

Nomor Urut: 056 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2022

Laporan Tugas Akhir

DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED)
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI
MAKANAN RINGAN PT. X, MAJALENGKA



Disusun oleh:

Fadhila Raziani

21080119120019

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED) INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI MAKANAN RINGAN PT. X, MAJALENGKA

Disusun oleh:

Nama : Fadhila Raziani

NIM : 21080119120019

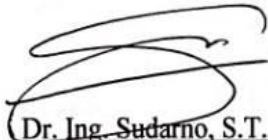
Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Senin

Tanggal : 26 Juni 2023

Menyetujui,

Penguji 1



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.

NIP. 197401311999031003

Penguji 2



Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T., M.

Eng.Sc. Env.Eng. Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 197409302001121002

Pembimbing 1



Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T.

NIP. 197310242000031001

Pembimbing 2



Junaidi, S.T., M.T.

NIP. 196609011998021001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.

NIP. 197401311999031003

ABSTRAK

PT. X merupakan industri yang bergerak dibidang FMCG, khususnya makanan ringan berupa wafer. Seiring dengan perkembangan bisnisnya, PT. X berencana menambah *plan* produksi baru dan berpotensi menghasilkan air limbah dengan debit maksimal 275 m³/hari. Sehingga PT. X membutuhkan perencanaan IPAL baru untuk mengolah air limbah yang dihasilkan dari *plan* produksi baru. Tujuan dari perencanaan ini adalah mengidentifikasi karakteristik air limbah yang dihasilkan PT. X dengan pengujian laboratorium, merencanakan desain IPAL baru dengan mempertimbangkan hasil analisis kondisi eksisting serta aspek teknis, ekonomis, dan lingkungan agar efluen IPAL memenuhi standar baku mutu, serta pemanfaatan *resource*. Hasil uji menunjukkan kualitas air limbah PT. X mengandung konsentrasi TSS 8695 mg/L; BOD 7026,32 mg/L; COD 10820 mg/L; TDS 1980 mg/L; Nitrat 15,28 mg/L; Nitrit 0,04 mg/L; Amonia 0,7194 mg/L; N Total 26,65 mg/L; Minyak dan Lemak 9,274 mg/L; Fosfat 1,86 mg/L; pH 4,7. Unit pengolahan IPAL yang direncanakan antara lain ekualisasi, *primary clarifier*, koagulasi, flokulasi, *clarifier 1*, UASB, *extended aeration*, dan *secondary clarifier*. Rekapitulasi biaya yang dibutuhkan pada perencanaan ini adalah sebesar Rp. 743.583.583,00. *Resource recovery* IPAL memanfaatkan biogas yang dihasilkan dari proses anaerobik dan mampu menghasilkan energi listrik sebesar 3755,05 kWh/hari.

Kata kunci: IPAL, TSS, BOD, COD, UASB, *Extended Aeration*, Biogas.

ABSTRACT

PT. X is an FMCG industry, that produces snacks such as wafers. Along with the development of its business, PT. X plans to add a new production plan and has the potential to produce wastewater with a maximum debit of 275 m³/day. PT. X needs a design for a new WWTP to treat wastewater generated from the new production plan. The purpose of this thesis is to identify the characteristics of the wastewater produced by PT. X by laboratory testing, design a new WWTP design by considering the results of existing conditions analysis, and technical, economic, and environmental aspects so that WWTP effluent meets quality standards, and also resource recovery. The test results show the quality of PT. X wastewater contains concentration of TSS 8695 mg/L; BOD 7026.32 mg/L; COD 10820 mg/L; TDS 1980 mg/L; Nitrates 15.28 mg/L; Nitrites 0.04 mg/L; Ammonia 0.7194 mg/L; N Total 26.65 mg/L; Oil and Grease 9.274 mg/L; Phosphate 1.86 mg/L; pH 4.7. The new WWTP design processing units include equalization, primary clarifier, coagulation, flocculation, clarifier 1, UASB, extended aeration, and secondary clarifier. The recapitulation of the costs required for this design is Rp. 743,583,583.00. WWTP resource recovery utilizes biogas produced from the anaerobic process of WWTP and is capable to produce 3755.05 kWh/day of electricity.

Key words: WWTP, TSS, BOD, COD, UASB, Extended Aeration, Biogas.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. X (nama perusahaan disamarkan) merupakan salah satu industri yang memiliki fokus bisnis di bidang *fast moving consumer goods* (FMCG), khususnya makanan ringan berupa wafer yang berlokasi di Majalengka, Jawa Barat. Karakteristik air limbah industri makanan mengandung beban pencemar organik dengan konsentrasi tinggi baik dalam bentuk tersuspensi maupun terlarut. Polutan pencemar ini berasal dari proses produksi seperti pencucian dan perebusan bahan baku, serta pencucian alat-alat produksi yang digunakan. Terlihat dari hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa parameter pencemar air limbah PT. X yang paling tinggi adalah TSS sebesar 8695 mg/L, BOD sebesar 7026,32 mg/L, dan COD sebesar 10.820 mg/L.

