



**STUDI PERENCANAAN PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
INDUSTRI KEDELAI DI DESA NGERANGIN KABUPATEN  
MALANG**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**Disusun Oleh :**

**Umar Al Faruq**

**217.010.510.76**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
2024**



**STUDI PERENCANAAN PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
INDUSTRI KEDELAI DI DESA NGERANGIN KABUPATEN  
MALANG**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**Disusun Oleh :  
Umar Al Faruq  
217.010.510.76**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
2024**

## RINGKASAN

**Umar Al Faruq**, 217.010.510.76. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Perencanaan Pengolahan Limbah Cair Industri Kedelai Di Ngerangin Kabupaten Malang, Dosen Pembimbing: **Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T.** Dan **Anita Rahmawati S.ST., M.T.**

Industri kedelai berjalan pesat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, namun kebanyakan industri yang memproduksi tahu masih menggunakan peralatan konvensional dan sederhana. Industri tahu membutuhkan air untuk pemrosesannya, yaitu untuk proses pemilahan, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, penggilingan, perebusan dan penyaringan (Mahardi, 2016). Industri kedelai milik Pak Umar ini telah menyatu dengan pemukiman penduduk dan tidak memiliki pengolahan limbah, maka dari itu dibutuhkan adanya pengolahan limbah cair agar tidak membahayakan ketika dilakukan pembuangan limbah. Tujuan penelitian ini adalah untuk Mengetahui banyak debit air limbah yang dihasilkan oleh pabrik tahu, Mengetahui karakteristik BOD, COD, TSS, pH dalam pengolahan air limbah tahu, dan Mengetahui desain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada industri tahu di pabrik ini.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Biofilter Anaerob* dengan media biofilter sarang tawon yang diharapkan akan menurunkan kandungan BOD, COD, TSS dan pH, Efisiensi pengolahan secara *Biofilter Anaerob – Aerob* ini sebesar 80-90% (Bhaskara, 2019). Sedangkan Baku mutu air limbah industri tahu mengacu pada Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 mengatur tentang Baku Mutu Air Limbah Tahu.

Hasil penelitian ini didapatkan hasil perhitungan debit limbah cair tahu yang dihasilkan perhari pada industri tahu  $Q = 7,35 \text{ m}^3/\text{hari}$ , Kandungan dari *effluent* air limbah cair pada industri tahu yaitu: BOD sebesar 1297 mg/l, COD sebesar 5800 mg/l, TSS sebesar 560,5 mg/l, pH sebesar 3,93. Kualitas air limbah tahu sebelum dilakukan pengolahan semua parameternya tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan, dan Hasil perhitungan desain IPAL *Biofilter Anaerob* dimensi bak ekualisasi (2,1 m x 4,2 m x 2 m), dimensi bak pengendap kompartemen I (1,2 m x 2 m x 2 m), kompartemen II (0,6 m x 2 m x 2 m), *Biofilter Anaerob* tiap kompartemen (0,80 m x 1,2 m x 2 m) sebanyak 2 buah dengan presentase removal COD dan BOD sebesar 79,5 % dan 86,7%.

**Kata kunci:** *Biofilter anaerob*, Debit, Limbah Cair, Limbah Industri, Pabrik Tahu

## SUMMARY

**Umar Al Faruq**, 217.010.510.76. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University Islam of Malang, Study of Soybean Industrial Liquid Waste Processing Planning in Ngerangin, Malang Regency, Supervisor: Dr. Ir. Hj. Eko Noerhayati, M.T. and Anita Rahmawati, S.ST., M.T.*

---

Soya bean industry is growing so fast alongside with the grow of population, but most of it which produce tofu still use a conventional and simple tool. Tofu industry need a water for its process which is for the sorting, soaking, peeling, washing, grinding, boiling and filtering (Mahardi, 2016). Mr Umar's tofu industry been take place around people settlement and does not have a waste water processing, that is why it need a waste water processing so it will not cause any harm when the waste water is not needed anymore. The purpose of this research is to find out the amount of waste water produced by the tofu factory, Knowing the characteristics of BOD, COD, TSS, pH in tofu wastewater treatment, and Knowing the design of waste water treatment installations (IPAL) in the tofu industry at the factory.

The method used in this research is an Anaerobic Biofilter with honeycomb as the media of biofilter which is expected to reduce the BOD, COD, TSS and pH content. The processing efficiency of this Anaerobic - Aerobic Biofilter is 80-90% (Bhaskara, 2019). Meanwhile, the quality standards for tofu industrial waste water refer to Government Environmental Regulation no. 5 of 2014 regulates Tofu Waste Water Quality Standards.

