

Nomor Urut : 243 A/UN7.5.3.4.TL/PP/2021

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN DESAIN PENGOLAHAN AIR LINDI
PADA TPA SUPIT URANG, KOTA MALANG**



Disusun oleh :

Amanah Insani Kamila

21080118120045

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul :

PERENCANAAN DESAIN PENGOLAHAN AIR LINDI PADA TPA SUPIT URANG, KOTA MALANG

Disusun oleh :

Nama : Amanah Insani Kamila
NIM : 21080118120045

Telah disetujui dan disahkan pada,
Hari : Selasa
Tanggal : 27 Juni 2023

Menyetujui,

Penguji I

Penguji II

Dr. Ling. Ir. Sri Sumiyati, S.T., M. Si, IPM.
NIP. 197103301998022001

Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197208302000031001

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T.
NIP. 197310242000031001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

ABSTRAK

Lindi yang diperoleh pada TPA berasal dari sumber eksternal, seperti drainase permukaan, curah hujan, air tanah, dan air dari mata air bawah tanah serta cairan yang dihasilkan dari dekomposisi sampah. Lindi yang dihasilkan TPA Supit Urang, Kota Malang sejalan dengan jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA. Hal ini perlunya pengolahan terlebih dahulu, sebelum lindi dibuang ke lingkungan. Metode perencanaan debit lindi yang digunakan adalah metode rasional didapatkan sebesar 622,71 m³/hari. Kualitas lindi yang belum terolah dan hasil uji laboratorium, yaitu TSS (748 mg/L), BOD₅ (4.020 mg/L), COD (13.430 mg/L), dan Salinitas (7,85 ppt). Oleh karena itu, diperlukan perencanaan instalasi pengolahan air lindi yaitu berupa kolam penampung lindi, elektrokoagulasi, ozonasi, ABR, kombinasi biofilter, MBR, dan constructed wetland. Pemanfaatan pada effluent lindi menggunakan multimedia filter. Peningkatan rasio BOD/COD dan penurunan salinitas menggunakan pengolahan secara fisika-kimia agar dapat diolah dengan cara biologis sehingga diperlukan kombinasi tersebut yaitu elektrokoagulasi dan ozonasi. Biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan unit IPL sebesar Rp 9.769.368.685,25,-.

Kata kunci : lindi, IPL, TPA, rasio BOD/COD, elektrokoagulasi

ABSTRACT

Leachate obtained at landfill comes from external sources, such as surface drainage, rainfall, groundwater, and water from underground springs as well as liquids resulting from waste decomposition. Leachate produced by the Supit Urang landfill, Malang City is in line with the amount of waste generation that goes to the landfill. This requires processing before leachate is discharged into the environment. The leachate discharge planning method used is the rational method obtained at 622.71 m³/day. Unprocessed leachate quality and laboratory test results, namely TSS (748 mg/L), BOD₅ (4,020 mg/L), COD (13,430 mg/L), and Salinity (7.85 ppt). Therefore, it is necessary to plan a leachate treatment plant, namely in the form of leachate storage ponds, electrocoagulation, ozonation, ABR, biofilter combination, MBR, and constructed wetlands. Utilization of leachate effluent using multimedia filters. Increasing the ratio of BOD/COD and decreasing salinity uses physico-chemical processing so that it can be processed in a biological way so that a combination is needed, namely electrocoagulation and ozonation. The cost required in the construction of the leachate treatment plant unit is IDR 9,769,368,685.,25,-.

