

Nomor Urut : 009 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025
010 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025
011 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN INTEGRASI
MICROBIOLOGICALLY INDUCED CALCITE PRECIPITATION
(MICP) UNTUK PENGOLAHAN AIR LINDI
TPA JATIBARANG, KOTA SEMARANG**



Disusun oleh:

Dwi Sarifatul Mila	NIM 21080122120010
Annisa Dwi Anggraeni	NIM 21080122120013
Syifa Nur Fadilah	NIM 21080122120023

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Dwi Sarifatul Mila
NIM : 21080122120010
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perancangan Integrasi Microbiologically Induced Calcite Precipitation (MICP) Untuk Pengolahan Air Lindi TPA Jatibarang, Kota Semarang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing I:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197301302000032001

Pembimbing II:

Dr. Yustina Metanoia Pusparizkita, S.T., M.T.
H.7. 199203122022022001

Ketua Penguji:

Ir. Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T., IPU
197310242000031001

Anggota Penguji:

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197208302000031001

Semarang, 04 Februari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip

Ketua



Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001

HALAMAN PENGESAHAN

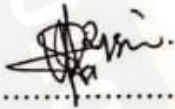
Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Annisa Dwi Anggraeni
NIM : 21080122120013
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perancangan Integrasi Microbiologically Induced Calcite Precipitation (MICP) untuk Pengolahan Air Lindi TPA Jatibarang Kota Semarang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

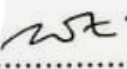
Pembimbing I:

Dr. Yustina Metanoia Puspazikita, S.T., M.T.
H.7. 199203122022022001


.....

Pembimbing II:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197301302000032001


.....

Ketua Penguji:

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197208302000031001


.....

Anggota Penguji:

Ir. Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T., IPU
197310242000031001


.....

Semarang, 04 Februari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua



Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Syifa Nur Fadilah
NIM : 21080122120023
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perancangan Integrasi Microbiologically Induced Calcite Precipitation (MICP) Untuk Pengolahan Air Lindi TPA Jatibarang, Kota Semarang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing I:

Dr. Yustina Metanoia Pusparizkita, S.T., M.T.
H.7. 19920312202202001


.....

Pembimbing II:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197301302000032001


.....

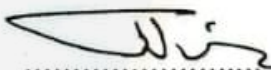
Ketua Penguji:

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197208302000031001


.....

Anggota Penguji:

Ir. Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T., IPU
197310242000031001


.....

