pengolahan air limbah industry. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui studi kepustakaan dalam buku, laporan, jurnal, dan data lain yang berhubungan dengan industry serta parameter air limbah industry

Pengambilan sampel air limbah dilakukan oleh laboran Laboratorium Lingkungan Hidup dan Kalibrasi PT. GreenLab Indonesia pada satu waktu yaitu pada pukul 11.00 WIB sebanyak tiga kali selama tiga hari. Diestimasikan pada jam tersebut air limbah industry telah homogen, sehingga sampel yang diambil sudah mewakili populasi dari limbah cair industry PT.KLK Dumai. Pengujian sampel dengan parameter kandungan BOD, COD, TSS, pH dan NH₃ diuji di Laboratorium PT. GreenLab Indonesia.

Data terkait hasil parameter uji dianalisis menggunakan *paired sample t test* untuk mengetahui penurunan signifikan dari *inlet* dan *outlet* industry. Nilai *p value* masing-masing parameter uji dibandingkan dengan 0,5. Jika *p value* < 0,05 penurunan parameter uji signifikan. Sehingga analisa data yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai pengolahan air limbah industry kandungan BOD, COD, TSS, pH dan NH₃ di *inlet* dan *outlet* indusutri PT.KLK Dumai.

Diagram Alir Penelitian

Penjelasan dari tahapan penelitian tersebut ditampilkan dalam bentuk diagram alir seperti pada gambar berikut



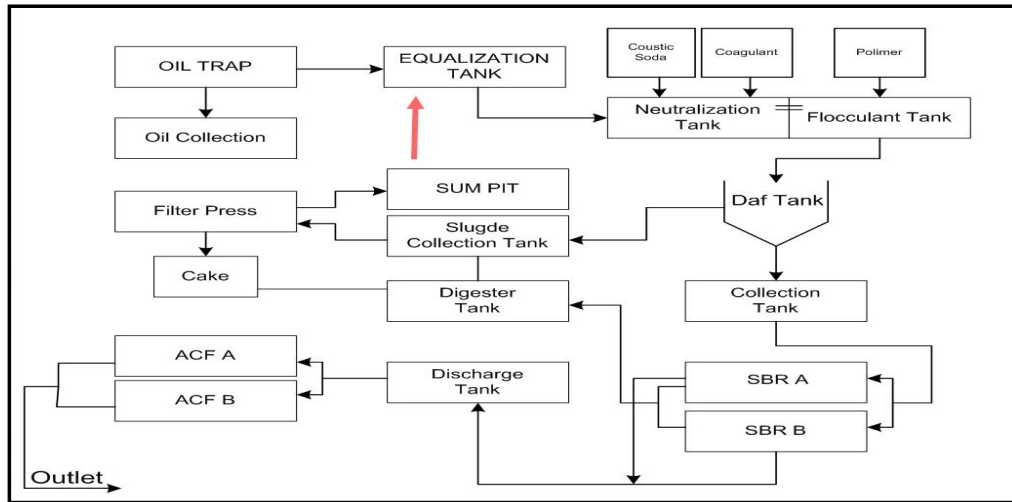
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Gambaran Umum

PT. KLIK Dumai memiliki Instalansi Pengolahan Limbah Cair (*Wastewater Treatment Plant / WWTP*) yang bertujuan untuk mengurangi kandungan bahan pencemar di dalam air limbah terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam serta memerhatikan estetika dan lingkungan.

Penanganan air limbah yang dilakukan PT KLIK Dumai menjadi salah satu upaya untuk mengelola lingkungan di sekitar industry. Limbah cair industry dikelola mulai dari sumber air limbah yang dihasilkan. Alur pengoperasian *wastewater treatment plant* pada PT KLIK Dumai terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 2 Alur Proses WWTP PT KLK Dumai

Parameter temperature, pH, COD, BOD, TSS , minyak dan lemak yang harus diperhatikan pada inlet seperti tabel 1.