Keywords : *leachate, leachate treatment plant, landfill, BOD/COD ratio, electrocoagulation*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena yang berkaitan terhadap permasalahan lingkungan paling umum terjadi di wilayah Indonesia, terutama wilayah Kota Malang yaitu persampahan. Seiring dengan adanya penambahan populasi kelompok masyarakat serta berbagai aktivitas yang memengaruhi beberapa sektor dalam Pemerintahan Kota Malang, mengakibatkan timbulan sampah terus meningkat. Kota Malang merupakan kota metropolitan kedua sewilayah Provinsi Jawa Timur sesudah Surabaya dan memiliki fasilitas pariwisata, pendidikan, komersial dan industri. Selain itu, menurut Badan Pusat Statistik Kota Malang pada tahun 2021, pertumbuhan kelompok masyarakat di wilayah Kota Malang sebesar 0,69% per tahun dan jumlah kelompok masyarakatnya mencapai 933.739 orang. Timbulan sampah yang masuk dan diterima oleh TPA Supit Urang, Kota Malang sebanyak \pm 665,02 ton/hari. Hal ini akan meningkatkan jumlah sampah yang pada akhirnya akan ditimbun, yang juga dapat meningkatkan jumlah lindi yang dihasilkan. Cairan pekat atau biasa disebut dengan lindi (*leachate*) dapat didefinisikan sebagai cairan yang diekstraksi dari zat terlarut atau tersuspensi (biasanya dari air hujan masuk menembus menuju tempat pemrosesan akhir) dan diperoleh dari proses pencampuran atau infiltrasi dari limbah padat. Sebagian besar lindi di TPA terdiri dari cairan yang masuk ke TPA yang biasanya bersumber dari faktor eksternal, misalnya drainase permukaan, presipitasi, air tanah, dan mata air bawah tanah serta cairan hasil pembusukan sampah. Oleh karena itu, lindi (*leachate*) harus melalui tahapan pengolahan terlebih dahulu sebelum memasuki lingkungan.

Kota Malang memiliki 1 (satu) tempat pemrosesan akhir atau disingkat dengan TPA yang bernama Supit Urang, lokasinya berada pada Jalan Terusan Rawisari No. 1, tepatnya di Desa Mulyorejo, Sukun, Kota Malang. TPA tersebut telah beroperasi sejak 1993 dan memiliki luas lahan eksisting 31,25 hektar. TPA Supit Urang lama merupakan TPA yang dioperasikan dengan menggunakan *controlled landfill* dan memiliki fasilitas instalasi pengolahan lindi (IPL) yang

terdiri dari bak ekualisasi, tanpa fasilitas pengolahan biologi atau kimia. Pada tahun 2019, IPL ini mengalami kerusakan akibat kebakaran besar dan memerlukan perbaikan terhadap instalasi pengolahan air lindi. Selain itu, lindi hanya tertampung pada bak ekualisasi saja, tanpa adanya pengolahan lanjutan, dan akses ke IPL lama sangat sulit sehingga menghambat proses pemantauan dan pemeliharaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dengan adanya lahan pengembangan baru di area Tempat Pemrosesan Akhir Supit Urang, maka dapat melakukan perencanaan desain mengenai IPL pada Tempat Pemrosesan Akhir Supit Urang serta timbunan sampah pada TPA menggunakan sistem *sanitary landfill* sehingga lindi yang didapatkan bisa ditangani secara tepat dan tanpa memberikan dampak buruk pada lingkungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Sehubungan dengan latar belakang masalah, maka penulis mengemukakan identifikasi masalah untuk menyusun Laporan Tugas Akhir, antara lain :

1. Meningkatnya jumlah timbulan sampah Kota Malang sejalan dengan meningkat pula hasil lindinya pada TPA Supit Urang, sehingga membutuhkan pengolahan lanjutan supaya tidak berdampak langsung pada lingkungan sekitar TPA serta mutu *effluent* lindi bisa mencukupi standar lindi mengacu pada PermenLHK No. 59 tahun 2016 mengenai Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.
2. Fasilitas IPL terhadap TPA eksisting yang mengalami kerusakan akibat kebakaran besar pada tahun 2019 dan jalan akses menuju IPL lama sangat sulit sehingga menghambat proses *maintenance*. Maka diperlukan perencanaan desain IPL pada lahan pengembangan TPA baru agar lindi yang dihasilkan dapat tertampung dan terkelola dengan baik.
3. Memanfaatkan hasil *effluent* dari pengolahan air lindi dengan teknologi yang tepat sebagai siram tanaman agar hasil *effluent* tidak terbuang secara percuma.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan sebelumnya, maka perumusan permasalahan yang hendak dikaji pada laporan penelitian, meliputi :

1. Bagaimana keadaan lokasi eksisting Pengolahan Lindi (*leachate*) yang terdapat di TPA Supit Urang?
2. Bagaimana karakteristik lindi di area TPA Supit Urang?
3. Bagaimana rencana desain Pengolahan Lindi yang tepat dan dapat diterapkan di area TPA Supit Urang?
4. Teknologi apa saja untuk memanfaatkan *effluent* air lindi di TPA Supit Urang?
5. Berapa kebutuhan RAB dalam membangun Pengolahan Lindi pada lahan pengembangan baru TPA Supit Urang?

