

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PABRIK KARET PTPN XII KEBUN PANCURSARI DESA TEGALREJO MENGGUNAKAN BIOFILTER TERCELUP ANAEROBIK-AEROBIK

PLANNING INSTALLATION OF WASTEWATER TREATMENT (WWTP) RUBBER FACTORY PTPN XII PANCURSARI KEBUN TEGALREJO VILLAGE USING ANAEROBIC-AEROBIC Immersed BIOFILTER

¹⁾ Anggraini Sintiya, ²⁾ Hery Setiobudiarso ³⁾ Candra Dwi Ratna .W
^{1,2,3)} Prodi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Email : ¹⁾ anggrainisintiya29@gmail.com ²⁾ hery_sba@yahoo.com

³⁾ Candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id

Abstrak, Pabrik pengolahan karet Kebun Pancursari merupakan pabrik yang saat ini masih dalam tahap pembangunan, pabrik tersebut berada di Kabupaten Malang dan memiliki luas 28.290 m². Dalam proses pengolahan air limbah cair di pabrik karet PTPN XII Kebun Pancursari belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sehingga limbah yang dikeluarkan masih diatas baku mutu. Limbah yang dihasilkan berupa cairan yang mengandung bahan organik dengan kadar BOD dan COD yang cukup tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan perancangan untuk IPAL agar air limbah yang dibuang ke badan air memenuhi standar baku mutu.

Perencanaan didasarkan pada karakteristik air limbah yang diperoleh dari data penelitian dan kondisi eksisting yang bertujuan untuk mengetahui desain bangunan IPAL, *Bill Of Quantity* (BOQ) dan RAB yang dibutuhkan. Alternatif teknologi yang direncanakan adalah pengolahan dengan teknologi Biofilter Tercelup Anaerob-Aerob.

Berdasarkan perhitungan, diperoleh hasil untuk dimensi panjang × lebar × kedalaman unit pertama adalah bak ekualisasi (3,4 m × 1,7 m × 1,2 m), unit kedua adalah bak pengendapan awal (2 m × 1 m × 1,2 m), unit ketiga adalah unit netralisasi yang memiliki dimensi diameter sebesar 0,25 m dan kedalaman 0,7 m, unit keempat adalah bak biofilter anaerob yang memiliki (2,4 m × 1,2 m × 1,2 m), unit kelima adalah bak biofilter aerob yang memiliki (2 m × 1 m × 1,2 m), unit keenam adalah bak pengendapan akhir yang memiliki (2 m × 1 m × 1,2 m).

Kata Kunci : Limbah cair karet, IPAL, Biofilter tercelup anaerob-aerob

Abstract, The Pancursari Plantation rubber processing factory is a factory that is currently still under construction. The factory is located in Malang Regency and has an area of 28,290 m². In the process of treating liquid waste water at the PTPN XII rubber factory, Pancursari Plantation does not yet have a Waste Water Treatment Plant (IPAL) so that the waste released is still above the quality standard. The waste produced is in the form of liquid containing organic matter with high levels of BOD and COD. Based on these problems, a design for WWTP is needed so that the wastewater discharged into water bodies meets quality standards.

Planning is based on the characteristics of wastewater obtained from research data and existing conditions which aims to determine the required IPAL, Bill of Quantity (BOQ) and RAB building designs. The planned alternative technology is processing with Anaerobic-Aerobic Immersed Biofilter technology.

Based on the calculations, the results obtained for the dimensions of length×width×depth the first unit is an equalization basin (3.4m×1.7m×1.2m), the second unit is an initial deposition basin (2m×1 m×1.2m), the third unit is the neutralization unit which has a diameter dimension of 0.25 m and a depth of 0.7 m, the fourth unit is an anaerobic biofilter basin which has (2.4m×1.2m×1.2m), the unit fifth is an aerobic biofilter basin having (2m×1m×1.2m), the sixth unit is a final settling basin having (2m×1m×1.2m).