Tabel 1 Parameter temperature, pH, COD, BOD, TSS , minyak dan lemak pada *inlet*

SAMPLE	PARAMETER	STANDARD	UNIT
<i>Influent</i>	Temperature	< 40°C	°C
	pH	4-9	
	COD	< 7000	mg/L
	BOD	< 6300	mg/L
	TSS	< 500	mg/L
	Minyak & Lemak	< 500	mg/L

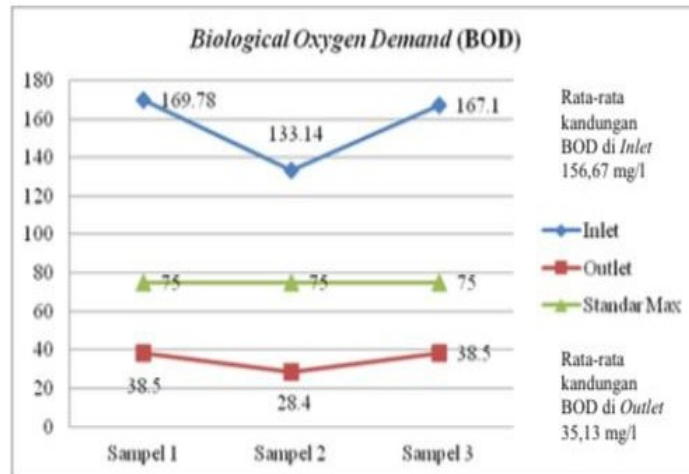
Hasil Kandungan Air Limbah BOD

Biological Oxygen Demand (BOD) ialah jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan zat organik, sedangkan pengertian lain menyebutkan BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan yang terdapat pada air (Rahayu,2007).

Hasil kandungan BOD dari pengambilan sampel kesatu, kedua dan ketiga di *inlet* dan *outlate* IPAL PT. KLK Dumai disajikan pada tabel.3 dan gambar 3.

Tabel.3 Hasil Kandungan BOD di *Inlet* dan *Outlate* WWTP PT KLK Dumai

BOD (mg/L)	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
<i>Inlet</i>	169,78	133,14	167,1
<i>Outlate</i>	38,5	28,4	38,5



Gambar 3 Grafik kandungan BOD

Dari gambar 3 diketahui bahwa kandungan BOD pada jam pertama pengambilan diperoleh hasil 169,78 mg/l. Untuk jam kedua pengambilan diperoleh hasil 133,14 mg/l, sedangkan untuk jam ketiga pengambilan diperoleh hasil 167,1 mg/l kandungan BOD pada *inlet* industry. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan hasil rata-rata kandungan BOD pada *inlet* perhari sebanyak 156,67 mg/l, dan kandungan BOD tertinggi terdapat pada pengambilan sampel dijam pertama yaitu sebesar 69,7 mg/l.

Pengambilan sampel di *outlet* IPAL pada jam pertama diperoleh hasil kandungan BOD sebesar 38,5 mg/l. Pengambilan jam kedua diketahui hasil kandungan BOD sebesar 28,4 mg/l, dan pengambilan pada jam ketiga diketahui hasil kandungan BOD sebesar 38,5 mg/l. Hasil pengukuran tersebut diketahui rata-rata kandungan BOD pada *outlet* perhari sebanyak 35,13 mg/l, dan kandugan tertinggi terdapat pada waktu pengambilan di jam pertama dan ketiga yaitu sebesar 38,5 mg/l.

Kandungan rata-rata BOD pada *inlet* sebesar 156,74 mg/l menunjukkan angka yang berada diatas baku mutu air limbah berdasarkan SNI 6989.72 tahun 2009. Mempersyaratkan baku mutu BOD pada air limbah sebesar 75 mg/l. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut menyatakan air limbah harus mendapatkan perlakuan untuk diolah terlebih dahulu supaya tidak mencemari lingkungan

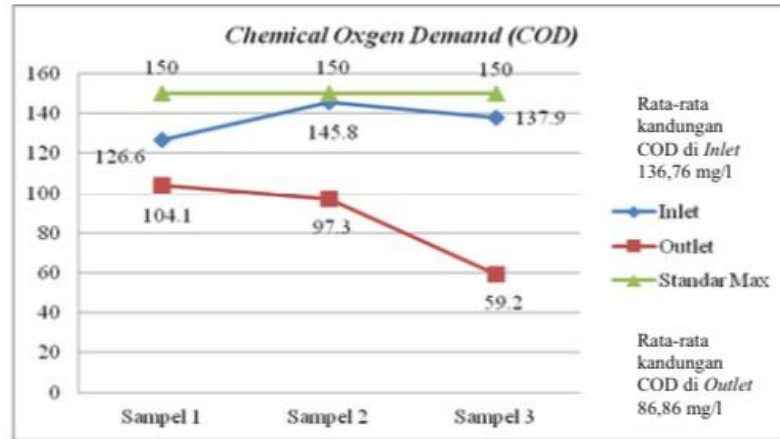
Hasil Kandungan Air Limbah COD

Angka *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik secara alamiah tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi sehingga menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Sastrawijaya,2000).