PT. X saat ini sudah memiliki IPAL untuk mengolah air limbahnya dengan kapasitas maksimum 300 m³/hari. Hasil dari uji laboratorium monitoring kualitas efluen pengolahan IPAL yang pernah dilakukan oleh PT. X menunjukkan bahwa nilai setiap parameter sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Namun, PT. X berencana untuk menambah *plant* produksi baru dan berpotensi menghasilkan tambahan air limbah dengan debit 275 m³/hari. Sementara itu, IPAL *eksisting* PT. X sudah beroperasi mengolah air limbah dengan debit harian 300 m³/hari. Jika air limbah yang dihasilkan unit produksi baru diolah pada IPAL yang sudah ada, hal ini akan mempengaruhi kinerja dari unit-unit pengolahan dan efluen dari IPAL yang sudah ada tidak lagi memenuhi baku mutu.

Untuk mengatasi masalah di atas, perlu dibangun IPAL baru dengan merencanakan desain IPAL yang baru bagi PT. X untuk mengolah debit air limbah tambahan yang dihasilkan oleh *plant* produksi baru dengan mempertimbangkan kualitas dan kuantitas dari air limbah yang dihasilkan, serta analisis dan evaluasi kinerja IPAL yang sudah ada agar dapat memaksimalkan desain IPAL yang baru.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat ditentukan identifikasi masalah dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Potensi pencemaran lingkungan oleh air limbah yang dapat dihasilkan dari proses produksi makanan ringan di PT. X Majalengka.
2. Air limbah hasil dari proses produksi industri makanan ringan di PT. X Majalengka memiliki beban pencemar yang tinggi untuk parameter TSS sebesar 8695 mg/L, BOD sebesar 7026,32 mg/L, dan COD sebesar 10.820 mg/L.
3. Hasil uji laboratorium efluen IPAL eksisting PT. X menunjukkan kualitas efluen sudah memenuhi baku mutu. PT. X akan melakukan penambahan *plant* produksi baru dan menghasilkan tambahan debit air limbah sebesar 275 m³/hari. Penambahan aliran air limbah sebanyak 92% dari debit semula akan berpengaruh besar terhadap performa operasional IPAL yang sudah ada dan kualitas efluen tidak lagi memenuhi baku mutu. Sehingga diperlukan IPAL baru untuk mengolah air limbah tambahan dari proses produksi PT. X.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijelaskan, maka ditentukan rumusan masalah dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik air limbah yang dihasilkan industri makanan ringan PT. X Majalengka?
2. Bagaimana kondisi eksisting Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X Majalengka yang sudah ada dari segi kapasitas dan efisiensi pengolahan?
3. Bagaimana perencanaan *Detail Engineering Design (DED)* Instalasi Pengolahan Air Limbah yang baru agar lebih efektif dan efisien untuk diterapkan PT. X Majalengka?
4. Bagaimana perhitungan Rancangan Anggaran Biaya yang diperlukan untuk pembangunan, pengoperasian, serta pemeliharaan dari Instalasi Pengolahan Air Limbah?

5. Bagaimana pemanfaatan dari efluen Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X Majalengka?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dirumuskan tujuan sebagai berikut.

1. Menganalisis karakteristik air limbah yang dihasilkan industri makanan ringan PT. X Majalengka.
2. Menganalisis dan mengevaluasi kondisi eksisting Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X Majalengka yang sudah ada dari segi kapasitas dan efisiensi pengolahan.
3. Merencanakan *Detail Engineering Design (DED)* Instalasi Pengolahan Air Limbah yang baru agar lebih efektif dan efisien untuk diterapkan PT. X Majalengka.
4. Menghitung Rancangan Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk pembangunan, pengoperasian, serta pemeliharaan dari Instalasi Pengolahan Air Limbah.
5. Menentukan pemanfaatan dari efluen Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X Majalengka.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada tugas akhir ini dilakukan agar perencanaan yang dibahas bisa berfokus pada bahasan tertentu sehingga tidak keluar dari ranah bahasan. Adapun pembatasan masalah pada perencanaan ini adalah sebagai berikut.

1. Ruang Lingkup Kajian

Perencanaan bangunan IPAL PT. X difokuskan untuk mengkaji hal-hal berikut.

- a. Kajian mengenai karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh PT. X.
- b. Kajian mengenai kondisi eksisting PT. X Majalengka
- c. Kajian mengenai perencanaan sistem pengolahan air limbah yang sesuai dengan karakteristik air limbah PT. X.
- d. Kajian mengenai perencanaan pemanfaatan efluen IPAL PT. X.