1.4 Rumusan Tujuan

Berlandaskan perumusan permasalahan yang tertera diatas, dapat diperoleh rumusan tujuan, meliputi :

1. Menganalisis kondisi lokasi eksisting Pengolahan Lindi (*leachate*) yang ada di area TPA Supit Urang.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik lindi di area TPA Supit Urang.
3. Merencanakan desain Pengolahan Lindi yang tepat dan diterapkan di area TPA Supit Urang, berdasarkan sistem *sanitary landfill*.
4. Merencanakan teknologi yang dapat mengolah hasil *effluent* air lindi di area TPA Supit Urang.
5. Memperkirakan kebutuhan RAB dalam membangun Pengolahan Lindi pada lahan pengembangan baru TPA Supit Urang.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah terkait dengan Perencanaan Desain IPL (*leachate*) di area TPA Supit Urang, Kota Malang terbagi menjadi beberapa cakupan, meliputi :

1.5.1 Ruang Lingkup Kajian

Rencana Desain IPL pada area TPA Supit Urang, Kota Malang dikembangkan dengan mempertimbangkan banyak hal, antara lain :

1. Kajian mengenai kondisi lokasi eksisting Pengolahan Lindi dan gambaran wilayah studi secara umum di area TPA Supit Urang.
2. Kajian mengenai karakteristik lindi pada area TPA Supit Urang.

3. Kajian mengenai perencanaan desain Pengolahan Lindi di lahan pengembangan baru TPA Supit Urang.
4. Kajian mengenai perencanaan teknologi pemanfaatan hasil *effluent* air lindi pada lahan pengembangan baru TPA Supit Urang.
5. Kajian mengenai RAB, kemudahan dalam pengoperasian, dan *maintenance* pada rencana desain Pengolahan Lindi pada lahan pengembangan baru TPA Supit Urang.

1.5.2 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup daerah wilayah Perencanaan Desain Pengolahan Air Lindi pada laporan Tugas Akhir ini adalah lahan pengembangan baru Tempat Pemrosesan Akhir Supit Urang, berlokasi pada Desa Mulyorejo, Sukun, Kota Malang, dan beralamat pada Jalan Terusan Rawisari No. 1, RT 10/RW 5.

1.5.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan dalam rencana desain IPL Tempat Pemrosesan Akhir Supit Urang, meliputi:

1. Mengumpulkan beberapa data yang dibutuhkan (data primer dan data sekunder).
2. Menganalisis data-data yang telah terkumpul.
3. Merencanakan desain IPL yang cocok dengan kualitas dan kuantitas lindi yang dihasilkan.
4. Merencanakan teknologi yang dapat memanfaatkan hasil *effluent* dari pengolahan air lindi di area TPA Supit Urang.
5. Menghitung kebutuhan RAB untuk membangun, mengoperasikan, serta pemeliharaan desain IPL di area TPA Supit Urang.
6. Merencanakan *Standar Operational Procedure* (SOP) secara ringkas dan sistem tanggap darurat pada desain pengolahan air lindi di area TPA Supit Urang.

1.6 Rumusan Pemanfaatan

Berikut rumusan pemanfaatan yang dapat diperoleh dari Perencanaan Desain IPL di area TPA Supit Urang, meliputi:

1. Bagi Pemerintah

Perencanaan ini dapat sebagai masukan dan pertimbangan bagi Pemerintah Kota Malang atau kota-kota lainnya dalam merencanakan IPL TPA sehingga hasil *effluent* air lindi dapat sesuai dengan baku mutu dan tidak mencemari lingkungan.

