

Nomor Urut: 069 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2022

Laporan Tugas Akhir

DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED)
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
INDUSTRI CARBONATED SOFT DRINKS (CSD)
PT XX KABUPATEN MAJALENGKA, JAWA BARAT



Disusun oleh:

Helena Dian Pramastuti

21080119130055

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 CARBONATED SOFT DRINKS (CSD)
PT XX KABUPATEN MAJALENGKA, JAWA BARAT***

Disusun oleh:

Nama : Helena Dian Pramastuti

NIM : 21080119130055

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 19 September 2023

Menyetujui,

Penguji I

Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T.,Ph.D., IPP.

NIP. 198201202008011005

Penguji II

Ir. Pertiwi Andarani, S.T., M.T.,M.Eng., Ph.D., IPP.


NIP. 198704202014012001

Pembimbing I

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

NIP. 197401311999031003

Pembimbing II

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

NIP. 197310242000031001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


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

NIP. 197401311999031003



ABSTRAK

PT Z merupakan sebuah perusahaan cukup besar yang bergerak pada bidang industri makanan dan minuman. PT Z memiliki beberapa anak perusahaan, salah satunya adalah PT XX. PT Z melalui PT XX berencana memproduksi secara mandiri produk minuman ringan berkarbonasi yang selama ini masih diproduksi di pabrik perusahaan lain. Adanya pabrik baru milik PT XX untuk memproduksi minuman ringan berkarbonasi tersebut akan menghasilkan air limbah yang membutuhkan pengolahan yang tepat guna sebelum dibuang ke badan air, sehingga tidak mencemari lingkungan. Berdasarkan hasil uji laboratorium, calon air limbah PT XX mengandung TSS 135 mg/L, minyak dan lemak 0,073 mg/L, BOD 3931,03 mg/L, COD 5113,33 mg/L, dan pH 4,8. TSS, BOD, dan COD tersebut belum memenuhi baku mutu pada regulasi yang berlaku, sehingga perlu diolah. Teknologi pengolahan yang direncanakan yaitu bak pengumpul, ekualisasi, UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*), dan *secondary clarifier*. Dengan pengolahan tersebut, kandungan pencemar mampu diturunkan hingga di bawah baku mutu yaitu TSS 22,68 mg/L, BOD 9,83 mg/L, dan COD 12,78 mg/L. Debit proses yang direncanakan adalah 320 m³/hari. Estimasi biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan dan operasional IPAL tersebut adalah Rp 1.593.780.099,00. Sebagai bentuk pemanfaatan produk samping IPAL, biogas dari UASB mampu menghasilkan daya listrik sebesar 4192,52 kW/hari.

Kata kunci: IPAL, TSS, BOD, COD, UASB, MBBR, biogas

ABSTRACT

PT Z is a fairly large company engaged in food and beverage industry. PT Z has several subsidiaries, one of the subsidiaries is PT XX. PT Z through PT XX plans to independently produce carbonated soft drinks which are still produced in other company's factory. The new factory owned by PT XX to produce carbonated soft drinks will produce waste water which requires appropriate treatment before being discharged into water bodies, so that it does not pollute the environment. Based on laboratory test results, PT XX prospective wastewater contains TSS 135 mg/L, oil and fat 0.073 mg/L, BOD 3931.03 mg/L, COD 5113.33 mg/L, and pH 4.8. The TSS, BOD, and COD values do not meet the quality standards in the applicable regulations, so it needs to be treated. The planned treatment technologies are collection tank, equalization, UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor), and secondary clarifier. With this treatment, the pollutant content can be reduced to below the quality standards (TSS 22.68 mg/L, BOD 9.83 mg/L, and COD 12.78 mg/L). The design process debit is 320 m³/day. The estimated cost required for the construction and operation of WWTP is IDR 1.593.780.099,00. As a form of utilizing WWTP by-products, biogas from UASB is capable to produce 4192.52 kW/day of electricity.

Keywords: WWTP, TSS, BOD, COD, UASB, MBBR, biogas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada beberapa tahun terakhir, industri minuman non alkohol, termasuk didalamnya industri minuman ringan (*soft drinks*) menjadi salah satu industri makanan dan minuman yang berkembang pesat dan diprediksi akan mengalami peningkatan yang besar karena adanya konsumsi yang besar juga dari masyarakat (Demartini dkk, 2018). Perkembangan industri yang pesat tentunya disertai dengan dampak terhadap lingkungan. Semakin tinggi produktivitas suatu industri, maka semakin banyak air limbah yang dihasilkan. Kualitas air limbah yang buruk dapat mencemari lingkungan dan merusak ekosistem apabila langsung dibuang ke badan air.