Semarang, 04 Februari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip



Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001

ABSTRAK

Air lindi yang dihasilkan dari aktivitas Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jatibarang Kota Semarang mengandung beban pencemar organik dan anorganik sehingga berpotensi mencemari tanah, air permukaan, dan air tanah apabila tidak diolah secara memadai. Peningkatan jumlah timbunan sampah yang masuk ke TPA turut berkontribusi terhadap bertambahnya volume air lindi yang terbentuk, sehingga beban pengolahan pada Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) menjadi semakin besar. Tugas akhir ini berfokus pada evaluasi kondisi eksisting IPL TPA Jatibarang, perencanaan redesain sistem pengolahan yang disesuaikan dengan karakteristik air lindi, serta integrasi teknologi MICP untuk mendukung penyisihan pencemar logam berat. Perancangan dilakukan berdasarkan analisis kuantitas dan kualitas air lindi serta mengacu pada baku mutu yang berlaku. Analisis kuantitas air lindi dilakukan melalui pengukuran debit di lapangan serta perhitungan menggunakan metode rasional dan neraca air metode Thornthwaite. Berdasarkan hasil perhitungan, debit rencana IPL ditetapkan sebesar 0,0059 m³/detik sebagai debit maksimum pada kondisi beban puncak. Debit rencana ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penentuan kapasitas dan dimensi unit-unit pengolahan pada sistem IPL hasil redesain sehingga sistem mampu menampung dan mengolah fluktuasi debit yang dipengaruhi oleh curah hujan dan kondisi timbunan sampah. Hasil analisis kualitas air lindi menunjukkan konsentrasi COD sebesar 7.875 mg/L, BOD sebesar 173,79 mg/L, TSS sebesar 155 mg/L, serta kandungan logam berat Cd sebesar 0,38 mg/L dan Pb sebesar 0,83 mg/L yang melampaui baku mutu air lindi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016. Rasio BOD/COD yang kecil menunjukkan bahwa kandungan zat organik pada air lindi didominasi oleh senyawa yang sukar diuraikan secara biologis, sementara IPL eksisting masih berfokus pada proses biologis. Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukan redesain sistem IPL dengan penambahan unit pengolahan fisika–kimia berupa koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Rangkaian unit pengolahan pada sistem IPL hasil redesain. Sebagai unit lanjutan dalam pengolahan pencemar anorganik, khususnya logam berat, direncanakan integrasi teknologi *Microbiologically Induced Calcite Precipitation* (MICP) ke dalam sistem IPL hasil redesain. Teknologi ini memanfaatkan aktivitas bakteri ureolitik yang menghasilkan enzim urease untuk memicu pembentukan endapan kalsium karbonat yang berperan dalam mengikat logam berat seperti Cd dan Pb. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa proses MICP mampu menurunkan konsentrasi Cd sebesar 93% dan Pb sebesar 89%, sehingga kualitas efluen memenuhi baku mutu. Selain aspek teknis, Rencana Anggaran Biaya disusun sebagai dasar perhitungan kebutuhan biaya pembangunan dan operasional IPL hasil redesain dengan total biaya sebesar Rp 11.668.700.000,00. Secara keseluruhan, redesain IPL yang mencakup penambahan proses fisika–kimia, penguatan pengolahan biologis, serta penerapan teknologi MICP menghasilkan rancangan sistem pengolahan yang lebih sesuai dengan karakteristik air lindi TPA Jatibarang.

Kata Kunci: Lindi, IPL, MICP

ABSTRACT

Leachate generated from the Jatibarang Landfill in Semarang City contains high loads of organic and inorganic pollutants and therefore has the potential to contaminate soil, surface water, and groundwater if not properly treated. The increasing volume of municipal solid waste disposed of at the landfill contributes to greater leachate production, thereby increasing the treatment burden on the existing Leachate Treatment Plant (LTP). This undergraduate thesis evaluates the current performance of the Jatibarang LTP, designs a redesigned treatment system based on leachate characteristics, and integrates Microbiologically Induced Calcite Precipitation (MICP) technology to enhance heavy metal removal. The design is based on analyses of leachate quantity and quality and refers to applicable effluent quality standards. Leachate quantity analysis was conducted through field flow measurements and calculations using the rational method and the Thornthwaite water balance method, resulting in a design flow rate of 0.0059 m³/s as the maximum flow under peak loading conditions; this value was used to determine the capacity and dimensions of treatment units to accommodate flow fluctuations influenced by rainfall and landfill conditions. Leachate quality analysis showed COD, BOD, and TSS concentrations of 7,875 mg/L, 173.79 mg/L, and 155 mg/L, respectively, along with heavy metal concentrations of Cd at 0.38 mg/L and Pb at 0.83 mg/L, all exceeding the leachate quality standards stipulated in Indonesian Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 59 of 2016; the low BOD/COD ratio indicates that the organic content is dominated by biologically recalcitrant compounds, while the existing LTP mainly relies on biological processes. Based on these conditions, the LTP system was redesigned by incorporating physicochemical treatment units consisting of coagulation, flocculation, and sedimentation, followed by a sequence of treatment units including a retention pond, anaerobic pond, facultative pond, maturation pond, and biotope unit. As an additional unit for inorganic pollutant removal, particularly heavy metals, MICP technology was integrated into the redesigned system; this technology utilizes ureolytic bacteria that produce the urease enzyme to induce calcium carbonate precipitation capable of binding heavy metals such as Cd and Pb. Laboratory test results demonstrated that the MICP process reduced Cd and Pb concentrations by 93% and 89%, respectively, enabling the treated effluent to meet applicable quality standards. In addition to the technical design, a cost budget plan was prepared to estimate construction and operational costs, with a total projected cost of IDR 11.668.700.000, and overall the redesigned LTP system, which combines physicochemical processes, enhanced biological treatment, and MICP technology, provides a treatment design better suited to the characteristics of leachate generated at the Jatibarang Landfill.