Hasil kandungan dan penurunan COD dari pengambilan sampel pada jam pertama, kedua dan ketiga di *inlet* dan *outlet* disajikan dalam tabel 4 dan gambar 4 berikut ini :

Tabel.4 Hasil Kandungan COD di *Inlet* dan *Outlate* WWTP PT KLK Dumai

COD (mg/L)	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
<i>Inlet</i>	126,6	145,8	137,9
<i>Outlate</i>	104,1	97,3	59,2



Gambar 4 Grafik Kandungan COD

Dari gambar 4 diketahui bahwa kandungan COD pada jam pertama pengambilan diperoleh hasil 126,6 mg/l. Untuk jam kedua pengambilan diperoleh hasil 145,8 mg/l, sedangkan untuk jam ketiga pengambilan diperoleh hasil 137,9 mg/l kandungan COD pada *inlet* industry. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan hasil rata-rata kandungan COD pada *inlet* perhari sebanyak 136,76 mg/l, dan kandungan COD tertinggi terdapat pada pengambilan sampel dijam kedua yaitu sebesar 137,9 mg/l.

Pengambilan sampel di *outlet* IPAL pada jam pertama diperoleh hasil kandungan COD sebesar 104,1 mg/l. Pengambilan jam kedua diketahui hasil kandungan COD sebesar 97,3 mg/l, dan pengambilan pada jam ketiga diketahui hasil kandungan COD sebesar 59,2 mg/l. Hasil pengukuran tersebut diketahui rata-rata kandungan COD pada *outlet* perhari sebanyak 86,86 mg/l, dan kandugan tertinggi terdapat pada waktu pengambilan di jam pertama yaitu sebesar 104,1 mg/l.

Nilai kandungan rata-rata COD pada *inlet* sebesar 136.7 mg/l yang menunjukkan berada dibawah batas baku mutu air limbah berdasarkan SNI 6989.2 tahun 2009 persyaratan baku mutu COD pada air limbah industry sebesar 150 mg/l. Diketahui hasil rata-rata kandungan COD pada *outlet* sebesar 86.86 mg/l menunjukkan angka yang berada dibawah baku mutu air limbah berdasarkan SNI 6989.2 tahun 2009.

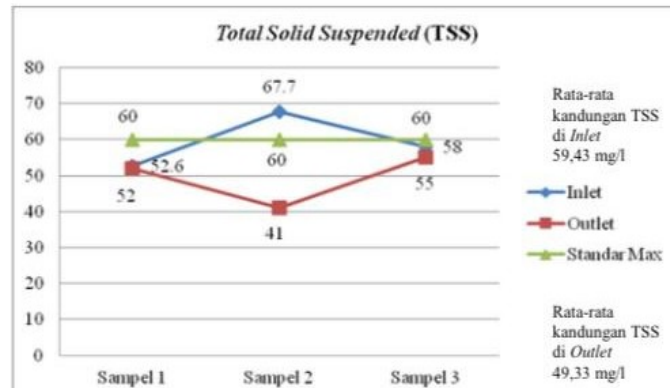
Hasil Kandungan Air Limbah TSS

Total Solid Suspended (TSS) ialah jumlah total padatan tersuspensi pada air limbah yang telah disaring dengan kertas milipore berpori-pori 0,45 µm.

Hasil kandungan dan penurunan TSS dari pengambilan sampel jam pertama, kedua dan ketiga di *inlet* dan *outlet* disajikan dalam tabel 5 dan gambar 5 berikut ini :

Tabel.5 Hasil Kandungan TSS di *Inlet* dan *Outlate* WWTP PT KLK Dumai

TSS (mg/L)	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
<i>Inlet</i>	52,6	67,7	58
<i>Outlate</i>	52	41	55



Gambar 5 Grafik Kandungan TSS

Dari gambar 5 diketahui bahwa kandungan TSS pada jam pertama pengambilan diperoleh hasil 52,6 mg/l. Untuk jam kedua pengambilan diperoleh hasil 67,7 mg/l, sedangkan untuk jam ketiga pengambilan diperoleh hasil 58 mg/l kandungan TSS pada *inlet* industry. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan hasil rata-rata kandungan TSS pada *inlet* perhari sebanyak 59,43 mg/l, dan kandungan TSS tertinggi terdapat pada pengambilan sampel dijam kedua yaitu sebesar 67,7 mg/l.