The results of this research is it was obtained that the calculation results for the discharge of tofu liquid waste produced per day in the tofu industry were  $Q = 7.35 \text{ m}^3/\text{day}$ . The content of liquid wastewater effluent in the tofu industry is: BOD of 1297 mg/l, COD of 5800 mg/l, TSS of 560.5 mg/l, pH of 3.93. The quality of tofu wastewater before processing is carried out, all parameters are not in accordance with the quality standards that have been determined, and the results of the calculation of the design of the Anaerobic Biofilter WWTP, the dimensions of the equalization tank (2.1 m x 4.2 m x 2 m), the dimensions of the compartment I settling tank (1.2 m x 2 m x 2 m), compartment II (0.6 m x 2 m x 2 m), 2 Anaerobic Biofilters per compartment (0.80 m x 1.2 m x 2 m) with a COD and BOD removal percentage of 79.5% and 86.7%.

**Keywords:** *Anaerobic Biofilter, Discharge, Liquid Waste, Industrial Waste, Tofu Factory*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kacang kedelai merupakan salah satu bahan makanan yang dapat ditemukan hampir diseluruh bagian Indonesia. Salah satu makanan yang berbahan baku kacang kedelai (*Grylin Spp*) adalah tahu. Tahu merupakan makanan tradisional sebagian besar masyarakat di Indonesia, yang digemari hampir seluruh lapisan masyarakat. Selain mengandung gizi yang baik, pembuatan tahu juga relatif murah dan sederhana. Rasanya enak serta harganya terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Sehingga banyak berdirinya industri pabrik tahu. Industri kedelai berjalan pesat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, namun kebanyakan industri yang memproduksi tahu masih menggunakan peralatan konvensional dan sederhana. Industri tahu membutuhkan air untuk pemrosesannya, yaitu untuk proses pemilahan, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, penggilingan, perebusan dan penyaringan (Mahardi, 2016). Namun, proses produksi tahu yang dilakukan ini akan menghasilkan air limbah, air limbah tahu tersebut tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Air buangan limbah industri tahu yang langsung dialirkan ke sungai tanpa dilakukan pengolahan akan menyebabkan pencemaran lingkungan perairan (Indah dkk., 2014).

Air merupakan bagian penting bagi semua makhluk hidup. Manusia memerlukan air untuk hidup, begitu pula hewan dan tumbuhan. Namun, dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, populasi hewan dan tumbuhan, akibatnya sumber daya air semakin habis (Noerhayati dkk., 2020). Air adalah semua air yang terdapat pada diatas maupun di bawah permukaan tanah. Air dalam pengertian ini termasuk air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang dimanfaatkan di darat (Utomo, 2020). Sedangkan Air bersih dibutuhkan hampir dalam setiap aspek kehidupan manusia, penggunaan air bersih akan selalu menghasilkan limbah meskipun pada skala kecil (Rahmawati, 2020). Limbah yang dihasilkan dari setiap aktivitas manusia tidak terkecuali limbah cair irigasi, apabila limbah terakumulasi dalam jumlah yang besar akan menimbulkan dampak yang serius terhadap lingkungan. Kualitas air menggambarkan kondisi umum dari kondisi air yang terdiri dari bahan kimia, fisika, biologi dari air dengan acuan tertentu. Parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air pada penelitian ini diantaranya adalah pH, suhu, kekeruhan air, BOD, COD, Nitrat, dan Fosfat (Nadhea Salsabella dkk., 2021).

Kesadaran akan lingkungan merupakan hal paling mendasar dalam beberapa tahun terakhir, tetapi pada satu sisi degradasi pada lingkungan sekitar terus meningkat,

limbah merupakan aspek yang sering lalai akan hal tersebut. Mayoritas pada semua tempat tinggal khususnya Kota Malang melakukan pembuangan air limbah hasil aktivitas langsung menuju badan air/sungai yang menimbulkan efek penurunan kualitas air yang menimbulkan ketidaknyamanan bahkan penyakit (Prasetyo dkk., 2022). Limbah cair domestik memiliki karakteristik COD (*Chemical Oxydation Demand*), BOD (Biochemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solid), Fosfat, Total Coliforms, dan pH. Maka dari itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum air limbah tersebut disalurkan sampai ke sungai agar tidak terjadi pencemaran (Rahmawati dkk., 2022).