Keywords: Rubber effluent, WWTP, Anaerobic-aerobic immersed biofilter

PENDAHULUAN

Pabrik pengolahan karet Kebun Pancursari merupakan pabrik yang saat ini masih dalam tahap pembangunan, pabrik tersebut berada di Kabupaten Malang dan memiliki luas 28.290 m². Dalam proses pengolahan air limbah cair di pabrik karet PTPN XII Kebun Pancursari belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sehingga limbah yang dikeluarkan masih diatas baku mutu. Limbah yang dihasilkan berupa cairan, yang didalamnya mengandung bahan organik dengan kadar BOD dan COD yang cukup tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan perancangan untuk IPAL agar air limbah yang dibuang ke badan air memenuhi standar baku mutu.

Terdapat banyak macam industri yang ada di Indonesia, salah satunya yaitu industri karet yang erat hubungannya dengan masalah lingkungan. Pada proses pengolahan karet tersebut menghasilkan limbah yang dapat menghasilkan pencemaran. Pengurangan pencemaran yang timbul memerlukan penanganan yang lebih lanjut guna mendapat kadar yang memenuhi standar baku mutu. (Yasin, 2018).

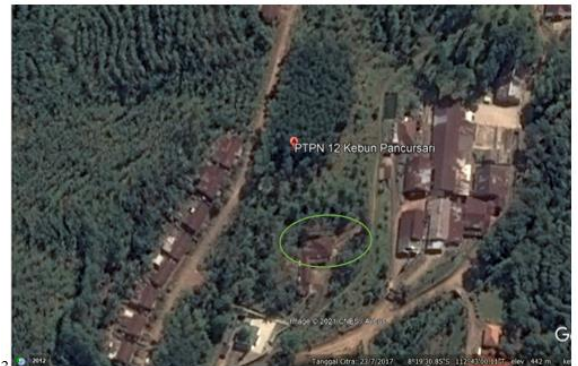
Berdasarkan penelitian (Hakim et al., 2016), industri karet menghasilkan limbah cair yang memiliki konsentrasi BOD 215 mg/L, COD 648,8 mg/L dan TSS 630,2 mg/L. Hasil analisa tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013, yaitu batas maksimum zat pencemar industri karet adalah BOD 100 mg/L, COD 200 mg/L, TSS 100 mg/L dan pH 6-9.

Pengolahan secara lanjut dapat dilakukan dengan melakukan pembangunan bangunan IPAL yang dapat menurunkan kadar parameter yang masih memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Teknologi biofilter aerob-anaerob tercelup merupakan pengolahan yang memiliki prinsip dasar mengalirkan air limbah ke dalam biakan mikroorganisme yang melekat di permukaan media. Keunggulan yang dimiliki yaitu biaya pengoperasiannya yang mudah, memiliki biaya operasi yang mudah, dan dapat digunakan untuk menurunkan beban BOD yang besar (Wulandari, 2014). Berdasarkan keunggulan yang dimiliki, perencanaan IPAL

menggunakan metode biofilter anaerob-aerob diharapkan dapat menjadi alternatif untuk menurunkan konsentrasi pada Pabrik Karet PTPN XII Kebun Pancursari.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di pabrik karet PTPN XII Kebun Pancursari Desa Tegalrejo Kabupaten Malang. Penelitian berdasarkan studi literatur untuk memperoleh kualitas parameter air limbah industri karet. Kualitas air limbah yang dibutuhkan yaitu BOD, COD, dan TSS.



Gambar 1 Lokasi Perencanaan IPAL
Pelaksanaan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu :

- 1. Identifikasi wilayah studi
- 2. Studi literatur
- 3. Pengumpulan data
- 4. Pengolahan data

HASIL DAN PEMBAHASAN
KARAKTERISTIK AWAL LIMBAH CAIR
INDUSTRI KARET

Sebelum melakukan perencanaan, terlebih dahulu dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui konsentrasi awal limbah cair karet.