PT Z (nama perusahaan disamarkan) merupakan salah satu perusahaan *Fast Moving Consumer Good* (FMCG) yang cukup besar di Indonesia yang bergerak dalam industri makanan dan minuman. PT Z memiliki beberapa anak perusahaan. Salah satunya adalah PT XX yang fokus pada produksi *Carbonated Soft Drinks* (CSD). Salah satu wilayah pabrik milik PT Z terletak di Kabupaten Majalengka, Jawa Barat, saat ini memproduksi berbagai macam produk milik PT Y (memproduksi wafer) yang juga anak perusahaan PT Z. Sampai saat ini, produk minuman ringan berkarbonasi milik PT XX masih diproduksi oleh pabrik perusahaan lain (dimaklonkan). Di wilayah pabrik di Majalengka tersebut, PT Z melalui PT XX berencana memproduksi produk CSD-nya sendiri. Adanya penambahan pabrik baru untuk produksi CSD, tentu akan menimbulkan adanya air limbah baru dengan karakteristik berbeda dari air limbah yang sudah ada yaitu dari produksi wafer.

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang telah selesai dilakukan pada tanggal 17 September 2022 di laboratorium terakreditasi nasional, didapati parameter BOD₅ dan TSS masih tinggi dan belum memenuhi baku mutu Lampiran IX (Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Minuman

Ringan) Permen LH No. 5 Tahun 2014, serta parameter COD masih belum memenuhi baku mutu pada Lampiran XLVII Permen LH No. 5 Tahun 2014.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.1299/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2022, pabrik PT XX di Majalengka ini belum mengikuti pemeringkatan PROPER periode tahun 2021-2022. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap pihak terkait, pabrik PT XX di Majalengka juga belum memiliki pemanfaatan terhadap efluen maupun produk samping IPAL-nya. Salah satu produk samping yang dapat dimanfaatkan adalah biogas dari unit pengolahan biologi anaerobik. Biogas mengandung gas CH₄ (metana) yaitu salah satu gas rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan.

Maka dari itu, sebagai solusi dari masalah yang ada, pabrik PT XX di Majalengka membutuhkan sebuah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) baru untuk mengolah air limbah CSD serta membutuhkan perencanaan pemanfaatan produk samping atau efluen IPAL CSD tersebut dengan memperhatikan aspek teknis, biaya, dan regulasi yang berlaku.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Proses produksi *Carbonated Soft Drinks* (CSD) PT XX Majalengka selama ini masih dilakukan oleh perusahaan lain karena belum memiliki *plant* sendiri untuk produksi CSD.
2. PT XX Majalengka berencana untuk membangun *plant* sendiri untuk memproduksi *Carbonated Soft Drinks* (CSD) milik mereka, sehingga akan ada air limbah yang dihasilkan oleh pabrik PT XX Majalengka.
3. Air limbah dari proses produksi *Carbonated Soft Drinks* (CSD) PT XX Majalengka mengandung beban pencemar yang cukup tinggi yaitu pada parameter TSS, BOD₅, dan COD yang belum memenuhi baku mutu Permen LH No. 5 Tahun 2014.
4. PT XX belum pernah melakukan pemanfaatan kembali efluen maupun produk samping (biogas, lumpur) IPAL.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik air limbah CSD yang akan dihasilkan oleh PT XX Majalengka?
2. Bagaimana perencanaan IPAL yang tepat untuk pengolahan air limbah CSD yang akan dihasilkan oleh PT XX Majalengka?
3. Bagaimana perencanaan pemanfaatan produk samping berupa biogas dari IPAL CSD PT XX Majalengka?
4. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan dan operasional IPAL CSD PT XX Majalengka?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dapat dirumuskan tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik air limbah CSD yang akan dihasilkan oleh PT XX Majalengka.
2. Merencanakan IPAL yang tepat untuk pengolahan air limbah CSD yang akan dihasilkan oleh PT XX Majalengka.
3. Menganalisis dan merencanakan pemanfaatan produk samping berupa biogas dari IPAL CSD PT XX Majalengka.
4. Menghitung biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan dan operasional IPAL CSD PT XX Majalengka.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan untuk memfokuskan bahasan dan analisa yang akan dibuat dalam tugas akhir ini. Dalam perencanaan ini, batasan masalah dibagi dalam tiga ruang lingkup yaitu:

1.5.1 Ruang Lingkup Kajian

Ruang lingkup kajian perencanaan IPAL CSD PT XX Majalengka difokuskan menjadi:

1. Kajian karakteristik air limbah yang akan dihasilkan dari kegiatan produksi CSD PT XX Majalengka.
2. Kajian perencanaan IPAL yang tepat untuk pengolahan air limbah dari industri CSD PT XX Majalengka.
3. Kajian pemanfaatan produk samping berupa biogas IPAL industri CSD PT XX Majalengka.
4. Kajian Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pembangunan dan operasional IPAL industri CSD PT XX Majalengka.

1.5.2 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah perencanaan mencakup perencanaan pengolahan air limbah yang dihasilkan dari proses produksi *Carbonated Soft Drinks* PT XX Majalengka.

1.5.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan perencanaan IPAL CSD PT XX Majalengka antara lain:

1. Mengumpulkan data primer dan sekunder melalui observasi lapangan, wawancara, dan pengujian di laboratorium.
2. Menganalisis data primer dan sekunder yang didapat.
3. Merencanakan *Detail Engineering Design* (DED) IPAL industri CSD PT XX Majalengka sesuai data karakteristik air limbah dan data penunjang yang sudah dimiliki.
4. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pembangunan dan operasional IPAL industri CSD PT XX Majalengka.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut:

1.6.1 Bagi Perusahaan

Hasil perencanaan dalam tugas akhir ini mampu dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk membangun IPAL industri CSD PT XX Majalengka.

1.6.2 Bagi Universitas

Hasil perencanaan ini dapat diarsipkan oleh universitas sebagai tambahan referensi terkait perencanaan sistem pengolahan air limbah industri, khususnya industri CSD.

1.6.3 Bagi Penulis

Penyusunan tugas akhir ini berguna untuk menambah wawasan dan kemampuan penulis untuk dapat mengaplikasikan teori-teori yang didapatkan selama menempuh pendidikan pada Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, khususnya dalam ranah perencanaan IPAL industri.

1.6.4 Bagi Pembaca

Pembaca dapat menambah wawasan mengenai perencanaan IPAL, khususnya IPAL industri CSD, serta dapat dijadikan referensi untuk penyusunan tugas yang relevan dengan topik tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1998. *Standards Method for Examination of Wastewater 20th Edition*. American Public Health Association 1015. Fifteenth street, N. W. Washington DC 2005-2605. PP: 2-57-2-58.
- Ariunbaatar, J., Bair, R., Ozcan, O., Ravishankar, H., Esposito, G., Lens, Piet N. L., dan Yeh, Daniel H. Performance of AnMBR in Treatment of Post-Consumer Food Waste: Effect of Hydraulic Retention Time and Organic Loading Rate on Biogas Production and Membrane Fouling. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, Volume 8*. <https://doi.org/10.3389%2Ffbioe.2020.594936>
- Crittenden, John C., Trussel, R. Rhodes, Hand, David W., Howe, Kerry J., Tchobanoglous, George, Borchardt, James H. 2012. *MWH's Water Treatment Principles and Design Third Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Darmasetiawan. 2001. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Bandung: Yayasan Suryono.
- Davis, M. L. 2010. *Water and Wastewater Engineering*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Demartini, M., Pinna, C., Aliakbarian, B., Tonelli, F., Terzi, S. 2018. Soft Drink Supply Chain Sustainability: A Case Based Approach to Identify and Explain Best Practices and Key Performance Indicators. *Sustainability Journal*. <https://doi.org/10.3390/su10103540>
- Deublein, Dieter dan Angelika Steinhäuser. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
- Dirjen Cipta Karya. 2013. *Buku A: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Dirjen Cipta Karya. 2018. *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengolahan Air Limbah Terpusat (SPALD-T)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Droste, Ronald dan Ronald Gehr. 2019. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment (Second Edition)*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Falletti, L., Pozza, M., dan Veggo, N. 2015. Beverage Industry Wastewater Treatment with Two-Stage MBBR Plant. *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)*, 3(2), 54-55.
- GLUMRB. 2004. *Recommended Standards for Wastewater Facilities*. New York: Great Lakes-Upper Mississippi River Board of State and Provincial Public Health and Environmental Managers, Health Education Services.
- Geankoplis, Christie John. 1993. *Transport Processes and Separation Process Principle, 4th Edition*. New Jersey: Pearson Education International.
- Hermanto dan Arba Susanty. 2015. Produksi Biogas dari Limbah Kelapa Sawit Menggunakan Bioreaktor Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 9(1), 57-63. <http://ejournal.kemenperin.go.id/jrti/article/view/1704>