Pengambilan sampel di *outlet* IPAL pada jam pertama diperoleh hasil kandungan TSS sebesar 52 mg/l. Pengambilan jam kedua diketahui hasil kandungan TSS sebesar 41 mg/l, dan pengambilan pada jam ketiga diketahui hasil kandungan TSS sebesar 55 mg/l. Hasil pengukuran tersebut diketahui rata-rata kandungan TSS pada *outlet* perhari sebanyak 49,33 mg/l, dan kandugan tertinggi terdapat pada waktu pengambilan di jam ketiga yaitu sebesar 55 mg/l.

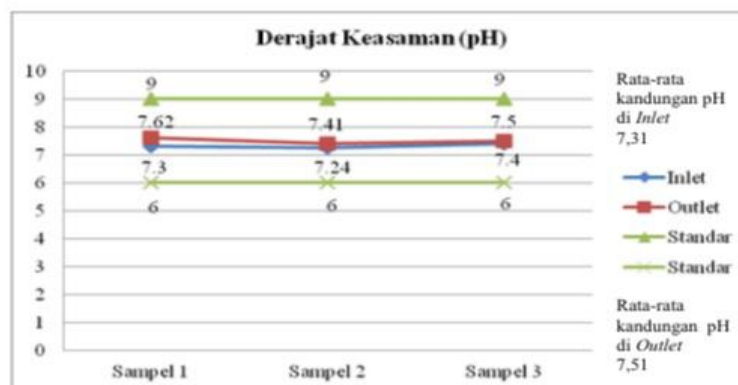
Dan rata-rata kandungan TSS pada *outlet* menunjukkan hasil sebesar 49,33 mg/l yang menunjukkan hasil dibawah baku mutu TSS untuk air limbah industry berdasarkan baku mutu menurut SNI-06-6989.3 tahun 2004

Hasil Kandungan Air Limbah Ph

Perubahan nilai pH akan sangat membahayakan kelangsungan hidup biota perairan jika air limbah tidak diolah terlebih dahulu.

Tabel.6 Hasil Kandungan pH di *Inlet* dan *Outlate* WWTP PT KLK Dumai

pH	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
<i>Inlet</i>	7,3	7,24	7,4
<i>Outlate</i>	7,62	7,41	7,5



Gambar 6 Grafik Kandungan Ph

Gambar 6 merupakan gambar nilai pH yang menunjukkan derajat keasaman pada air. Nilai pH di *inlet* antara 7,24 sampai 7,4 dengan hasil pH tertinggi diketahui terdapat pada pengambilan sampel dijam ketiga. Rata-rata pH di *inlet* menunjukkan pada angka 7,31.

Pengambilan sampel di *outlet* pada jam pertama diketahui nilai pH menunjukkan angka pH 7,62, pada jam kedua menunjukkan angka pH 7,41, dan pada jam ketiga menunjukkan angka pH 7,50. Dan pengambilan pH pada jam pertama menunjukkan pH tertinggi yaitu 7,62. Rata-rata pH di *outlet* menunjukkan angka pH 7,51.

Dan rata-rata kandungan pH pada *outlet* menunjukkan hasil sebesar 7,51 yang menunjukkan hasil dibawah baku mutu pH untuk air limbah industry berdasarkan baku mutu menurut SNI-06-6989.11 tahun 2004

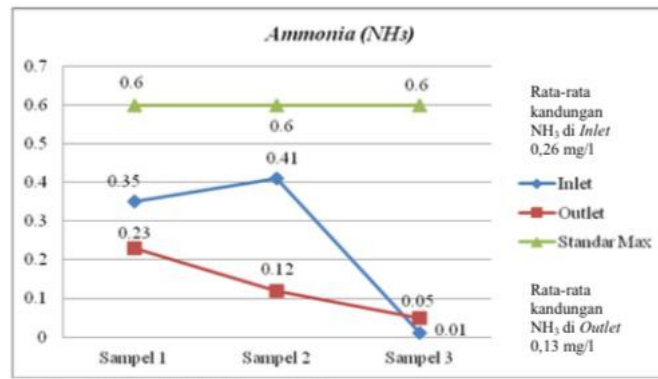
Hasil Kandungan Air Limbah NH₃

Ammonia merupakan zat berupa gas yang terlarut dalam air. Kandungan ammonia merupakan ion yang terdapat di perairan dalam jumlah sedikit (minor ion) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air (Effendi,2003).