Tabel 1.1 Konsentrasi Limbah Cair industri Karet

No	Parameter	Hasil (mg/L)
1	TSS	594
2	pH	7,1
3	BOD	788
4	COD	2.767

Sumber : Rata-rata 3 jurnal terkait

Data kualitas air limbah dapat dihasilkan melalui data primer maupun data sekunder. Pada prosesnya, data sekunder yang didapatkan belum menggambarkan kondisi yang sebenarnya di lapangan dan data primer belum dapat dilakukan karena pabrik karet masih dalam tahap pembangunan. Penelitian menggunakan data sekunder akan berpengaruh pada perencanaan IPAL di pabrik karet yang belum sesuai dengan kualitas air limbah yang dihasilkan sehingga diperlukan data primer untuk memperoleh gambaran kondisi sebenarnya secara tepat dan IPAL yang dihasilkan dapat sesuai dengan kondisi tersebut.

Berdasarkan analisis pendahuluan hasil konsentrasi limbah cair tahu dengan parameter COD dan TSS melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah industri yang menyatakan konsentrasi maksimum COD sebesar 300 mg/l dan TSS sebesar 100 mg/l. Dengan demikian limbah tersebut tidak layak dibuang langsung ke badan sungai, sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut dengan melakukan perencanaan bangunan Instalasi pengolahan Air Limbah (IPAL).

KESETIMBANGAN MASSA

Perhitungan kesetimbangan massa IPAL pabrik karet dibutuhkan untuk menghitung konsentrasi parameter kualitas air limbah karet dari *influent* hingga *effluent* dari bak-bak pengolahan memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013.

Pada kesetimbangan massa diperoleh:

- Bak ekualisasi
BOD = 23,64 kg/hari
COD = 83,01 kg/hari
TSS = 17,82 kg/hari
- Bak Pengendapan Awal
BOD = 17,73 kg/hari
COD = 62,25 kg/hari
TSS = 12,5 kg/hari
- Bak biofilter Anaerob
BOD = 3,9 kg/hari
COD = 13,7 kg/hari
TSS = 2,15 kg/hari

- Bak Biofilter Aerob
BOD = 1 kg/hari
COD = 2,7 kg/hari
TSS = 1,075 kg/hari
- Bak Pengendapan Akhir
BOD = 0,75 kg/hari
COD = 2,02 kg/hari
TSS = 0,75 kg/hari

PERENCANAAN IPAL

Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada pabrik karet PTPN XII belum ada karena pabrik tersebut sendiri masih dalam tahap pembangunan. Dari survey dan pengumpulan literatur diketahui bahwa kualitas air limbah yang didapatkan dari data sekunder melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan dalam Pergub Jatim No.72 Tahun 2013.

Volume air limbah yang diperkirakan akan dihasilkan oleh pabrik karet ini adalah sebesar 30.000 L/hari. Oleh karena BOD yang tidak terallau tinggi dan volume yang relatif kecil maka dipilih sistem IPAL Biofilter anaerobik-aerobik.

PERHITUNGAN DESAIN IPAL BIOFILTER

1. Bak Ekualisasi

Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 4-8 jam
Ditetapkan waktu tinggal di dalam bak ekualisasi 2 jam.

$$\begin{aligned} V_{\text{bak ekualisasi}} &= Q_{\text{peak}} \times t_d \\ &= 3,75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ jam} \\ &= 7,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditetapkan dimensi bak:

Kedalaman : 1,2 m

Lebar : 1,7 m

Panjang : 3,4 m

Tinggi ruang bebas : 0,3 m

Volume efektif : 7,5 m³

$$\begin{aligned} \text{Waktu detensi} &= \frac{p \times l \times h}{Q_{\text{in}}} \\ &= \frac{4,4 \times 1,7 \times 2,2}{3,75} \end{aligned}$$

=4 jam (**4 - 8 jam memenuhi**)

2. Bak Pengendapan Awal

Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 1,5-2,5 jam

Ditetapkan waktu tinggal di dalam bak ekualisasi 2 jam.

$$\begin{aligned} V_{\text{bak pengendap akhir}} &= t_d \times Q_{\text{in}} \\ &= 1,5 \times 1,25 \\ &= 1,87 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditetapkan dimensi bak:

Kedalaman : 1,2 m
Lebar : 1 m
Panjang : 2 m
Tinggi ruang bebas : 0,3 m
Volume efektif : 1,87 m³

$$\begin{aligned} \text{Cek td} &= \frac{p \times l \times h}{Q_{in}} \\ &= \frac{2 \times 1 \times 1,2}{1,25} \\ &= 1,92 \text{ jam } (< 2,5 \text{ jam memenuhi}) \end{aligned}$$

3. Bak Biofilter Anaerob

Perencanaan desain bak anaerob, diketahui :

Debit Limbah = 1,25 m³/hari
Tinggi ruang lumpur = 0,5 m
Tinggi air di atas bed media = 20 cm
Pada perhitungan kesetimbangan massa ditetapkan beban BOD pada air limbah 4,91 kg/hari.

$$\begin{aligned} \text{Volume media} &= \frac{\text{Beban BOD pada air limbah}}{\text{Beban BOD per volume media}} \\ &= 4,91 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume media = 60% dari total volume reaktor (Mubin, 2016)

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor yang diperlukan} &= 60\% \times 4,91 \\ &= 2,95 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal} &= \frac{\text{volume reaktor}}{Q_{in}} \\ &= \frac{2,95}{30} \times 24 \text{ jam} \\ &= 2,4 \text{ jam} \end{aligned}$$

Ditetapkan dimensi bak:

Kedalaman : 1,2 m
Lebar : 1,2 m
Panjang : 2,4 m
Tinggi ruang bebas: 0,3 m
Volume total : 3,5 m³
Kompartemen : 2 ruang

$$\begin{aligned} \text{Cek Waktu tinggal} &= \frac{\text{volume total}}{Q_{in}} \\ &= \frac{2,4}{1,25} \\ &= 2 \text{ jam} \end{aligned}$$

4. Bak Biofilter Aerob

Debit Limbah = 1,25 m³/hari
Tinggi ruang lumpur = 0,5 m
Tinggi air di atas bed media = 20 cm
Volume media = 40% dari total volume reaktor (Said, 2017)
Volume reaktor yang diperlukan = 40% x 4,91
= 1,96 m³

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal} &= (\text{volume reaktor})/Q_{in} \\ &= 1,96/30 \times 24 \text{ jam} \\ &= 1,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

Ditetapkan dimensi bak:

Kedalaman : 1,2 m
Lebar : 1 m
Panjang : 2 m
Tinggi ruang bebas: 0,3 m
Volume total : 2,4 m³

Ruang Aerasi:

Lebar : 1 m
Kedalaman : 1,2 m
Panjang : 2 m
Tinggi ruang bebas: 0,3 m

Ruang Bed Media:

Lebar : 1 m
Kedalaman : 1,2 m
Panjang : 2 m
Tinggi ruang bebas: 0,3 m

$$\begin{aligned} \text{Cek Waktu tinggal} &= \frac{\text{volume total}}{Q_{in}} \\ &= \frac{12,72}{2,08} \\ &= 6 \text{ jam} \end{aligned}$$

5. Bak Pengendapan Akhir

Waktu tinggal (td) : 1,5 – 3 jam

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{td} \times Q_{in} \\ &= 2 \times 1,25 \\ &= 2,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

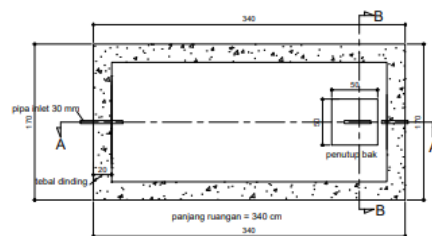
Ditetapkan dimensi bak:

Kedalaman : 1,2 m
Lebar : 1 m
Panjang : 2 m
Tinggi ruang bebas : 0,3 m
Volume efektif : 2,5 m³