2. Bagi Universitas

Perencanaan ini dapat digunakan sebagai tambahan referensi terkait air limbah khususnya air lindi dalam perencanaan desain IPL TPA.

3. Bagi Penulis

Perencanaan ini bisa dipergunakan untuk memperoleh ilmu pengetahuan serta wawasan baru terkait Perencanaan Desain Pengolahan Air Lindi TPA sesuai karakteristik air lindi serta dapat berguna untuk ke depannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinbile, et al. 2012. *Landfill Leachate Treatment Using Sub – Surface flow Constructed Wetland by Cyperus Haspan*. Waste Management, 32 : 1387 – 1393. Hu, et al. 2017. *Surplus Sludge Treatment in Two Sludge Treatment Beds Under Subtropical Condition in China*. Environmental Biotechnologies for Sustainable Development (EBSuD), 119 (Supplement C), 377 – 386.
- Altae, A., dan Sharif, A. 2014. *Pressure retarded osmosis : advancement in the process applications for power generation and desalination*. Elsevier (2014), 1-5.
- Afrina, Khairullah, dan Helmi. 2020. *Analisis Kualitas Air Drainase Irigasi Langkah-Jambo Aye Akibat Pengaruh Pasang Surut Untuk Budidaya Padi Sawah di Desa Meunasah Tingkeum Kecamatan Madat Kabupaten Aceh Timur*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, Volume 5, Nomor 1, Februari 2020.
- Aslam, MM, MA Baig, I. Hassan, IA Qazi, M. Malik, dan H. Saeed. 2004. *Karakteristik Air Limbah Tekstil dan reduksi COD dan BOD-nya Secara Oksidasi, Elektron*. Jurnal Lingkungan. Pertanian, Kimia Makanan, 3 (6) : 804 – 811.
- Andiese, Vera Wim. 2011. *Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga dengan Metode Kolam Oksidasi*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu. Infrastruktur, Vol. 1 No. 2, Desember 2011 : 103 – 110.
- Alwi, D. A. 2022. *Unjuk Kerja Hybrid Constructed Wetland Kombinasi dengan Konsorsium Bakteri untuk Removal Kandungan Logam, TSS, dan Warna pada Air Limbah Tenun*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Astuti, Ulvi. 2014. *Pengolahan Air Payau Menggunakan Elektrodialisis dan Ozon*. Program Magister, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Tesis.
- Baskar, G., V.T. Deeptha, A.A. Rahman. 2009. *Treatment of Wastewater from Kitchen in an Institution Hostel Mess using Constructed Wetland*. International Journal of Recent in Engineering, 1 (6) : 54 – 58.
- Borglin, S.E., Hazen, T.C., and C. M. Oldenburg. 2004. *Comparison of Aerobic and Anaerobic Biotreatment of Municipal Solid Waste*. Air and Waste Management Association, 54 : 815 – 822.
- Boyd, C.E. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier, Amsterdam, 318.
- BPS Kota Malang. 2012 – 2021. *Kota Malang dalam angka 2012 - 2021*. Badan Pusat Statistik Kota Malang.
- BMKG Kota Malang. 2011 – 2020. *Klimatologi Kota Malang*. Kota Malang.
- Bappeda Kota Malang. 2020. *Gambaran Umum Kota Malang*. Statistika Kota Malang.
- Chian, E.S.K, dan F.B. De Walle. 1976. *Sanitary Landfill Leachates and Their Treatment*. Journal of Environmental Engineering Division, 102 (2) : 411 – 431.