Saat ini, industri kedelai di Indonesia rata-rata masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana, sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya juga relatif tinggi. Kegiatan industri kedelai di Indonesia didominasi oleh usaha-usaha skala kecil dengan modal yang terbatas. Dari segi lokasi, usaha ini juga sangat tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sumber daya manusia yang terlibat pada umumnya bertaraf pendidikan yang relatif rendah, serta belum banyak yang melakukan pengolahan limbah.

Hal tersebut diatas sesuai dengan definisi industri kecil menurut rumusan yang ada dalam Keputusan (Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia, 1997) yang mempunyai lingkup sebagai berikut :

- 1) Produk yang dihasilkan adalah produk-produk yang tergolong dalam kebutuhan rumah tangga untuk konsumsi masyarakat
- 2) Pemilik saham/modal adalah masyarakat setempat
- 3) Skala usaha adalah skala kecil dengan investasi dibawah Rp. 50.000.000,- tidak termasuk nilai tanah dan bangunan

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan diolah menjadi tepung ampas tahu yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan roti kering dan cake. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD yang cukup tinggi pula, jika langsung dibuang ke badan air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Hal ini juga akan mempengaruhi alur hidrologi, karean Selain itu hidrologi juga dapat diartikan

sebagai ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam dan di atas permukaan tanah. Termasuk di dalamnya penyebaran, daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimianya, serta hubungannya dengan unsur-unsur kehidupan dalam air itu sendiri (Noerhayati, 2015). Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada.

Industri kedelai milik Pak Umar berada di Desa Ngerangin, Kelurahan Pasir Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Industri pabrik tahu ini telah menyatu dengan pemukiman penduduk, proses pembuatan tahu di pabrik ini menghasilkan 2 jenis limbah yaitu limbah cair dan limbah padat (ampas tahu), namun hanya limbah cair yang tidak dapat digunakan secara efektif. Industri tahu di pabrik Panen tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair sehingga pihak industri tahu langsung membuang limbah cair ke badan sungai. Melihat kapasitas produksi yang cukup besar sekitar 1100-1200 kg/hari, dan menghasilkan limbah cair sekitar 10,5 m<sup>3</sup> perhari, sehingga sungai sekitar langsung terkena dampak berbahaya, jika limbah cair tahu tidak diolah (hanya disimpan atau diendapkan dalam tanah), maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Menurut hasil uji laboratorium jasa tirta Kota Malang terhadap penelitian terdahulu, karakteristik limbah cair tahu sebuah pabrik tahu meliputi parameter pH = 5, BOD = 1864 mg/l, COD = 5490 mg/l, TSS = 363,0 mg/l (Hakim dkk., 2022). Dari hasil uji parameter tersebut air limbah cair tahu tidak sesuai dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup no.5 Tahun 2014.

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 & Warsito, 2020).

Limbah cair industri tahu dapat diolah dengan menggunakan metode pengolahan *Biofilter Anaerob*. *Biofilter Anaerob* memiliki keunggulan yaitu dapat mereduksi senyawa organik yang besar. Akan tetapi, untuk pereduksian patogen dan nutriennya rendah. Untuk mereduksi patogen, nutrisi, dan senyawa organik lain secara maksimal, *Biofilter Anaerob* dikombinasikan dengan sistem *Biofilter Aerob*. Efisiensi pengolahan

secara Biofilter *Anaerob – Aerob* ini sebesar 80-90% (Bhaskara, 2019). Memanfaatkan teknologi pengolahan limbah tahu dengan sistem *Biofilter Anaerob* diharapkan dapat menghasilkan effluent yang ramah lingkungan sesuai dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Berdasarkan latar belakang diatas, perlu adanya suatu perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah(IPAL) industry kedelai dengan *Biofilter Anaerob* di Pabrik kedelai tersebut.

### 1.2 Identitas Masalah

Berikut identifikasi permasalahan yang terjadi yaitu:

1. Kandungan air limbah yang belum memenuhi parameter yang telah ditentukan
2. Belum adanya pengolahan air limbah pada industri kedelai di pabrik Pak Umar
3. Metode yang digunakan untuk pengolahan air limbah
4. Pencemaran limbah cair kedelai menyebabkan terjadinya perubahan warna air limbah pada industri kedelai.
5. Protes masyarakat sekitar yang sering menggunakan sungai untuk keperluan sehari-hari.

### 1.3 Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada uraian diatas, maka permasalahan dalam studi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa besar debit air limbah yang terjadi?
2. Bagaimana karakteristik BOD, COD, TSS, pH dalam pengolahan air limbah tahu?
3. Bagaimana instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada industri kedelai di pabrik Pak Umar?