Keywords: *Leachate, LTP, MICP*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertambahan jumlah penduduk Kota Semarang berkorelasi dengan peningkatan jumlah timbunan sampah yang dihasilkan. Menurut Badan Pusat Statistik Nasional Kota Semarang (2025), laju pertumbuhan penduduk per tahun 2020 – 2024 adalah sebesar 0,88% dengan jumlah penduduk Kota Semarang Tahun 2024 tercatat sejumlah 1.708.333 jiwa. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), jumlah sampah yang dihasilkan setiap tahun di Kota Semarang terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2021, timbunan sampah tercatat sebesar 430.749,75 ton, dan pada tahun 2024 jumlahnya naik menjadi 434.243,97 ton. Kenaikan ini membuat beban pengelolaan di Tempat Pemrosesan Akhir semakin besar. Salah satu dampak langsungnya, yaitu bertambahnya volume air lindi yang terbentuk.

Air lindi merupakan cairan yang terbentuk akibat pergerakan air atau cairan lain yang meresap melalui suatu material, dalam hal ini sampah yang berada di TPA, sehingga melarutkan dan membawa partikel padat tersuspensi dan berbagai jenis polutan (Abdel-Shafy dkk., 2024). Air lindi berasal dari rembesan air hujan yang melewati tumpukan sampah dan dari cairan hasil pembusukan sampah organik. Semakin banyak sampah yang masuk dan tertimbun, semakin besar pula jumlah air lindi yang dihasilkan (Aji dan Kokoh 2024). Jika tidak dikelola dengan baik, air lindi ini dapat mencemari tanah, air permukaan, dan air tanah di sekitar TPA, sehingga menimbulkan masalah lingkungan.

Karakteristik air lindi dipengaruhi oleh umur Tempat Pemrosesan Akhir. Pada TPA yang telah lama beroperasi, air lindi memiliki rasio BOD/COD kurang dari 0,1 (Aziz dkk, 2011), yang menunjukkan tingkat biodegradabilitas yang rendah. Rasio tersebut mengindikasikan bahwa kandungan air lindi didominasi oleh senyawa yang sulit terdegradasi secara biologis, terutama zat humik seperti asam humat. Senyawa tersebut berkontribusi terhadap tingginya nilai warna dan COD yang sulit terurai, dimana sebagian besar berbentuk koloid bermuatan yang umumnya dapat diturunkan secara efektif melalui proses koagulasi-flokulasi.

Selain mengandung senyawa organik yang kompleks, air lindi berpotensi mengandung logam berat yang dapat terlepas ke lingkungan melalui aliran lindi dari TPA (Hussein dkk., 2021). Kondisi ini berpotensi mencemari tanah dan air tanah, yang selanjutnya dapat menimbulkan pencemaran pada badan air permukaan. Logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) merupakan polutan yang tidak memiliki ambang batas aman, sehingga dapat menimbulkan efek racun bahkan dalam konsentrasi yang sangat kecil. Logam berat tersebut perlu mendapat perhatian khusus, tidak hanya karena termasuk polutan yang sangat beracun dan bersifat karsinogenik (Abu-Rukah dan Abu-Aljarayesh, 2002), tetapi juga karena tidak dapat terurai secara alami. Berbeda dengan bahan organik dalam lindi yang dapat berkurang selama proses produksi metana dari timbunan sampah, menurut Adelopo dkk., (2018), logam berat dapat bertahan di area *landfill* hingga sekitar 150 tahun jika laju pelindian mencapai 400 nm/tahun. Sifat toksik yang dimiliki logam berat ini dapat mengganggu keseimbangan biologis alami dan menghambat proses *self purification* pada lingkungan alami (Gworek dkk., 2016).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jatibarang merupakan tempat pemrosesan akhir sampah yang menampung dan menangani sampah Kota Semarang. TPA Jatibarang berlokasi di Jalan Untung Suropati, Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Sampah yang diterima di TPA Jatibarang tidak hanya berasal dari pengangkutan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, tetapi juga buangan sampah yang diangkut secara mandiri oleh swasta (perusahaan dan/atau industri) dan perorangan dengan mengenakan retribusi. TPA Jatibarang dirancang dengan tujuan untuk dikelola menggunakan sistem *sanitary landfill* (lahan urug) (Subekti dkk., 2023). TPA Jatibarang sendiri memiliki Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang digunakan untuk menampung dan mengolah air lindi dari area *landfill* sebelum dibuang ke badan air. Namun, saat ini pengolahan air lindi di IPL belum optimal. Berdasarkan observasi pada kondisi eksisting, beberapa kolam pengolahan sudah tidak dioperasikan. Selain itu, secara visual, kualitas air lindi pada bagian inlet dan outlet tidak jauh berbeda.