- Cohen, Julius B. 1910. *Practical Organic Chemistry*. Second Edition. London.
- Damanhuri, Enri. 1995. *Teknik Penanganan Dan Pembuangan Akhir*. Bandung Teknik Lingkungan ITB.
- Damanhuri, Enri. 1996. *Teknik Pembuangan Akhir Sampah*. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Bandung :Institut Tekonologi Bandung.
- Damanhuri, Enri. 2008. *Diktat Landfilling Limbah*. Bandung : Institut Tekonologi Bandung.
- Damanhuri, Enri dan Padi, Tri. 2010. *Pengelolaan Sampah Edisi Semester I – 2010/2011*. Bandung: Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA)*. Jakarta : Ekamitra Engineering.
- Dokumen PT. PP. 2020. *Perencanaan Lahan Pengembangan Baru TPA Supit Urang, Kota Malang*. Malang.
- Dokumen TPA. 2020. *Gambaran Umum TPA Supit Urang Kota Malang*. Malang.
- Dan, et al. 2011. *Treatment of High – Strength Wastewater in Tropical Constructed Wetlands Planted with Sesbania Sesban : Horizontal Subsurface Flow versus Vertical Downflow*. *Ecological Engineering*, 37 : 711 – 720.
- Droste, R. 1997. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. USA: John Wiley and Sons Inc.
- Dallas, S. 2006. *Constructed Wetland for Waste Water Treatment*. Presentasi *Sustainable Sanitation and Wetland Technology* (Workshop, 2006) : ITC Murdoch University, IEMT Universitas Merdeka, Malang.
- Deltreil, Jean Pierre. 2003. *Mechanical Dewatering Using Filter Presses Technology*. Limoges, France.
- El-Fadel, M., E. Bou-zeid, dan W.Chahine. 2003. *Landfill Evolution and Treatability Assessment of High-Strength Leachate from MSW with High Organic and Moisture Content*. *International Journal Environment Studies*, 60 (6) : 603 – 615.
- Effendi,H. 2003. *Telaah Kualitas Air (Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan)*. Yogyakarta : Kanisius.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Firdaus, M., Suherman, S., dan Ryansah, M. 2020. *Teknologi dan Metode Pengolahan Limbah Cair sebagai Pencegahan Pencemaran Lingkungan*. *Jurnal Unsika*, 5 : 232 – 238.
- Fildzah, A, Zaman, B., dan Purwono. 2017. *Pemanfaatan Sistem Microbial Fuel Cell (MFC) sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif pada Pengolahan COD dalam Lindi Menggunakan Rumput Belulang (Eleusine indica)*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 6, No. 2.
- Foxon, K., Pillay, S., Lalbahadur, T., Rodda, N., Holder, F., & Buckley, C. 2004. *The anaerobic baffled reactor (ABR): An appropriate technology for on-site sanitation*. *Water South African*, 44-50.
- Gilbert M, Prihanto D, dan Suprihatin A, 1996. *Konsep Pendidikan Lingkungan Hidup dan ” Wall Chart ”*. Malang.

- Hamid, A, & Razif, M. 2014. *Perbandingan Desain IPAL Proses Attach Growth Anaerobic Filter dengan Suspended Growth Anaerobic Baffled Reactor untuk Pusat Pertokoan di Kota Surabaya*. Jurnal Teknik Pormits,3.
- Hadiwidodo, Mochtar, dkk. 2012. *Pengolahan Air Lindi dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob dan Wetland*. Jurnal Teknik Lingkungan.
- Holt, P, Barton, G, dan Mitchell, C. 2004. *Electrocoagulation as a wastewater treatment*. Department of Chemical Engineering, The University of Sydney, New South Wales.
- Hudson, Kerri. 2010. *Operational Performance of the Anaerobic Baffled Reactor Used to Treat Wastewater from a Peri Urban Community*. Research for Master of Science University of the Witwatersrand Johannesburg-South Africa.
- Hardyanti, Nurandani. 2009. *Evaluasi Instalasi Pengolahan Lindi Tempat Pembuangan Akhir Putri Cempo Kota Surakarta*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Houghtalen, Robert J, Akan, Osman A, and Hwang, Ned, H.C. 1996. *Fundamental of Hydraulic Systems*, Fourth Edition. Pearson Higher Education, Inc. United States of America.
- Hermawan, Beni, dkk. 2007. *Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri*. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Herman, Z.D. 2006. *Tinjauan terhadap Tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa Pengolahan Biji Logam*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1, No.1.
- Ismail, Hana M. 2011. *Pemodelan Total Nitrogen pada Sungai Pesanggrahan akibat Input Lindi TPA Cipayung Kota Depok berupa Beban Impuls*. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia, Depok. Skripsi.
- Judd, S. 2006. *The MBR Book : Principles and Application of Membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment*. Elsevier, Oxford.
- Jayasena, et al. 2013. *Leachate Treatment by Constructed Wetland*. Proceeding ACEPS.
- Kausar, Engkos, dkk. 2017. *Studi Evaluasi Pemanfaatan Sampah Menjadi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.
- Kadlec, Robert H., and Wallace, Scott D. 2009. *Treatment Wetlands, Second Edition*. CRC Press.
- Kewu, P, and G. Wenqi. 2008. *Biodegradability Enhancement of Municipal Landfill Leachate*. Water Science and Engineering, 1 (4) : 89 – 98.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. 2016. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Kusnoputranto Haryoto. 2000. *Kesehatan Lingkungan*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta.

