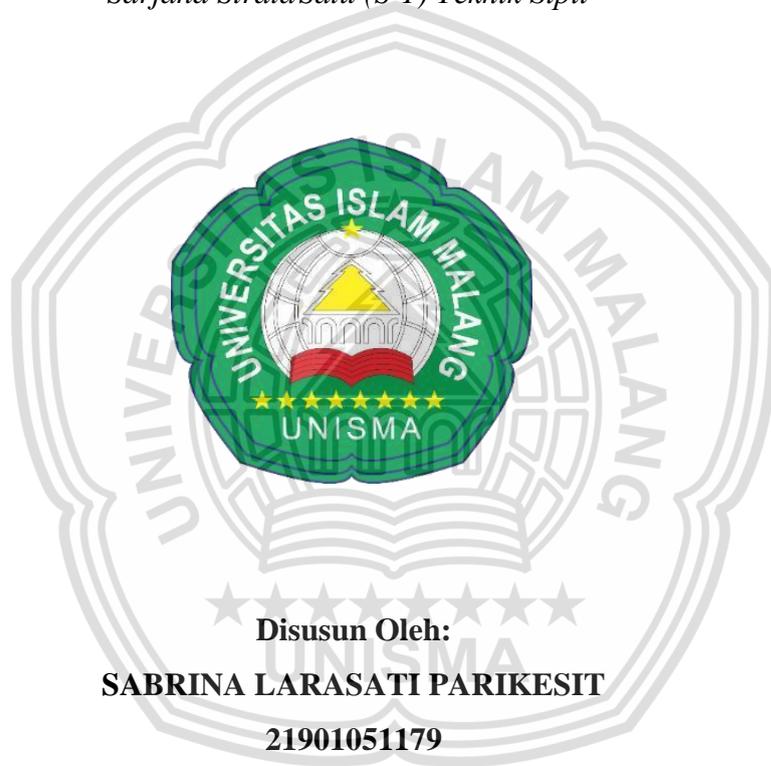




**STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH (IPAL) INDUSTRI TAHU SKALA RUMAH TANGGA
(IKRT) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI ANAEROBIK-AEROBIK
BIOFILTER**

SKRIPSI

*“Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Sipil”*



Disusun Oleh:

SABRINA LARASATI PARIKESIT

21901051179

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2023



**STUDI PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH (IPAL) INDUSTRI TAHU SKALA RUMAH TANGGA**

**(IKRT) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI ANAEROBIK-
AEROBIK BIOFILTER**

SKRIPSI

*“Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Sipil”*



Disusun Oleh:

SABRINA LARASATI PARIKESIT

21901051179

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2023

RINGKASAN

Sabrina Larasati Parikesit, 219.0105.1.179. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu Skala Rumah Tangga (IKRT) Menggunakan Teknologi Anaerobik-Aerobik Biofilter **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** dan **Anita Rahmawati S.ST., M.T.**

Pabrik Aneka Tahu terletak di Kecamatan Pringsurat, Kabupaten Temanggung Jawa Tengah dan memiliki lahan sebesar $\pm 320 \text{ m}^2$. Pabrik Aneka Tahu tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair karena itulah maka diperlukan adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), tujuan perencanaan ini adalah supaya limbah cair yang dihasilkan tidak langsung dibuang tanpa pengolahan dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menggunakan metode teknologi anaerobik - aerobik biofilter.

Debit Air limbah pada Pabrik Aneka Tahu adalah sebesar 13.840 L/Hari. Hasil Uji Kualitas Air Limbah Tahu tidak memenuhi baku mutu berdasarkan Pergub. Jateng No. 5 Tahun 2012 yaitu BOD sebesar 2021 mg/L, COD sebesar 8900 mg/L, TSS sebesar 211,6 mg/L dan pH limbah cair sebesar 4,56.

Hasil dari analisa kualitas dan kuantitas air limbah maka direncanakan desain IPAL yaitu Bak Ekualisasi dengan dimensi total $2\text{m} \times 1,1\text{m} \times 1,7\text{m}$, Bak Anaerobik dengan 3 ruang reaktor dan dimensi tiap ruang sebesar $2,2\text{m} \times 1,5\text{m} \times 1,7\text{m}$, Bak Aerobik dengan 2 ruang media dengan dimensi $1,5\text{m} \times 1,2\text{m} \times 1,7\text{m}$ dan 1 ruang aerasi dengan dimensi $0,7\text{m} \times 1,2\text{m} \times 1,7\text{m}$, dan terakhir Bak *Clarifier* dengan Diameter 1,6m dan tinggi total 2m. Serta biaya yang direncanakan adalah sebesar Rp. 158.707.033,97.-