- e. Kajian mengenai Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk pembangunan IPAL PT. X.
2. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah perencanaan sistem pengolahan air limbah pada tugas akhir ini adalah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan proses produksi PT. X Majalengka.
3. Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan perencanaan bangunan Industri Pengolahan Air Limbah PT. X Majalengka adalah sebagai berikut.

 - a. Mengumpulkan data primer dan sekunder.
 - b. Mengolah data telah dikumpulkan melalui uji laboratorium serta menganalisis data-data yang telah didapat.
 - c. Merencanakan sistem IPAL PT. X yang efektif dan efisien serta sistem pemanfaatan efluen IPAL.
 - d. Merencanakan RAB yang diperlukan untuk pembangunan, pengoperasian, dan pemeliharaan IPAL.

1.6 Rumusan Manfaat

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari perencanaan bangunan IPAL PT. X adalah sebagai berikut.

1. Bagi Perusahaan

Perencanaan ini dapat menjadi masukan dan pertimbangan bagi perusahaan dalam merencanakan bangunan IPAL sehingga nantinya IPAL baru ini dapat lebih efektif dan efisien.
2. Bagi Universitas

Perencanaan ini dapat menjadi tambahan referensi terkait perencanaan sistem pengolahan air limbah industri
3. Bagi Penulis

Perencanaan ini berguna untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang perencanaan sistem pengolahan air limbah industri yang akan berguna juga untuk diterapkan dimasa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambat, R. E. 2015. Perancangan Bak Prasedimentasi. *Jurnal Potensi Vol.17 No 1*.
- Anonim. 2008. *Industrial Wastewater Management, Treatment, and Disposal*. Alexandria: Mc. Graw Hill.
- Anugrah, T. 2013. Efektivitas Campuran Poli Aluminium Klorida (PAC) dan Aluminium Sulfat (Tawas) sebagai Koagulan dalam Pengolahan Air Bersih. *Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK Institut Pertanian Bogor*.
- Ayoub, G.; Hamzeh, A.; Semerjian, L. 2011. *Post treatment of tannery wastewater using lime/bittern coagulation and activated carbon adsorption*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Majalengka. 2023. *Kabupaten Majalengka Dalam Angka*. BPS Kabupaten Majalengka: Kabupaten Majalengka.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Cara Uji Nitrit (NO₂-N) secara Spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. Cara Uji Kadar Fosfat Dengan Spektrophotometer Secara Asam Askorbat. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. Cara Uji Kadar Nitrogen Organik Secara Makro Kjeldahl Dan Titrasi. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*). Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Warna Secara Spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Minyak dan Lemak secara Gravimetri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Nitrat (NO₃-N) dengan Spektrofotometer UV-visibel secara Reduksi Kadmium. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Cara Uji Derajat Keasaman (Ph) Dengan Menggunakan Alat Ph Meter. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solids, TSS) secara gravimetri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Benfield, L. D., dan Randall, C. W. 1980. *Biological Process Design for Wastewater Treatment*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Budiman, A. D. 2008. Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Fakultas Teknik Widya Mandala*.
- Ebeling, J. M., dan Ogden, S. R. 2004. Application of Chemical Coagulation Aids for the Removal of Suspended Solids (TSS) and Phosphorus from the Microscreen Effluent Discharge of an Intensive Recirculating Aquaculture System. *North American Journal of Aquaculture* , 198 - 207.
- Fair, M., dan Gayer, J. C. 1981. *Elements of Water Supply and Wastewater Disposal*. Inggris: Wiley.

- Gebbie, P. 2005. *A Dummy's Guide to Coagulants. 68th Annual Water Industry Engineers and Operators Conference Schweppes Centre. Bendigo.*
- Hadi, W. 2012. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum. Surabaya: ITS Press.*
- Hameed, Y.; Idris, A.; Abdullah, A. 2016. A tannin-based agent for coagulation and flocculation of municipal wastewater: Chemical composition, performance assessment compared to Polyaluminum chloride, and application in a pilot plant. *Journal of Environmental Management.*, 494-503.
- Jenn, N. W. 2006. *Industrial Wastewater Treatment (T. K. Wei (ed.)). Imperial College Press.*
- Krisno, A. 2013. Pemanfaatan Fermentasi pada Bakteri Limbah Kotoran Organisme untuk Menghasilkan Alternatif Bahan Bakar Masa Depan.
- Kurnawan, A. R. 2016. Pembuatan Biogas Dari Vinasse : Limbah Industri Biogas. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.*
- Lier, J. B.; Vashi, A.; Lubbe, J. V.; Heffernan, B. 2015. *Anaerobic Sewage Treatment Using UASB Reactors: Engineering and Operational Aspects.*
- Lin, S. D. 2007. *Water and Wastewater Calculations Manual. New York: McGraw-Hill.*
- Marbun, J. A. 2019. Perencanaan Unit Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Pada IPAL Eksisting Industri Kelapa Sawit Di Riau. *ITS.*
- Muralimohan, N.; Palanisamy, T.; Vimaladevi, M. 2014. Experimental Study on Removal Efficiency of Blended Coagulants in Textile Wastewater Treatment. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 15-20.
- Oktariany, A., dan Kartoharjono, S. 2018. Effect of Coagulant Dosage on Tofu Industry Wastewater Treatment in Combination with Ultrafiltration Process using Polysulfone Membrane. *E3S Web of Conferences.*