Pengujian sampel air lindi TPA Jatibarang di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro menunjukkan hasil kandungan logam berat

Timbal (Pb) sebesar 0,83 mg/L dan Kadmium (Cd) sebesar 0,38 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa kandungan logam berat melebihi baku mutu lindi yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik, 2016). Logam berat yang terkandung pada air lindi dapat mengakibatkan masalah kesehatan pada masyarakat dan kerusakan lingkungan hidup (Karamina, Murti, dan Mujoko 2021). Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengolahan air lindi yang mampu mereduksi kandungan logam berat, khususnya Pb dan Cd, pada air lindi di TPA Jatibarang.

Salah satu teknologi yang dikaji dalam upaya mereduksi kandungan logam berat pada air lindi adalah *Microbiologically Induced Calcite Precipitation* (MICP). Menurut Rajasekar dkk., (2021), penerapan MICP ini telah terbukti efektif dalam mengendapkan logam berat melalui pembentukan senyawa karbonat yang stabil. Proses tersebut memanfaatkan aktivitas metabolisme mikroorganisme yang dioptimalkan melalui pengaturan kondisi fisika dan kimia lingkungannya, sehingga memicu terbentuknya biomineral tertentu (Rajasekar, Wilkinson, dan Moy 2021).

Salah satu kelompok bakteri penghasil enzim urease yang paling banyak diteliti untuk aplikasi MICP adalah genus *Bacillus*, yang telah dikaji sejak tahun 1973 (Helmi dkk., 2016). Penelitian oleh Helmi dkk., (2016) menunjukkan bahwa *Bacillus licheniformis* mampu memproduksi kalsium karbonat pada berbagai media kultur, sehingga berpotensi digunakan dalam pengendapan logam berat. Sejumlah studi telah melaporkan efektivitas MICP dalam mereduksi logam berat, khususnya Pb dan Cd. Penelitian Jalilvand dkk., (2020) menunjukkan bahwa *S. rhizophila* mampu menghilangkan 96,25% Pb dan 71,3% Cd, sementara *V. boronicumulans* menghilangkan 95,93% Pb dan 73,45% Cd.

Berdasarkan temuan tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan *Bacillus licheniformis* sebagai agen MICP dengan kondisi proses yang telah dioptimalkan serta penerapan dalam perancangan teknologi MICP yang terintegrasi dengan sistem pengolahan air lindi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, proses MICP dengan waktu reaksi selama 3 jam dapat menurunkan