Kata Kunci: Anaerobik-Aerobik Biofilter, Industri Tahu, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), Limbah Cair

SUMMARY

Sabrina Larasati Parikesit. 219.0105.1.179. *Department of civil engineering, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang,* " *Planning Study of wastewater treatment plant (WWTP) household scale tofu industry using anaerobic-aerobic biofilter technology*". **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T. dan Anita Rahmawati S.ST., M.T.**

Pabrik Aneka Tahu is in Pringsurat district, Temanggung Regency, Central Java and has a land area of $\pm 320 \text{ m}^2$. Pabrik Aneka Tahu doesn't have a liquid waste treatment system, which is why it is necessary to have a Wastewater Treatment Plant (WWTP), the purpose of this plan is so that the resulting liquid waste is not immediately disposed of without treatment and causes environmental pollution. Planning for a Wastewater Treatment Plant (WWTP) using an anaerobic - aerobic biofilter technology method.

The wastewater load at Pabrik Aneka Tahu is 13.840 L/day. The Result of the tofu wastewater quality test didn't satisfy the quality standards based on the Pergub. Jateng No. 5 of 2012 namely BOD of 2021 mg/L, COD of 8900 mg/L, TSS of 211,6 mg/L and the pH liquid waste is 4,56.

The result of quality and quantity discharge of wastewater the WWTP design is planned to namely Bak Ekualisasi with total dimension $2\text{m} \times 1,1\text{m} \times 1,7\text{m}$, Bak Anaerobik with 3 reactor rooms dan dimension of each rooms of $2,2\text{m} \times 1,5\text{m} \times 1,7\text{m}$, Bak Aerobik with 2 media rooms with dimension of $1,5\text{m} \times 1,2\text{m} \times 1,7\text{m}$ and aeration room with dimension of $0,7\text{m} \times 1,2\text{m} \times 1,7\text{m}$, and last Bak Clarifier with a diameter of 1,6m dan total height of 2m. And estimated construction cost is Rp. 158.707.033,97.-

Keyword: Anaerobic-aerobic Biofilter, Tofu Industry, Wastewater Treatment Plant (WWTP), Liquid Waste

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan didukung dengan peningkatan di sektor pembangunan perekonomian telah memicu terjadinya perubahan terhadap kualitas lingkungan di kota Temanggung. Kebutuhan bahan pangan semakin meningkat. Meningkatnya harga bahan pangan banyak masyarakat membeli kebutuhan pangan lebih murah seperti bahan pangan tahu semisalnya.

Tahu merupakan salah satu jenis makanan sumber protein dengan bahan dasar kacang kedelai (*Grylin Spp*) yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Sebagian besar produk tahu di Indonesia dihasilkan oleh industri skala kecil yang kebanyakan terdapat di Pulau Jawa. Industri tahu berkembang pesat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Industri tahu membutuhkan air untuk pemrosesannya, yaitu untuk proses sortasi, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, penggilingan, perebusan dan penyaringan. (Kaswinarni, 2007)

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan. Limbah padat ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan diolah menjadi tepung ampas tahu. Limbah cair dari produksi tahu dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Pencemaran limbah cair merupakan perubahan fisik air baik secara langsung maupun tidak langsung yang sifatnya berbahaya atau berpotensi menyebabkan penyakit atau gangguan bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Perubahan langsung dan tidak langsung ini ditunjukkan dengan perubahan fisik, kimia, biologi atau radioaktif. Sedangkan kualitas air termasuk salah satu faktor yang menentukan kesejahteraan manusia. Secara umum, penyebab pencemaran air berdasarkan sumbernya dapat dikategorikan sebagai sumber kontaminasi langsung dan tidak langsung (Rahmawati et al. 2020). Limbah cair yang dihasilkan memiliki kadar COD dan BOD yang tinggi, sehingga jika langsung dibuang ke badan air, akan menurunkan daya dukung lingkungan. Dengan demikian industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi risiko beban pencemaran yang ada. (Pamungkas, 2017)

Berdasarkan tinjauan Perda No. 7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah dan Keputusan 03/MENKLH/11/1991 tentang baku mutu limbah cair, Perusahaan atau pabrik atau industri harus ada pengolahan air limbahnya. Khusus untuk pabrik tahu parameter yang digunakan perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yaitu BOD₅, COD, dan TSS. Pada parameter BOD₅ kadar paling banyak sekitar 150 mg/L dan beban pencemaran paling banyak sekitar 3 Kg/ton. Pada parameter COD kadar paling banyak sekitar 300 mg/L dan beban pencemaran paling banyak sekitar 6 Kg/ton. Sedangkan, pada parameter TSS kadar paling banyak sekitar 200 mg/L dan beban pencemaran paling banyak sekitar 4 Kg/ton.