- Peavy, H. S.; Rowe, D. R.; Tchobanoglous, G. 1985. *Environmental Engineering*. New York: Mcgraw-hill Book Company.
- Putri, S., dan Kartoharjo, S. 2018. Combination of Coagulation-flocculation and Ultrafiltration Processes using Cellulose Acetate Membrane for Wastewater Treatment of Tofu Industry. *E3S Web of Conferences*.
- Qasim, S. R. 1985. *Wastewater Treatment Plants Planning, Design, and Operations*. USA: CBS College Publishing.
- Razif, M. A. 2014. *Perbandingan Kinerja IPAL Anaerobic Filter Dengan Anaerobic Baffled Reactor Untuk Implementasi di Pusat Perbelanjaan Kota Surabaya*. Surabaya: ITS.
- Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah (Lampiran XLVII). Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Reynolds, T., dan Richards, P. A. 1996. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. Boston: PWS Publishing Company.
- Risdianto, D. 2007. Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul). *Thesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sabilina, P. E.; Setiawan, A.; Afiuddin, A. E. 2018. Studi Penggunaan Dosis Koagulan PAC (Poly Aluminium Chloride). *Kumpulan Jurnal dan Prosiding Elektronik PPNS (Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)*.
- Said, N. I. 2000. Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.
- Said, N. I. 2017. *Tekhnologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Sally, W.; Hartati, E.; Halomoan, N. 2017. Penentuan Jalur Pipa Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik dengan Weighted Ranking Technique WRT di

Kecamatan Bogor Tengah. *Jurnal Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung Volume 23 Nomor 2*, 94-105.

Samudro, G., dan Mangkoedihardjo, S. 2010. Review on BOD, COD, and BOD/COD Ratio: A Triangle Zone for Toxic, Biodegradable and Stable Levels. *International Journal of Academic Research*, Vol. 2. No. 4.

Saragih, B. R. 2010. Analisis Potensi Biogas untuk Menghasilkan Energi Listrik dan Termal pada Gedung Komersil di Daerah Perkotaan. Jakarta: Universitas Indonesia.

Sasse. 1998. *DEWATS : Decentralized Wastewater Treatment System and Sanitation in Developing Countries*. Borda: Bremen.

Sastri, N. N. 2019. Alternatif Pengolahan Instalasi Air Limbah Industri Kecap, Saos, dan Permen Ting-Ting Jahe. National Conference Proceeding on Waste Treatment Technology. Surabaya: Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah - Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Siregar, R. R. 2016. Perbandingan DED IPAL Anaerobic Filter dengan Upflow Anaerobic Sludge Blanket Untuk Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 5, No. 2, D233 – D236.

Soeprijanto. 2010. Pengolahan Vinase Dari Air Limbah Industri Alkohol Menjadi Biogas Menggunakan Bioreaktor UASB.

Sorensen, B. 2007. *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage*. Cambridge: Academic Press.

Sperling, M. V. 2007. *Biological Wastewater Treatment Series Volume One Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. London: IWA Publishing.

Sugiharto. 2005. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.

Tchobanoglous, G., dan Burton, F. L. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. Third Edition*. New York: McGraw-Hill.

- Tchobanoglous, G.; Stensel, H. D.; Burton, F. L. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse. 4th ed.* New York: McGraw Hill Companies, Inc.
- Tchobanoglous, G.; Stensel, H. D.; Tsuchihashi, R.; Burton, F. 2014. *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery. 5th ed.* New York: McGraw Hill Education.
- Tilley, E. 2014. *Compendium of Sanitation Systems and Technologies 2nd Revised Edition.* Duebendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- Zakaria, A.; Sauri, S.; Fadela, D. M.; Wardhani, P. S. 2021. Efisiensi Penurunan Kadar COD, TS, TSS, Kekeruhan, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan Poly Aluminium Chloride dengan metode Jar Test. *Program Studi Pengolahan Limbah Industri, Politeknik AKA Bogor.*