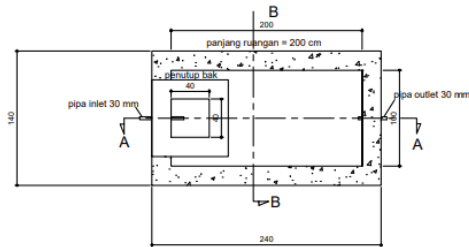
$$\begin{aligned} \text{Cek td} &= \frac{2 \times 1 \times 1,2}{1,25} \\ &= 1,92 \text{ jam } (< 3 \text{ jam memenuhi}) \end{aligned}$$

Volume media yang dibutuhkan berdasarkan perhitungan yaitu 16,78 m³.

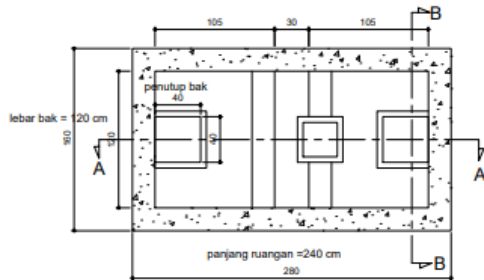
Berikut adalah perencanaan IPAL Biofilter tercelup anaerobik-aerobik untuk Pabrik Karet PTPN XII Kebun Pancursari:



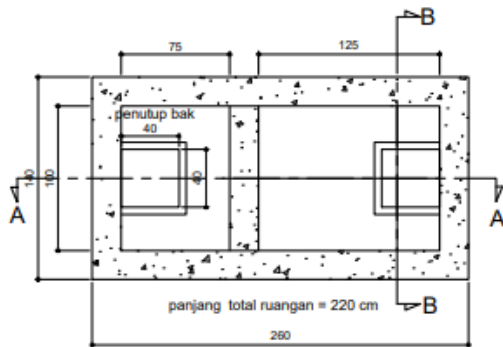
Gambar 2 Tampak Atas Bak Ekualisasi



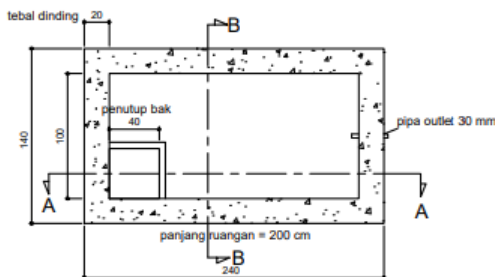
Gambar 3 Tampak Atas Bak Pengendapan Awal



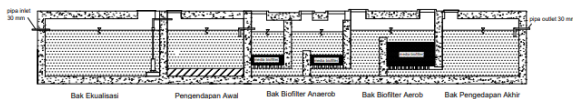
Gambar 4 Tampak Atas Bak Biofilter Anaerob



Gambar 5 Tampak Atas Bak Biofilter Aerob



Gambar 6 Tampak Atas Bak Pengendapan Akhir



Gambar 7 Layout IPAL

Perhitungan kebutuhan biaya pembangunan rancangan IPAL dimulai dari menghitung kuantitas material dan aksesoris yang diperlukan yang disebut dengan BOQ. Kemudian, kuantitas dikalikan dengan harga satuan pekerjaan sehingga membentuk RAB (Yandanika et al., 2016).

Rancangan Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan ntuk bangunan IPAL Pabrik Karet PTPN XII Kebun Pancursari adalah sebesar Rp. 515.700.000,-

KESIMPULAN

Rangkaian IPAL memiliki lima unit yang terdiri dari bak ekualisasi, bak pengendapan awal, unit netralisasi, bak biofilter, dan bak pengendapan akhir. Unit pertama adalah bak ekualisasi yang memiliki dimensi panjang x lebar x kedalaman = 3,4 m x 1,7 m x 1,2 m. unit kedua adalah bak pengendapan awal yang memiliki dimensi panjang x lebar x kedalaman = 2 m x 1 m x 1,2 m. Unit ketiga adalah bak biofilter anaerob yang memiliki dimensi panjang x lebar x kedalaman = 2,4 m x 1,2 m x 1,2 m. unit keempat adalah bak biofilter aerob yang memiliki dimensi panjang x lebar x kedalaman = 2 m x 1 m x 1,2 m. Unit kelima adalah bak pengendapan akhir yang memiliki dimensi panjang x lebar x kedalaman = 2 m x 1 m x 1,2 m.