- Keputusan Bupati Majalengka No. 900/Kep.776A-EkBang/2020 tentang Standar Belanja Daerah di Kabupaten Majalengka untuk Tahun Anggaran 2021.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.1299/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2022 tentang Hasil Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 2021 – 2022.
- Lin, Shun Dar. 2007. *Water and Wastewater Calculation Manual* (C. C. Lee (ed.); Second). McGraw-Hill Companies.
- Liu, H. F. 1997. Wastewater Treatment. In *Environmental Engineers's Handbook*, 2nd ed. New York: Lewis Publishers.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Qasim, Syed R. dan Guang Zhu. 2018. *Wastewater Treatment and Reuse: Theory and Design Examples, Volume 1: Principles and Basic Treatment*. Texas: CRC Press.
- Qasim, Syed R. dan Guang Zhu. 2018. *Wastewater Treatment and Reuse: Theory and Design Examples, Volume 2: Post-Treatment, Reuse, and Disposal*. Texas: CRC Press.
- Said, N. I. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Erlangga.
- Sasse, Ludwig. 1998. *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Bremen: BORDA
- Sidek, L. M, Mohiyaden, H. A., Basri, H., Hayder, G., Salih, A., Birima, A. H., Ali, Z., Fauzan, A., Nasir, M. 2015. Experimental Comparison Between Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) and Conventional Activated Sludge (CAS) for River Purification Treatment Plant. *Advanced Materials Research*, 1113, 806-811.
- Sorensen, Bent. 2007. *Renewable Energy Conservation, Transmission, and Storage*. New York: Academic Press (AP).
- Standar Nasional Indonesia Nomor 06-6989.23-2005 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Suhu dengan Termometer.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 06-6989.31-2005 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer secara Asam Askorbat.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 06-6989.52-2005 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Kadar Nitrogen Organik Secara Makro Kjeldahl dan Titrasi.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.2:2019 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.3:2019 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS) secara Gravimetri.
- Standar Nasional Indonesia nomor 6989.10:2011 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Minyak Nabati dan Minyak Mineral secara Gravimetri.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.11:2019 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter.

- Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.72:2009 tentang Air dan Air Limbah: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD).
- Suparno, Sastra M. dan Marlina Endy. 2005. *Perencanaan dan Pengembangan Perumahan*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Suprihatin, H. 2018. Pengolahan Limbah Cair Pembuatan Minuman Ringan dengan Reaktor Semiaerobik, TCPS, Reaktor Anaerobic Dua Tahap. *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*, 5(1), 20-26. <http://dx.doi.org/10.31258/dli.5.1.p.20-26>
- Tchobanoglous, G., Burton, Franklin L., dan Stensel, H.David. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse (Fourth Edition)*. New York: McGraw Hill Companies, Inc.
- Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., Burton, F., Abu-Orf, M., Bowden, G., dan Pfrang, W. 2014. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (Fifth Edition)*. New York: McGraw-Hill Education.
- Triadmdjo, Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). 2002. *Wastewater Technology Fact Sheet Anaerobic Lagoons*.
- Van Lier, J. B., Vashi, A., Van der Lubbe, J., Heffernan, B. 2015. *Anaerobic Sewage Treatment Using UASB Reactors: Engineering and Operational Aspects*.
- WEF. 1998. *Design of Municipal Wastewater Treatment Plants (4th Edition)*. Virginia: Water Environment Federation Manual of Practice.
- Wintolo, Marhento dan Rochman Isdiyanto. 2011. Prospek Pemanfaatan Biogas dari Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka. *Jurnal Ketenagalistrikan dan Energi Terbaru*, 10(2), 103-112. ketjurnal.p3tkebt.esdm.go.id/index.php/ket/article/view/120/83