- Kurniawan, R., Hendriarianti, E, dan Ratna, C. D. 2020. *Fitoremediasi dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, Amoniak, dan Fosfat di Outlet IPAL MCK Terpadu Tlogomas Kota Malang dengan Menggunakan Tanaman Penahan Erosi*. Jurnal Enviro, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Lankford, P.W., and W. W. Eckenfelder.1990. *Toxicity Reduction in Industrial Effluents*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Langlais, B., D. A. Rechow, and D. R. Brink. 1991. *Ozone in Water Treatment : Application and Engineering* . Lewis Publishers, Chelsea.
- Lee, C.G, et al. 2009. *Nitrogen Removal in Constructed Wetland Systems*. Engineering in Life Sciences. 1 : 11 – 22.
- Lee, A. H., Nikraz, H., Hung, Y. T. 2010. *Influence of Waste Age on Landfill Leachate Quality*. International Journal of Environmental Science and Development, 1(4), 347.
- Metcalf & Eddy. 1991. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse*. Third Edition. McGraw-Hill, New York.
- Mangkoedihardjo, S. 2006. *Biodegradability Improvement of Industrial Wastewater using Hyacinth*. Journal of Applied Sciences, 6 (6) : 1409 – 1414.
- Mollah, M. Y. A. 2004. *Fundamentals, Present, and Future Perspectives of Electrocoagulation*. Journal of Hazardous Materials, B114. 199-210.
- Maulana, M., Halim, W., dan Mahfud. 2013. *Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi Menggunakan Metode Steam-Hydro Distillation dan Hydro Distillation dengan Pemanas Microwave*. Jurnal Teknik Pomits, Vol. 2, No. 2 (2013). ISSN : 2337-3539.
- Mukimin, Aris. 2021. *Teknologi Pengolahan Air dan Air Limbah Berbasis AOP*. PRLTB-BRIN. Presentasi.
- Murjito. 2008. *Desain Alat Penangkap Gas Methan Pada Sampah Menjadi Biogas*. Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Morel, A., Diener, S. 2006. *Greywater Management in Low and Middle-Income Countries, Review of Different Treatment Systems for Households or Neighbourhoods*. (SANDEC Report No. 14/06). Duebendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science (EAWAG), Department of Water and Sanitation in Developing Countries (SANDEC).
- Novita, A. Julia, H. Rahmawati, N. 2019. *Tanggap Salinitas Terhadap Pertumbuhan Bibit Akar Wangi (Vetiveria zizanioides L.)*. Vol. 13, No. 2 (2019), Hal 1-4, ISSN : 1978-5054.
- Novita, A, Saragih, S, Lubis, E, Cemda, A. R., Fitria, Susanti, R, Nora, S, Basri, A. H. H., dan Mariana, M. 2020. *Provide Student Knowledge About How Response On Growth of Vetiver Seeds (Vetiveria zizanioides) in Saline Soil to Ascorbic Acid on Field Practice Learning of Plant Physiology*. Jurnal Serambi Ilmu : Journal of Scientific Information and Educational Creativity, Vol. 22, No. 1 (2020), p. 126.