Hasil kandungan dan penurunan NH₃ dari pengambilan sampel dijam pertama, jam kedua dan jam ketiga di *inlet* dan *outlet*

Tabel.7 Hasil Kandungan NH₃ di *Inlet* dan *Outlate* WWTP PT KLK Dumai

NH ₃ (mg/L)	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
<i>Inlet</i>	0,35	0,41	0,01
<i>Outlate</i>	0,23	0,12	0,05



Gambar 7 Grafik Kandungan NH₃

Dari gambar 7 diketahui bahwa kandungan NH₃ pada jam pertama pengambilan diperoleh hasil 0,35 mg/l. Untuk jam kedua pengambilan diperoleh hasil 0,41 mg/l, sedangkan untuk jam ketiga pengambilan diperoleh hasil 0,01 mg/l kandungan NH₃ pada *inlet* industry. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan hasil rata-rata kandungan NH₃ pada *inlet* perhari sebanyak 0,26 mg/l ,dan kandungan NH₃ tertinggi terdapat pada pengambilan sampel dijam kedua yaitu sebesar 0,41 mg/l.

Pengambilan sampel di *outlet* IPAL pada jam pertama diperoleh hasil kandungan NH₃ sebesar 0,23 mg/l. Pengambilan jam kedua diketahui hasil kandungan NH₃ sebesar 0,12 mg/l, dan pengambilan pada jam ketiga diketahui hasil kandungan NH₃ sebesar 0,05 mg/l. Hasil pengukuran tersebut diketahui rata-rata

kandungan NH₃ pada *outlet* perhari sebanyak 0,13 mg/l, dan kandugan tertinggi terdapat pada waktu pengambilan di jam pertama yaitu sebesar 0,23 mg/l.

Dan rata-rata kandungan NH₃ pada *outlet* menunjukkan hasil sebesar 0,13 mg/l yang menunjukkan hasil dibawah baku mutu NH₃ untuk air limbah industry berdasarkan baku mutu menurut SNI-06-6989.30 tahun 2005.

Hasil Analisis Uji *Paired Sample T Test* Air Limbah

Setelah melalui pengujian kandungan parameter pada *inlet* dan *outlet* masing-masing, maka digunakan uji *statistic parametric* yaitu *Paired Sample T Test* karena berasal dari dua variabel yang saling berhubungan

Berikut adalah hasil yang diperoleh dari perhitungan uji *Paired Sample T Test* sebagai berikut :

1. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

	<i>inlet</i>	<i>outlet</i>
Total	784,32	186,8
Rata-rata	149,664	37,36

Maka :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

$$t = \frac{149,664 - 37,6}{\sqrt{\frac{15,58^2}{5} + \frac{4,66^2}{5} - 2(0,479)\left(\frac{15,58}{\sqrt{5}}\right)\left(\frac{4,66}{\sqrt{5}}\right)}} = \frac{112,064}{6,24}$$

$$t = 17,958$$

dimana, db= 4 , a= 0,05 dan *t*_{tabel} = 2,1318

Dari hasil analisis perhitungan Uji paired sample T test didapat hasil untuk kandungan BOD t hitung = 17,958 dan t tabel = 2,1318, jadi t-hitung > t-tabel, maka Ho ditolak dan HA diterima, berarti ada pengaruh yang signifikan antara masing-masing variabel independen dan variabel dependen.

2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

	<i>inlet</i>	<i>outlet</i>
Total	670,3	370,6
Rata-rata	134,06	74,12

Maka :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

$$t = \frac{134,06 - 74,12}{\sqrt{\frac{9,39^2}{5} + \frac{22,08^2}{5} - 2(0,479)\left(\frac{9,39}{\sqrt{5}}\right)\left(\frac{22,08}{\sqrt{5}}\right)}} = \frac{59,94}{8,67}$$

$$t = 6,91$$

dimana, $db= 4$, $\alpha= 0,05$ dan $t_{tabel} = 2,1318$

Dari hasil analisis perhitungan Uji paired sample T test didapat hasil untuk kandungan BOD t hitung = 6,91 dan t tabel = 2,1318, jadi t-hitung > t-tabel, maka H_0 ditolak dan H_A diterima, berarti ada pengaruh yang signifikan antara masing-masing variabel independen dan variabel dependen.