Air limbah pada pabrik tersebut apabila tidak diolah dapat menimbulkan berbagai masalah yang dapat langsung dirasakan. Salah satu masalah yang timbul akibat meningkatnya kegiatan industri tersebut adalah tercemarnya air pada sumber-sumber air karena menerima beban pencemaran yang melampaui daya dukungnya dan dampaknya terhadap lingkungan dapat berupa menurunnya kualitas air pada badan air seperti sungai misalnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang nantinya diharapkan dapat mengurangi mengurangi tingginya kandungan kadar BOD, COD, dan TSS di lingkungan pada pabrik tahu.

Proses pengolahan air limbah, khususnya yang mengandung pencemar senyawa organik *biodegradable* yang tinggi, teknologi yang digunakan sebagian besar menggunakan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa pencemar organik tersebut. Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi anaerobik dan aerobik. Proses biologis aerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses biologis anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi. Kandungan bahan organik yang tinggi pada limbah industri tahu diolah dengan menggunakan pengolahan kombinasi dari proses biologis anaerobik dan aerobik. Kombinasi pengolahan tersebut dibagi menjadi dua. Tahap pertama adalah penguraian secara anaerobik dan tahap kedua adalah penguraian secara aerobik di penguraian lanjutan (Khusna Mufida et al., 2016). Dalam proses biofilter anerob ini penguraian zat-zat organik yang ada dalam limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik dan fakultatif aerobik. Untuk proses biofilter aerob, reaktor juga diisi dengan media dan air limbah sambil diaerasi, sehingga mikroorganismenya yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Hal tersebut membuat limbah mengalami kontak dengan mikroorganisme yang teruspensi dalam air

maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik (Mirandri & Suryo Purnomo, 2021) .

Pabrik Aneka Tahu yang berada di Dusun Batikan, Desa Soropadan, Kecamatan Pringsurat, Kabupaten Temanggung memiliki luas lahan $\pm 320 \text{ m}^2$ dengan jumlah produksi 1000 kg/hari. Pabrik tahu ini terletak di tengah pemukiman penduduk, pabrik ini menghasilkan 2 jenis limbah yaitu limbah cair dan limbah padat (ampas tahu), untuk limbah padat (ampas tahu) sudah difungsikan sebagai pakan ternak sedangkan untuk limbah cair hasil produksi belum dapat digunakan secara efektif. Pabrik Aneka Tahu tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair, hal itu menyebabkan limbah cair tidak diolah (hanya diendapkan dalam tanah), apabila hal itu terjadi secara terus menerus bisa menyebabkan pencemaran lingkungan, karena itulah maka diperlukan adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan direncanakan menggunakan metode anaerobik - aerobik biofilter.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Tempat penelitian studi perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Pabrik Aneka Tahu.
2. Belum adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Pabrik Aneka Tahu Batikan.
3. Limbah cair hasil pengolahan tahu langsung dibuang ke tanah tanpa pengolahan sehingga mengakibatkan pencemaran air tanah.
4. Parameter BOD, COD, TSS dan pH pada Limbah cair Pabrik Aneka Tahu tidak sesuai dengan Baku Mutu Air Limbah Peraturan Gubernur Jawa Tengah No.5 Tahun 2012.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kualitas limbah cair pada Pabrik Aneka Tahu?
2. Berapa kuantitas debit limbah cair pada Pabrik Aneka Tahu?
3. Bagaimana perencanaan desain untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sesuai dengan karakteristik limbah cair pada Pabrik Aneka Tahu?
4. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Pabrik Aneka Tahu?
5. Bagaimana animasi dari desain 3D Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Pabrik Aneka Tahu?

1.4 Tujuan dan Manfaat Perencanaan

1.4.1 Tujuan

1. Mengetahui kualitas limbah cair pada Pabrik Aneka Tahu.
2. Mengetahui kuantitas limbah cair pada Pabrik Aneka Tahu.
3. Mengetahui tipikal bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah yang sesuai dengan karakteristik limbah cair pada Pabrik Aneka Tahu.
4. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Pabrik Aneka Tahu.
5. Mengetahui animasi 3D dari desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Pabrik Aneka Tahu.