- Phratap, M.G, et al. 2014. *Leachate Treatment using Constructed Wetlands Technique*. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR – JESTFT). 8 (5) : 7 – 9.
- Pohland, F.G., and S. R. Harper. 1985. *Critical Review and Summary of Leachate and Gas Production from Landfills*. U.S. Environmental Protection Agency, Ohio.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2021. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Pemerintah Pusat. LN.2021/No.32, TLN No. 6634, jdih.setkab.go.id : 374 halaman.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2021. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup*. MenLHK.
- Partogi, S.F. 2017. *Perencanaan Detail Engineering Design (DED) Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Regional Kota Surakarta Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar*. Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro, Semarang. Skripsi.
- Purnomo, Dedy. 2014. *Pengaruh Salinitas Penyerapan Air dan Kation Anion terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (Vigna radiate)*. Program Studi Pendidikan Biologi FKIP. Universitas Riau.
- Qasim, S. R, & Chiang, W. 1994. *Sanitary Landfill Leachate*. Technomic Publication.
- Qasim, Syed, R, and Zhu, Guang. 2018. *Wastewater Treatment and Reuse : Theory and Design Examples (Volume 1 : Principles and Basic Treatment)*. CRC Press. Dallas, Texas.
- Rahmayanti, Ardhana; Faradila, Reta S; Masrufah, Ani; Sari, Puput A.P. 2022. *Pengolahan Lindi Menggunakan Advanced Oxidation Process (AOPs) Berbasis Ozon*. Journal of Research and Technology Vol. 8 No. 1 Juni 2022 : 141-148.
- Rahayu, H.L, dan Purnavita, S. 2007. *Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Ranjungan (Portunus pelagicus) untuk Adsorben Ion Logam Merkuri*. Jurnal Reaktor. Vol. 11, No,1.
- Raras, Kartika. 2007. *Detail Engineering Design (DED) Instalasi Pengolahan Air Lindi TPA Muarareja Kota Tegal*. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro.
- Rizqia, L.Z., dan Slamet, A. 2021. *Perencanaan Revitalisasi Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPL) TPA Gunung Panggung, Kabupaten Tuban*. Jurnal Teknik ITS Vol. 10, No. 02. Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, ITS. Surabaya.
- Reinhart, D.R., and C.J. Grosh. 1997. *Analysis of Florida MSW Landfill Leachate Quality Data*. Report to the Florida Center for Solid and Hazardous Waste Management (March).
- Resty, P., Sinto, W, dan Slamet, S. 2013. *Budidaya Tanaman Akar Wangi (Vetiveria zizanioides) dalam Wadah*. Vol. 1, No. 4. P-ISSN : 2337-3407. E-ISSN : 2614-3194.

- Riansyah, E., Wesen, P. 2012. *Pemanfaatan Lindi Sampah Sebagai Pupuk Cair*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Vol 4 No 1.
- Romli, et al. 2004. *Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif Untuk Pengolahan Air Lindi Sampah (Leachate)*. Jurnal Teknik Industri, Vol. 14 (2), Hal 56 – 66.
- Said, NI. 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Proses Biologis*. (dalam Herlambang, Arie, dkk. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*. Jakarta : Pusat Pengkajian dan penerapan Teknologi Lingkungan BPPT dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Pemerintah Kota Samarinda).
- Sari, F, D., Sururi, R, M. dan Ainun, S. 2017. *Penyisihan Kekeruhan dan DHL Lindi dengan menggunakan Advanced Oxidation Process (AOP) pada reactor kontinu*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, 5, Hal 1 – 12.
- Said, NI. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah : Teori dan Aplikasi*. BPPT. Erlangga. Jakarta.
- Salvado, H., Mas, M., Menendez, S., dan Gracia,P. 2001. *Effects of shock loads of salt on protozoan communities of activated sludge*. Actaprotozoo, 12001, 40 : 177-185.
- SNI. 1994. *SNI 03 – 3241 – 1994: Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*. Badan litbang PU, Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI. 2019. *SNI 19 – 2454 – 2002 : Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. BSN.
- SNI. 2008. *SNI 6774 tahun 2008 : Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. BSN.
- Sembiring, Lucy Amana. 2017. *Penentuan Nilai Kalor High Heating Value (HHV) dan Low Heating Value (LHV) dari Material Sampah Combustible Zona Aktif II TPA Jatibarang Semarang*. Laporan Tugas Akhir. Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sasse, L. 2009. *Decentralised Wastewater Treatment System (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries*. London : Water, Engineering, and Development Centre (WEDC).
- Samudro, G, and 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.
- Sudarmaji, Mukono J, dan Corie, IP. 2006. *Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Jurnal Kesehatan Lingkungan 2 (2) : 129 – 142.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Slamet, Juli Soemirat. 1996. *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press.
- Shelef, O, et al. 2013. *Role of Plants in A Constructed Wetland : Current and New Perspectives*. Water Journal, 5 : 405 – 419.
- Sosrodarsono. 1993. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta : Pradnya Paramita.