3. *Total Solid Suspended* (TSS)

	<i>inlet</i>	<i>Outlet</i>
Total	178,27	148
Rata-rata	59,42	49,3

Maka :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right) \left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

$$t = \frac{59,42 - 49,3}{\sqrt{\frac{6,24^2}{5} + \frac{6,012^2}{5} - 2(0,479) \left(\frac{6,24}{\sqrt{5}}\right) \left(\frac{6,01}{\sqrt{5}}\right)}} = \frac{10,12}{3,61}$$

$$t = 2,80$$

dimana, $db= 2$, $\alpha= 0,05$ dan $t_{tabel} = 2,91$

Dari hasil analisis perhitungan Uji paired sample T test didapat hasil untuk kandungan BOD t hitung = 2,80 dan t tabel = 2,91, jadi t-hitung < t-tabel, maka H_0 diterima dan H_A ditolak, berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara masing-masing variabel independen dan variabel dependen.

4. Derajat Keasaman (pH)

	<i>inlet</i>	<i>outlet</i>
Total	21,94	22,53
Rata-rata	7,31	7,51

Maka :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right) \left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

$$t = \frac{7,31 - 7,51}{\sqrt{\frac{0,176^2}{5} + \frac{0,086^2}{5} - 2(0,479) \left(\frac{0,176}{\sqrt{5}}\right) \left(\frac{0,086}{\sqrt{5}}\right)}} = \frac{-0,2}{0,085}$$

$$t = -2,35$$

dimana, $db= 2$, $\alpha= 0,05$ dan $t_{tabel} = 2,91$

Dari hasil analisis perhitungan Uji paired sample T test didapat hasil untuk kandungan BOD t hitung = -2,35 dan t tabel = 2,91, jadi t-hitung

< t-tabel, maka Ho diterima dan HA ditolak, berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara masing-masing variabel independen dan variabel dependen.

5. Amonia (NH₃)

	<i>inlet</i>	<i>outlet</i>
Total	0,77	0,4
Rata-rata	0,256	7,51

Maka :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right) \left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

$$t = \frac{0,256 - 0,133}{\sqrt{\frac{0,181^2}{5} + \frac{0,728^2}{5} - 2(0,479) \left(\frac{0,181}{\sqrt{5}}\right) \left(\frac{0,728}{\sqrt{5}}\right)}} = \frac{0,123}{0,511}$$

$t = 0,240$

dimana, db= 2 , $\alpha= 0,05$ dan $t_{tabel} = 2,91$

Dari hasil analisis perhitungan Uji paired sample T test didapat hasil untuk kandungan BOD t hitung = 0,240 dan t tabel = 2,91, jadi t-hitung < t-tabel, maka Ho diterima dan HA ditolak, berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara masing-masing variabel independen dan variabel dependen.

Hasil Analisis Efektifitas Sistem Pengolahan Air Limbah

Kandungan parameter di uji selama tiga hari di hitung secara merata di *inlet* dan *outlet* masing-masing. Pengukuran penurunan kandungan parameter uji dari *inlet* ke *outlet* juga dilakukan untuk mengetahui penurunan angka yang signifikan pada masing-masing parameter uji. Angka kandungan parameter uji di *inlet* dan *outlet* diuji menggunakan *paired sample t test* sehingga diketahui *p value* yang dibandingkan dengan 0,05. Jika *p value* < 0,05 maka penurunan parameter uji signifikan. Sedangkan jika *p value* > 0,05 maka penurunan parameter uji tidak signifikan. Berikut hasil pengukuran penurunan signifikan kandungan masing-masing parameter uji di *inlet* dan *outlet* disajikan pada tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8 Penurunan Signifikan Kandungan Parameter Uji

No	Parameter Uji Waktu Pengambilan Sampel	<i>Inlet</i> (mg/l)	<i>Outlet</i> (mg/l)	<i>p value</i>
1	BOD			0,000056
	Jam ke-1	169,78	38,5	
	Jam ke-2	133,14	28,4	
	Jam ke-3	167,1	38,5	
	Jam ke-4	136,8	41,8	
	Jam ke-5	141,5	39,6	