konsentrasi Pb sebesar 89% dan Cd sebesar 93% pada air lindi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan MICP dapat meningkatkan efektivitas pengolahan air lindi di TPA Jatibarang dalam mereduksi kandungan logam berat Pb dan Cd.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Kualitas air lindi pada Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Jatibarang terdeteksi mengandung logam berat Pb 0,83 mg/L dan Cd 0,38 mg/L yang melebihi baku mutu.
2. Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Jatibarang baru berfokus pada pengolahan senyawa organik dan belum optimal dalam menurunkan beban cemaran logam berat.
3. *Microbiologically Induced Calcite Precipitation* (MICP) berpotensi untuk mengikat logam berat dan menurunkan kandungan cemaran dalam air lindi.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi dan kinerja Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) eksisting TPA Jatibarang?
2. Bagaimana perancangan redesain Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang optimal untuk memenuhi target kualitas efluen?
3. Bagaimana perancangan integrasi teknologi MICP pada sistem IPL untuk menurunkan kadar logam berat Pb dan Cd?
4. Berapa kebutuhan biaya (RAB) yang diperlukan untuk menerapkan redesain IPL dengan integrasi teknologi MICP di TPA Jatibarang?

1.4 Tujuan

1. Menganalisis kondisi dan kinerja Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) eksisting TPA Jatibarang.
2. Merancang redesain Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang optimal untuk mencapai target kualitas efluen.
3. Merancang integrasi teknologi MICP pada sistem IPL untuk menurunkan kadar logam berat Pb dan Cd.
4. Mengestimasi biaya yang diperlukan (RAB) untuk menerapkan sistem IPL dengan terintegrasi teknologi MICP di TPA Jatibarang.

1.5 Manfaat

1. Bagi Pengelola

Perencanaan ini dapat menjadi masukan dan pertimbangan bagi pihak TPA Jatibarang dalam merancang bangunan Instalasi Pengolahan Lindi yang lebih optimal. Dengan integrasi teknologi MICP, diharapkan kualitas outlet dari IPL dapat memenuhi baku mutu yang berlaku.

2. Bagi Universitas

Perencanaan ini dapat sebagai referensi terkait perencanaan sistem Instalasi Pengolahan Lindi (IPL).

3. Bagi Penulis

Perencanaan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) dapat memperluas wawasan penulis dan memberikan manfaat dalam dunia kerja di masa depan.

1.6 Pembatasan Masalah

1. Ruang Lingkup Kajian

- a. Kajian mengenai kualitas *outlet* yang dihasilkan dari Instalasi Pengolahan Lindi di TPA Jatibarang
- b. Kajian mengenai perencanaan sistem Instalasi Pengolahan Lindi yang optimal
- c. Kajian mengenai pengintegrasian teknologi MICP untuk pengolahan air lindi
- d. Kajian mengenai Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk penerapan sistem Instalasi Pengolahan Lindi dengan integrasi teknologi MICP

2. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah perencanaan sistem pengolahan lindi dengan dengan integrasi teknologi MICP pada tugas akhir ini adalah di TPA Jatibarang, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah.