1.4.2 Manfaat

1. Untuk masukan bagi para pemilik kegiatan industri tahu dalam merencanakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).
2. Memberikan informasi ilmiah kepada para pemilik kegiatan industri tentang desain pengolahan limbah yang sesuai karakteristik limbah cair Industri tahu rumahan di Temanggung.
3. Sebagai acuan/referensi Pendidikan dalam Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang.

1.5 Batasan Masalah

1. Tidak membahas kinerja dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dalam mengolah air limbah.
2. Tidak menghitung perhitungan perencanaan Biogas.
3. Tidak membahas pengelolaan penelitian air limbah tahu lebih lanjut.
4. Tidak membahas aspek sosial.

1.6 Lingkup Pembahasan

1. Pengertian Industri Tahu
2. Pengertian Air Limbah
3. Limbah Industri Tahu
4. Karakteristik Limbah Industri Tahu
 - a. BOD
 - b. COD
 - c. TSS
 - d. pH

5. Sistem Penyaluran Air Limbah
6. Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah
 - a. Bak Ekualisasi
 - b. Bak Anaerobik Biofilter
 - c. Bak Aerobik Biofiter
 - d. Bak *Clarifier* (Pengendap Akhir)
7. Profil Hidrolis
8. Perhitungan *Bill Of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) mengacu pada HSPK Temanggung 2023
9. Dalam analisa rencana anggaran biaya (RAB), tidak termasuk pembebasan lahan dan biaya pemeliharaan IPAL.
10. Analisa animasi 3D.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan teknologi Anaerobik-Aerobik Biofilter pada Pabrik Aneka Tahu dapat disimpulkan bahwa:

1. Melalui hasil Uji *Sample* di Laboratorium Jasa Tirta Malang, didapatkan Limbah cair Pabrik Aneka Tahu yaitu: BOD sebesar 2021 mg/L, COD sebesar 8900 mg/L, TSS sebesar 211,6 mg/L dan pH limbah cair sebesar 4,56.
2. Pabrik Aneka Tahu menghasilkan debit air limbah sebesar 13.840 L/Hari dengan total jam kerja selama 17 Jam per harinya dan jumlah Produksi 1.000 Kg Kedelai setiap harinya.
3. Berdasarkan hasil survei dan perhitungan maka didapatkan Desain Dimensi dari perencanaan Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Pabrik Aneka Tahu yaitu: 1. Bak Ekualisasi dengan Panjang 2 m, Lebar 1,1 m, dan Tinggi total 1,7m. 2. Bak Anaerobik yang terdiri dari 3 ruang dengan masing masing ruang memiliki Panjang 2,2 m, Lebar 1,5 m, dan Tinggi total 1,7 m. 3. Bak Aerobik yang terdiri dari 2 ruang media yang memiliki Panjang 1,5 m, Lebar 1,2 m dan Tinggi Total 1,7 m untuk masing-masing bak dan 1 ruang aerasi dengan Panjang 0,7 m, Lebar 1,2 m dan Tinggi Total 1,7 m. 4. Bak *Clarifier* dengan Diameter 1,6 m dan Tinggi Total 2 m.
4. Dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB) perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Pabrik Aneka Tahu membutuhkan biaya sebesar Rp. 158.707.033,97.-
5. Hasil Analisa Animasi gambar 3D untuk desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Tahu dapat diakses pada *link youtube* berikut: <https://youtube.com/watch?v=Z3pbyVNHuOk>

5.2 Saran

Dari hasil Studi yang dilakukan oleh penulis, untuk dapat dijadikan masukan dan bahan pertimbangan dalam Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Tahu adalah:

1. Perlu dilakukan studi dan perencanaan desain lebih lanjut untuk perhitungan dan pemanfaatan Biogas yang dihasilkan dari Proses Pengolahan Limbah.
2. Perlu dilakukan studi dan perencanaan desain lebih lanjut menggunakan teknologi lain seperti Anaerobik Biodigester, *Anaerobic Baffled Reactor*, dan lainnya untuk dapat memanfaatkan air limbah dapat digunakan Kembali, sehingga air limbah tidak langsung di buang ke badan air.



DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., & Wesen, P. (2017). PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN BIOFILTER ANAEROB BERMEDIA PLASTIK (BIOBALL). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2).
- Atima, W. (2015). BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH. *Biosel: Biology Science and Education*, 4(1).
<https://doi.org/10.33477/bs.v4i1.532>
- Hendri, H., Saputra, R. N., & Kisbianty, D. (2019). Perancangan Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Pada PT. Zaki Putra Andalas Jambi. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, 13(2). <https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2019.13.2.611>
- Kaswinarni, F. (2007). Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal, dan Gagak Sipat Boyolali). *Tesis*.
- Kementerian PUPR. (2018). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) (Buku Utama). *Direktur Jenderal Cipta Karya*, 1.
- Khawarita Siregar, & Christopher W. (2019). Perancangan Tong Sampah Pupuk Dengan Metode QFD Untuk Mengolah Limbah Organik Menjadi Pupuk Serbaguna. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3).
<https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.797>
- Khusna Mufida, D., Sholichin, M., & Cahyani, C. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik-aerobik pada Pabrik Tahu “Duta” Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 1(1).
- Kurnianto, E. (2017). PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN PENAMBAHAN KITOSAN PADA REAKTOR ANAEROB DENGAN VARIASI WAKTU TINGGAL. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1).
<https://doi.org/10.26418/jtllb.v5i1.18405>

- Kurniawan, A., & Dewi, N. A. (2015). PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK KOTA BOGOR MENGGUNAKAN AIR HUJAN UNTUK DEBIT PENGELONTORAN (Planning of Domestic Wastewater Sewerage in Bogor City Using Rainwater for Flushing Flowrate). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 22(1). <https://doi.org/10.22146/jml.18723>
- Mirandri, S. D., & Suryo Purnomo, Y. (2021a). PENURUNAN KADAR DETERGEN (LAS) DAN FOSFAT DENGAN METODE BIOFILTER AEROB-ANAEROB DAN ANAEROB-AEROB. *EnviroUS*, 1(2). <https://doi.org/10.33005/envirous.v1i2.39>
- Mirandri, S. D., & Suryo Purnomo, Y. (2021b). PENURUNAN KADAR DETERGEN (LAS) DAN FOSFAT DENGAN METODE BIOFILTER AEROB-ANAEROB DAN ANAEROB-AEROB. *EnviroUS*, 1(2). <https://doi.org/10.33005/envirous.v1i2.39>
- Mubin, F., Binilang, A., & dkk. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Sipil Statistk*, 4(3).
- Nasir, M., Saputro, E. P., & Handayani, S. (2015). Manajemen pengelolaan limbah industri. *J. Managemen Dan Bisnis*, 19(2).
- Pamungkas, A. W. (2017). Perancangan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Rumah Tangga (IKRT) Tahu Di Kota Surabaya. *Jurnal Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 6(2).
- Permata Sari, K., Arman, U. D., & Ridwan, M. (2021). ANALISIS PERBANDINGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA BERDASARKAN METODE SNI DENGAN PERHITUNGAN KONTRAKTOR. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 3(1). <https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.222>
- Pratiwi, R. S., & Purwanti, I. F. (2015). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1).

- PRILLIYANI, A. (2019). Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Limbah dan Sistem Jaringan Perpipaan Air Limbah Infeksius di Gedung Unit Pelayanan Terpadu Geriatri dan Paliatif Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo. *Jurnal Reka Lingkungan*, 7(2). <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v7i2.68-77>
- Rahmawati, A., & -, W. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 4(1). <https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>
- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2018). PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES BIOFILTER ANAEROB-AEROB DAN DENITRIFIKASI. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v8i1.2380>
- Sausan Hidayati, S., Harisuseno, D., & Wahyu Sayekti, R. (2016). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik-Aerobik. *Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya*.
- Sinaga, B. B., Suteja, Y., & Dharma, I. G. B. S. (2020). Fluktuasi Total Padatan Tersuspensi (Total Suspended Solid) dan Kekeruhan di Selat Lombok. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2). <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i02.p11>
- Subekti, S. (2011). Pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif. *Sains Dan Teknologi*, 1.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). Metcalf & Eddy 2003.pdf. In *Engineering* (Vol. 4, Issue 3).
- Unieco. (2021). *Pengertian, Jenis, Karakteristik & Pengelolaan Limbah di Indonesia*. Universal Eco Sustainable Waste Management.
- Zakky. (2019). Pengertian Limbah Beserta Definisi, Macam-Macam dan Contohnya. *July*.



Zammi, M., Rahmawati, A., & Nirwana, R. R. (2018). Analisis Dampak Limbah Buangan Limbah Pabrik Batik di Sungai Simbangkulon Kab. Pekalongan. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(1). <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i1.2667>