	COD			
2	Jam ke-1	126,6	104,1	0,002300
	Jam ke-2	145,8	97,3	
	Jam ke-3	137,9	59,2	
	Jam ke-4	140	50	
	Jam ke-5	120	60	
	TSS			
3	Jam ke-1	52,6	52	0,107392
	Jam ke-2	67,7	41	
	Jam ke-3	58	55	
	pH			
4	Jam ke-1	7,3	7,62	-0,143185
	Jam ke-2	7,24	7,41	
	Jam ke-3	7,4	7,5	
	NH ₃			
5	Jam ke-1	0,35	0,23	0,832686
	Jam ke-2	0,41	0,12	
	Jam ke-3	0,01	0,05	

Berdasarkan tabel 8 diketahui parameter BOD, COD dan pH memiliki *p value* < 0,05 , maka parameter tersebut mengalami penurunan angka yang signifikan dari *inlet* ke *outlet* industry. Sedangkan parameter TSS dan NH₃ memiliki *p value* > 0,05 maka tidak terjadi penurunan yang signifikan dari *inlet* ke *outlet* industry. Pengukuran dengan metode *paired sample T test* dimaksud untuk mengetahui angka penurunan signifikan dari masing-masing parameter uji.

Berdasarkan nilai besaran *p value* dari *inlet* ke *outlet* industry, maka tingkat efektifitas sistem pengolahan air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT KLK Dumai untuk parameter BOD dan pH sudah cukup baik, sedangkan untuk parameter COD, TSS, dan NH₃ masih tergolong rendah dan belum cukup optimal.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terkait kandungan BOD, COD, TSS, pH dan NH₃ pada air limbah *inlet* dan *outlet* industri PT KLK Dumai tersebut, maka dapat disimpulkan Pengolahan air limbah di PT KLK Dumai melalui beberapa proses tahapan yaitu penampungan limbah pada *oil trap tank*, penampungan limbah pada tangki ekualisasi, netralisasi dan flokulasi, proses pemisahan flok-flok oleh air, proses penampungan endapan suspensi limbah cair dan organisme, proses pemadatan lumpur, proses penampungan lanjutan yang berguna mengurangi kadar COD, proses SBR yang terdiri dari SBR A dan SBR B, proses *digester tank*, proses *discharge tank*, dan proses penyaringan menggunakan karbon aktif dan tingkat efektifitas sistem pengolahan air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT KLK Dumai untuk parameter BOD dan pH sudah cukup baik, sedangkan untuk parameter COD, TSS, dan NH₃ masih tergolong rendah dan belum cukup optimal Adapun saran yang dapat diberikan terkait analisis dan pembahasan terkait kandungan BOD, COD, TSS, pH dan NH₃ pada air limbah *inlet* dan *outlet* industri PT KLK Dumai tersebut diharapkan dapat menjadi masukan yang baik dan dapat bermanfaat kedepannya adalah Perlu pemeliharaan sistem pengolahan air limbah dengan penanganan yang lebih intensif dan perbaikan sistem manajemen agar dapat melakukan pemantauan kinerja IPAL setiap harinya supaya kinerja IPAL tetap terjamin untuk menurunkan zat pencemar dalam air limbah industry serta perlu dilakukan penelitian dengan parameter kualitas air

yang lebih banyak dan waktu pengambilan sampel yang lebih representative untuk mengetahui tingkat efektifitas sistem pengolahan air limbah pada IPAL PT KLIK Dumai secara lebih menyeluruh.