### 1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini dapat terarah dan terencana maka penulis membuat suatu batasan masalah seperti tercantum di bawah ini :

1. Hanya membahas tentang pabrik tahu
2. Tidak menghitung biaya perencanaan (RAB)

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, antara lain:

1. Mengetahui banyak debit air limbah yang dihasilkan oleh pabrik tahu.
2. Mengetahui karakteristik BOD, COD, TSS, pH dalam pengolahan air limbah tahu.

3. Mengetahui desain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada industri tahu di pabrik ini.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat studi ini yaitu:

1. Manfaat dari perancangan yang dilakukan adalah desain pengolahan air limbah dapat dijadikan rekomendasi pembangunan instalasi Pengolahan air limbah (IPAL) pada industri kedelai di pabrik pak Umar
2. Upaya perencanaan ini agar efluen air limbah dari industri pembuatan tahu dapat memenuhi baku mutu.
3. Dengan terpenuhinya baku mutu menyebabkan industri pembuatan tahu terhindar dari sanksi menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Pasal 99 Ayat 1.
4. Dapat merencanakan desain pengolahan air limbah industri tahu agar tidak mencemari lingkungan.

### 1.7 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini hanya mencakup aspek teknik operasional yang meliputi:

1. Wilayah perencanaan untuk 1 lokasi pabrik tahu di Desa Ngerangin Kecamatan Pakis Kabupaten Malang sebagai percontohan.
2. Periode desain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) adalah 25 tahun.
3. Metode sistem pengolahan air limbah menggunakan *Biofilter anaerob*.
4. Debit air limbah dihitung berdasarkan buangan air sisa dari proses produksi.
5. Parameter awal meliputi pH, TSS, BOD, COD, sesuai Dengan Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2014 Tentang baku mutu limbah cair industri.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Pada perencanaan ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Hasil perhitungan debit limbah cair tahu yang dihasilkan perhari pada industri tahu  $Q = 7,35 \text{ m}^3/\text{hari}$ .
- 2 Karakteristik kandungan dari air limbah cair pada industri tahu yaitu: BOD sebesar 1297 mg/l, COD sebesar 5800 mg/l, TSS sebesar 560,5 mg/l, pH sebesar 3,93. Kualitas air limbah tahu sebelum dilakukan pengolahan semua parameternya tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.
- 3 Hasil perhitungan desain IPAL *Biofilter Anaerob* dimensi bak ekualisasi (2,1 m x 4,2 m x 2 m), dimensi bak pengendap kompartemen I (1,2 m x 2 m x 2 m), kompartemen II (0,6 m x 2 m x 2 m), *Biofilter Anaerob* tiap kompartemen (0,80 m x 1,2 m x 2 m) sebanyak 2 buah dengan presentase removal COD dan BOD sebesar 84,9 % dan 92,5 %.

### 5.2 Saran

Pada perencanaan ini ada beberapa saran dari penulis agar perencanaan selanjutnya mendapatkan hasil yang lebih baik. Saran dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

- 1 Perlu dibuat unit *water recycle* untuk *effluent* dari IPAL agar air yang keluar dari IPAL dapat dimanfaatkan kembali oleh masyarakat setempat.
- 2 Diperlukan perencanaan lebih lanjut dengan menambahkan unit *wetland* yang ditanami dengan tumbuhan air yang mampu menyerap nitrogen untuk mengurangi kadar nitrogen yang terlalu tinggi sebelum dialirkan ke badan air.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bhaskara, M. A. D. (2019). *JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MATARAM*.
- Bintoro, P. A., Maselia, P., Kintoko, A. W., Defanda, A. A., Fitriyanto, A., Ramadhan, F., Kartika, M., & Septiani, U. A. (2018). PEMBUATAN TAHU RUMAHAN KHAS LEDOK KULON. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 245. <https://doi.org/10.12928/jp.v1i2.371>
- Hakim, E. I., Rahmawati, A., & Noerhayati, E. (2022). *Studi Perencanaan Desain Pengolahan Air Limbah Cair Pada Industri Tahu di Pabrik Panen Kelurahan Pakunden, Kota Blitar*.
- Indah, L. S., Soedarsono, P., & Hendarto, B. (2014). KEMAMPUAN ECENG GONDOK (*Eichhornia* sp.), KANGKUNG AIR (*Ipomea* sp.), DAN KAYU APU (*Pistia* sp.) DALAM MENURUNKAN BAHAN ORGANIK LIMBAH INDUSTRI TAHU (SKALA LABORATORIUM). *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4280>
- Khanal, S. K. (Ed.). (2008). *Anaerobic biotechnology for bioenergy production: Principles and applications*. Wiley-Blackwell.
- Lingkungan Hidup, K. (2006). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 11 tentang Jenis Usaha dan/atau Kegiatan yang waji AMDAL*. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Lingkungan Hidup, K. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Mahardi. (2016). *Perencanaan Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu di Kecamatan Dendang Kabupaten Jember Timur*.