- Solomon, C., Peter C., Collen M., dan Andrew, L. 1998. *Ozone Disinfection*. U.S. Environmental Protection Agency under Assistance Agreement No. CX824652. National Small Flows Clearinghouse.
- Suswati. 2012. *Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetland)*. Indonesian Green Technology Journal, Vol. 2, No. 2.
- Tanaka, N, et al. 2011. *Wetlands for Tropical Applications : Wastewater Treatment by Constructed Wetland*. London : Imperial Collage Press.
- Tangahu, B. V., dan Warmadewanthi, I. D. A. A. 2001. *Pengolahan Limbah Rumah Tangga dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha angustifolia) dalam Sistem Constructed Wetland*. Jurnal Purifikasi, 2 (3), pp. 127-132.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen, S.A. Vigil. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. McGraw Hill International Editions.
- Tchobanoglous, G. and Kreith, F. 2002. *Handbook of Solid Waste Management*. McGraw-Hill. New York.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L, and Stensel, H. D. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse (Fourth Edition)*. Mc.Graw-Hill Companies, Inc.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. 4th Edition. Yogyakarta : Beta Offset Yogyakarta.
- Truong, P. N. V, and D. E. Baker. 2011. *Vetiver Grass for Stabilization of Acid Sulfate Soil*. In Proc. Second Nation Conference Acid Sulfate Soils. Coffs Harbour, Australia, (2) : 196-198.
- Trilitai, N., Hendrasarie, N., & Wahjudijanto, I. 2015. *Desain Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan ABR (Anaerobic Baffled Reactor)*. Surabaya: Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono UPN Veteran.
- Undang – Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- USEPA. 2000. *Wastewater Technology Fact Sheet Free Water Surface Wetlands*. EPA 832 – F – 00 – 024.
- Vesilind, P. A., Warrel, W., dan Reinhart, D. R. 2002. *Solid Waste Engineering*. New York : McGraw Hill.
- Vymazal, J. 2011. *Plants used in Constructed Wetlands with Horizontal Subsurface Flow : A review*. Hydrobiologia, 674 : 133 – 156.
- Vymazal, J, dan Brezinova, T. 2016. *Accumulation of Heavy Metals in Aboveground Biomass of Phragmites Australis in Horizontal Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment : A Review*. Chemical Engineering Journal, 290 : 232 – 242.
- Wardhani, Nadhira Afina. 2015. *Review : Membran Bioreaktor dan Aplikasinya dalam Reklamasi Air*. Institut Teknologi Bandung.
- Wehrle. 2019. *MBR Treatment : Five Year Review*. United Kingdom.
- Wehrle. 2006. *MBR Treatment : Five Year Review (Dairy Effluent Treatment Case Study : Dairygold, Mitchelstown, Ireland)*. Wehrle Environmental UK.
- Wood, A. 1990. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment Engineering and Design Consideration, Proceeding of The International Conferencion The Use of Constructed Wetlands in Water Pollution Control*. Pergamon Press, London.

- Zhong, H., Tian, Y., Yang, Q., Brusseau, M. L., Yang, L., Zeng, G. 2017. *Degradation of Landfill Leachate Compounds by Persulfate for Groundwater Remediation*. Chemical Engineering Journal, 307, 399–407.
- Zhang, et al. 2015. *Modelling the Activated Sludge – Thickening Process in Secondary Settlers*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2015. 12. 15449 – 15458.