3. Ruang Lingkup Kegiatan

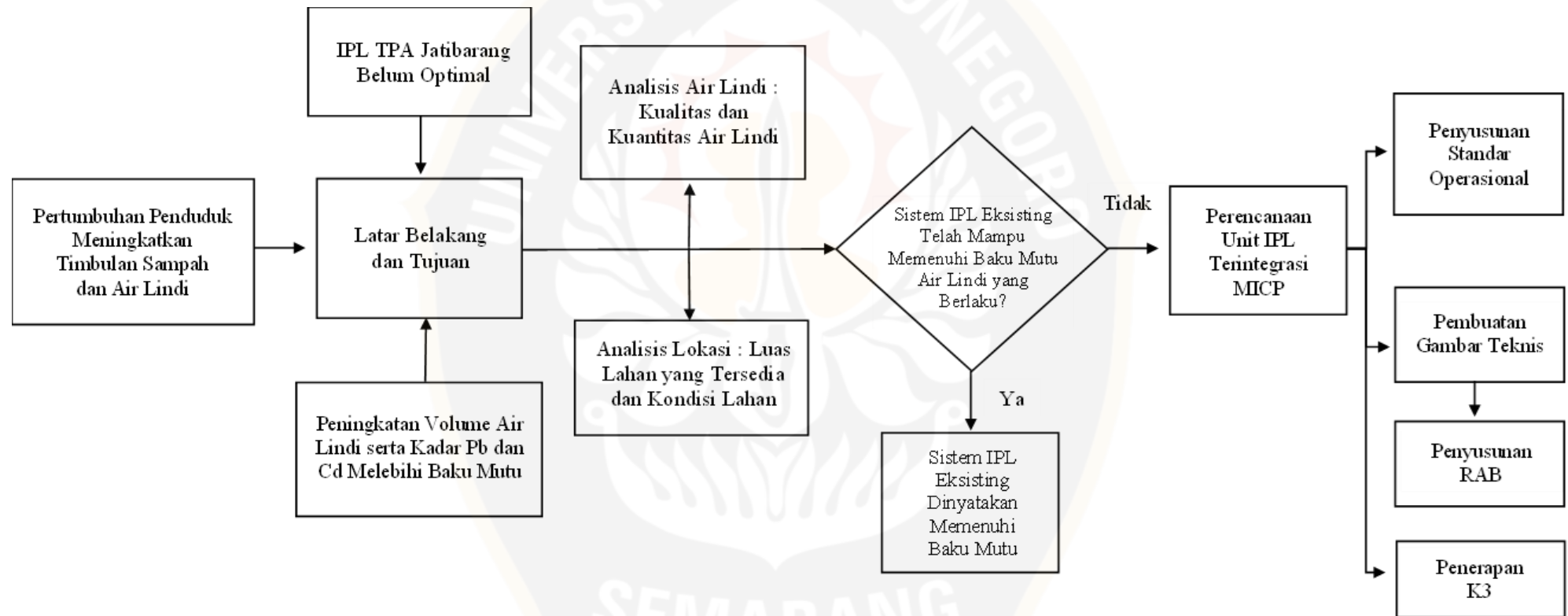
- a. Mengumpulkan data primer dan data sekunder
- b. Menganalisis data-data yang didapat

- c. Merencanakan desain ulang bangunan Instalasi Pengolahan Lindi
- d. Merencanakan integrasi teknologi MICP untuk pengolahan air lindi
- e. Merencanakan RAB yang diperlukan untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Lindi dengan integrasi teknologi MICP



1.7 Kerangka Pikir Perencanaan

Kerangka pikir perencanaan disusun untuk memberikan gambaran sistematis mengenai alur pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini. Alur tersebut divisualisasikan pada Gambar 1.1 sebagai dasar dalam penyusunan perencanaan pengolahan air lindi di TPA Jatibarang.



Gambar 1.1
Kerangka Pikir Perencanaan

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Shafy, Hussein I., Amr M. Ibrahim, Ahmed M. Al-Sulaiman, dan Raouf A. Okasha. 2024. "Landfill leachate: Sources, nature, organic composition, and treatment: An environmental overview." *Ain Shams Engineering Journal* 15(1): 102293. doi:10.1016/j.asej.2023.102293.
- Abdel-Shafy, Hussein I., dan Mona S.M. Mansour. 2018. "Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization." *Egyptian Journal of Petroleum* 27(4): 1275–90. doi:10.1016/j.ejpe.2018.07.003.
- Abeyratne, W M L K, dan S B Weerakoon. 2023. "Suspended solid removal efficiency of plate settlers and tube settlers analysed by CFD modelling." 87(9): 2116–27. doi:10.2166/wst.2023.107.
- Abner, Yuri, Rocha Lebron, Victor Rezende Moreira, Yara Luiza Brasil, Ana Fl, Rezende Silva, Lucilaine Val, dkk. 2021. "A survey on experiences in leachate treatment: Common practices , differences worldwide and future perspectives." 288(April). doi:10.1016/j.jenvman.2021.112475.
- Abu-Rukah, Y., dan I. Abu-Aljarayesh. 2002. "Thermodynamic assessment in heavy metal migration at El-Akader landfill site, North Jordan." *Waste Management* 22(7): 727–38. doi:10.1016/S0956-053X(02)00046-6.
- Achal, Varennyam, dan Xiangliang Pan. 2011. "Characterization of Urease and Carbonic Anhydrase Producing Bacteria and Their Role in Calcite Precipitation." : 894–902. doi:10.1007/s00284-010-9801-4.
- Adelopo, A. O., P. I. Haris, B. I. Alo, K. Huddersman, dan R. O. Jenkins. 2018. "Multivariate analysis of the effects of age, particle size and landfill depth on heavy metals pollution content of closed and active landfill precursors." *Waste Management* 78: 227–37. doi:10.1016/j.wasman.2018.05.040.
- Aji, Pratama Restu, dan Raden Kokoh. 2024. "Komposisi Sampah Dan Kualitas Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Winongo." *Jurnal Serambi Engineering* 9(3): 9467–72.
- Akbar, Abdul Wahid, Anwar Daud, dan Anwar Mallongi. 2014. "Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Sedimen Air Laut di Wilayah