Daftar Pustaka

- Alaerts, G., dan Santika, S.S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Arsawan, Made, I Budiarsa Suyasa, and Wayan Suarna. 2012. "Pemanfaatan Metode Aerasi Dalam Pengolahan Limbah Berminyak." *Ecotrophic: Journal of Environmental Science* 2(2): 1–9.
- Astuti, Widi, and Yustika Kusumawardani. 2018. "Penentuan Zona Prioritas Pengelolaan Air Limbah Domestik Dengan Metode Skoring Pembobotan Di Kecamatan Mamasa." *Neo Teknika* 3(1): 40–52.
- Atima, Wa. 2013. "Jurnal Biology Science & Education." *Jurnal Biology Science and Education* 2(2): 159–69.
- Badan Standar Nasional. (2005). SNI 06-6989-30-2005 tentang Cara Uji Kadar Ammonia dengan Spektrofotometer Secara Fenat
- Badan Standar Nasional. (2008). SNI 6989-59-2008 tentang Pengambilan Sampel Air Limbah.
- Badan Standar Nasional. (2009). SNI 6989-72-2009 tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*).
- Badan Standar Nasional. (2009). SNI 6989-73-2009 tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan Refluks Tertutup Secara Titrimetri.
- Bambang Kesowo. 2001. *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. Indonesia.
- Eddy, Metcalf; 2014. *Chemical engineering Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Book)*. Singapore: Mc. Graw Hill.
- FILLIAZATI, MEGA. 2013. "Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang." *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 1(1): 1–10.
- Fitri, Imaning Tyas, Ganjar Samudro, and Sri Sumiyati. 1996. "Studi Penurunan Parameter Tss Dan Turbidity Dalam Air Limbah Domestik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertical Roughing." *Teknik Lingkungan*: 1–7.
- Hastutiningrum, Siti., dkk. 2021. "Vol . 14 No . 1 Agustus 2021 ISSN: 1979-8415 Sistem Jaringan Perpipaan Air Limbah Industri Kerupuk Kulit Secara Komunal (Studi Kasus pada Sentra Industri Kerupuk Kulit Dusun Cegokan , Desa Wonolelo ,Kecamatan Pleret , Vol . 14 No . 1 Agustus 2021 ISSN." 14(1): 41–52.
- Indrayani, Ervina, Kamiso Handoyo Nitimulyo, Suwarno Hadisusanto, and Rustadi. 2015. "Analisis Kandungan Nitrogen, Fosfor, Dan Karbon Organik Di Danau Sentani-Papua." *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 22(2): 217–25.
- Maharani, Valencia Safir. 2017. "Studi Literatur: Pengolahan Minyak Dan Lemak Limbah Industri."
- Mahida. 1984. *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: CV. Rajawali.
- Maufilda, Dila. 2015. 3 Efektifitas Penyuluhan Gizi pada Kelompok 1000 HPK dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Kesadaran Gizi "Kandungan BOD, COD, TSS, PH, dan Minyak atau Lemak pada air limbah di inlet dan outlet Industri Cold Storage Udang (Studi DI PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbundo)."

- Murdiana, Aristya Wahyu. 2017. "Pengaruh Rancangan Recycle Unit Pada Outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Terhadap." : 1–11.
- Pradana, Ardi, Bayyinah Nurul Haq, and Oki Kurniawan. 2019. "Pemanfaatan Limbah Tempat Telur Untuk Furnitur." *Jurnal IKRA-ITH Teknologi* 3(3): 14–22.
- Rahman, Ervin Abd., and Tety Thalib. 2020. "Efektivitas Pemanfaatan Program Bantuan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal (Ipal Komunal) Di Desa Molingkapoto Selatan Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara." *Publik: Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia, Administrasi dan Pelayanan Publik* 5(2): 122–28.
- Ridwan. 2006. *Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Rinawati, D Hidayat, R Suprianto, and P Dewi. 2016. "Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung." *Analytical and Environmental Chemistry* 1(01): 36–45. http://repository.lppm.unila.ac.id/2831/1/Volume_1_Hal_36-45-Rina.pdf.
- Sari, DR. 2015. "Evaluasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Extended Aeration Di Rumah Sakit 'X' Semarang." <http://lib.unnes.ac.id/23498/>.
- Sasiang, Evani et al. 2019. "Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Berdasarkan Parameter Biological Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand Dan Derajat Keasaman Di Rumah Sakit Umumgim Pancaran KasihManado." *Kesmas* 8(6): 608–15.
- Sebayang, Randa Septian. 2017. "Analisa Kesadahan Dan Alkalinitas Air Serta Kandungan Besi (Fe) Dan Nitrat (NO₃) Dalam Air Reservoir Di PDAM Tirtauli Pematangsiantar Dengan Menggunakan Tintometer Lovibond."
- Setia, Sugiono. 2008. Bandung: Alfabeta *Memahami Penelitian Kualitatif*. PT. Rineka Cipta.
- SNI. (2004). Air dan Limbah-Bagian11: *Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter*. SNI 06-6989.11-2004. ICS.13.060.50. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 06-6989.3-2004 Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*, TSS) secara gravimetric
- Wirawan, Mahendra. 2019. "Kajian Kualitatif Pengelolaan Air Limbah Domestik Di DKI Jakarta." *Jurnal Riset Jakarta* 12(2): 57–68.
- Wulandari, Puji Retno., dkk. 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): 499–509. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/1336>.