- Mahatyanta, A. (2016). Perencanaan desain alternatif IPAL dengan Teknologi Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter untuk Rumah Susun Romokalisari Surabaya. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia. (1997). *Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No 256 tahun 1997 tentang Ketentuan dan Tata Cara Pemberian Izin Usaha Industri, Izin Perluasan dan Tanda Daftar Industri*. Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia.
- Metcalf & Eddy, Inc, Burton, F. L., Stensel, H. D., & Tchobanoglous, G. (Ed.). (2003). *Wastewater engineering: Treatment and reuse* (4. ed., internat. ed., [Nachdr.]). McGraw-Hill.
- Nadhea Salsabella, Eko Noerhayati, Bambang Suprpto, & Anita Rahmawati. (2021). Sistem Kontrol Sensor Kadar Keasaman pada Limbah Cair Irigasi Berbasis Internet Of Things (Iot) di Desa Sukoanyar, Kecamatan Tumpang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 10(3), 26–35.
- Noerhayati, E. (2015). Model Neraca Air Daerah Aliran Sungai Dengan Aplikasi Minitab. *Universitas Islam Malang: Badan Penerbit Fakultas Ekonomi*.
- Noerhayati, E., Rahmawati, A., & Wahyudi, S. (2020). WATER SPREAD TEST ON IOT (Internet of Things) BASED AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM. *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, 1, 1. <https://doi.org/10.33474/jice.v1i1.9057>
- Nohong. (2010). *Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmiun dan Besi Dalam Air Lindi TPA*. 6.
- Nurhayati, I., Sugito, S., & Pertiwi, A. (2018). *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Adsorpsi dan Pretreatment Netralisasi dan Koagulasi*. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*.

- Pamungkas, A. W. (2017). *PERANCANGAN TIPIKAL INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KECIL RUMAH TANGGA (IKRT) TAHU DI KOTA SURABAYA*.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur. (2013). *PerGub\_No.\_52\_Thn\_2014\_ttg\_Perubahan\_PerGub\_No.\_72\_Thn\_2013\_ttg\_Baku\_Mutu\_Air\_Limbah.pdf*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 22. (2021). *PP Nomor 22 Tahun 2021.pdf*.  
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 82. (2001). *PP NO 82 TH 2001.pdf*.  
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA.
- Prasetyo, D., Rokhmawati, A., & Rahmawati, A. (2022). *STUDI PERENCANAAN IPAL LIMBAH DOMESTIK PERUMAHAN PERMATA TUNGGULWULUNG KOTA MALANG DENGAN TEKNOLOGI CONSTRUCTED WETLAND*.
- Rahmawati, A. (2020). Tantangan Dan Kebijakan Air Limbah Domestik Yang Semakin Meningkat. *Universitas Islam Malang, Malang*.
- Rahmawati, A., Noerhayati, E., Sholikhin, G. N., & Sahroni, M. I. (2022). *Perencanaan Sistem Lahan Basah Buatan dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Cyperus papyrus*.
- Rahmawati, A., & Warsito, 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), 1–8.  
<https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>
- Sholichin, M. (2012). *Mata Kuliah / Materi Kuliah*.
- Sholikhin, G. N., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2022). Studi Perencanaan Constructed Wetland Untuk Pengolahan Grey Water Di Perumahan Taman

Candiloka, Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 11(1), 35–48.

Syaichurrozi, I. (2015). Co-Digestion of Vinasse Waste and Tofu Liquid Waste to Increase Biogas Production. *Eksergi*, 12(2), 23.  
<https://doi.org/10.31315/e.v12i2.1357>

Tchobanoglous, G., Kenny, J., & Leverenz, H. (2021). Rationale for constant flow to optimize wastewater treatment and advanced water treatment performance for potable reuse applications. *Water Environment Research*, 93(8), 1231–1242.

Utomo, D. R. (2020). *Studi Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Kening Kabupaten Bojonegoro Dengan Menggunakan Metode HEC-RAS*.

Zahra, L. Z., & Hakim, J. A. R. (2015). *Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik*. 4(1).