Rancangan Anggaran Biaya berdasarkan hasil perhitungan yaitu sebesar Rp. 515.700.000,-

SARAN

Setelah merancang rangkaian IPAL untuk industri karet ini, terdapat saran yang diberikan yaitu pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengambilan sampel secara langsung untuk mendapat data primer yaitu kualitas air limbah yang akan digunakan untuk merencanakan bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

DAFTAR PUSTAKA

- Ajakima, S. O., & Soedjono, E. S. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Kelurahan Kedung Cowek Sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- Ariani, N. M. (2011). Otomatisasi Instalasi Pengolah Air Limbah (Ipal) Sistem Mobile Di Baristand Industri Surabaya. *Jurnal Riset Industri*, V(2), 183–194.
- Hadiwidodo, M., Oktawan, W., Primadani, A. R., Parasmata, N., & Gunawan, I. (2012). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob Dan Wetland. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), 84-95–95.
- Hakim, W. N., Pinem, J. A., & Saputra, E. (2016). Pengolahan Limbah Cair Industri Karet dengan Kombinasi Proses Pretreatment dan Membran Ultrafiltrasi. *Jom FTEKNIK*, 3(1), 1–9.
- Kemendes, R. (2011). Instalasi Pengolahan Air Limbah. *Seri Sanitasi Lingkungan Pedoman Teknis Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pengolahan Air Limbah Instalasi Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan Kementerian*, 24(2), 1–9.
- Nugraha, Y. W., & Setiyono, S. (2020). Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pt Natura Perisa Aroma Lampung. *Jurnal Air Indonesia*, 11(2), 60–78.
- Nurjanah, S., Zaman, B., & Syakur, A. (2017). Penyisihan BOD dan COD Limbah Cair Industri Karet dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma Dielectric Barrier Discharge (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–14.
- Rahadian, R., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Efisiensi penurunan cod dan tss dengan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu (*Isatis stratiotes* L.) Study Kasus: Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–8.
- Rosidi, M., & Razif, M. (2017). Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Kertas Halus. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 1–4.
- Said, N. I. (2005). Penggunaan media serat plastik pada proses biofilter tercelup. *Jai*, 1(2), 143–156.
- Saputri, E. S. H., Bambang, D., & Karnaningroem, N. (2014). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah di Rusunawa Tanah Merah II Surabaya. *Water Conservation Science and Engineering*, 5(1–2), 23–29.
- Sari, A. P., & Yuniarto, A. (2017). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Agar-agar. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5), 174–182.
- Satria, A. W., Rahmawati, M., & Prasetya, A. (2019). Pengolahan Nitrifikasi Limbah Amonia dan Denitrifikasi Limbah Fosfat dengan Biofilter Tercelup. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(2), 243.
- Susilawati, N., & Daud, D. (2018). Efisiensi Unit Pengolah Limbah Industri Crumb Rubber di Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Litbangyasa Industri II*, 1(1), 66–73.
- Wulandari, P. R. (2014a). (Studi Kasus Di Perumahan Pt . Pertamina Unit. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 499–509.
- Xavier, M. A., Gelain, D. P., Silva, F. A., Quintans, J. S., Agra, M. F., & Arau, A. A. S. (2011). 2 ´ 2 2 1. 14(11), 1389–1396.
- Yandanika, Dwi Nyoto, R., & Azhar Irwansyah, M. (2016). Perancangan Aplikasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Untuk Pengadaan Material Pemeliharaan Jalan. *Justin (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(3), 1–6.
- Yasin, A. (2018). Manajemen Limbah Pabrik Karet Dalam Rangka Penurunan Kadar Bod (Biological Oxygen Demand). *Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan*, 7(1), 22–34.