- Pesisir Kota Makassar.” *Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin*.
- Al-Layla. 1980. “Water Supply Engineering Design.”
- Al-Layla, M A, S Ahmad, dan E J Middlebrooks. 1980. “Water Supply Engineering Design. Michigan.” *Ann-Arbour Science*.
- Al-Layla, Muhammad Anis H, Shamim Ahmad, dan E Joe Middlebrooks. 1977. “Water supply engineering design.”
- Alexiou, G.E., dan D.D. Mara. 2003. “Anaerobic Waste Stabilization Ponds.” 109(1).
- Anbu, Periasamy, Chang-Ho Kang, Yu-Jin Shin, dan Jae-Seong So. 2016. “Formations of calcium carbonate minerals by bacteria and its multiple applications.” *Springerplus* 5(1): 250.
- Apriyanto, Mulono. 2020. “PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT (Studi Kasus pada PT. Tri Bakti Sarimas PKS 2 Ibul, Riau).” *Jurnal Teknologi Pertanian* 9(2): 86–93.
- Arifiani, Nur Fajri, dan Mochtar Hadiwidodo. 2007. “Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Ibu Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten.” *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* 3(2): 78–85.
- Asdak, Chay. 2010. “Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai.” *Edisi Revisi Kelima, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press Yogyakarta*.
- Ashworth, J., dan M Skinner. 2011. *Waste Stabilisation Pond Design Manual*. Power and Water Corporation.
- AWWA. 1998. *Water treatment plant design*. McGraw-Hill.
- Aziz, Shuokr Qarani, Hamidi Abdul Aziz, Mohd Suffian Yusoff, dan Mohammed J K Bashir. 2011. “Landfill Leachate Treatment Using Powdered Activated Carbon Augmented Sequencing Batch Reactor (SBR) Process: Optimization by Response Surface Methodology.” *Journal of hazardous materials* 189(1–2): 404–13. doi:10.1016/j.jhazmat.2011.02.052.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. 2020. “Review Masterplan Kawasan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jatibarang - Semarang.”

- Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Kendal. 2023. “Kajian Kelayakan Pembangunan IPLT Kabupaten Kendal.”
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. 2025. “Kota Semarang Dalam Angka.” 52.
- Barber, William P, dan David C Stuckey. 1999. “The use of the anaerobic baffled reactor (ABR) for wastewater treatment: a review.” *Water research* 33(7): 1559–78.
- Barus, Adil, Krissandarta Tarigan, dan Putri Kemit. 2023. “JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI PROSES DAN SAINS KIMIA Effect of Al₂O₃ Levels On Poly Aluminium Chloride Added To The Water Purification Process At Tirtanadi Deli Tua.” *Reprokimia* 9211(27): 2023.
- Baryatik, Puput, Anita Dewi Moelyaningrum, Uswatun Asihita, Wita Nurcahyaningasih, Azzumrotul Baroroh, dan Herdian Riskianto. 2019. “Pemanfaatan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben kadmium pada air sumur.” *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 2(1): 11–19.
- Benefield, Larry D, dan Clifford W Randall. 1980. “Biological process design for wastewater treatment.”
- Braissant, Olivier, Eric P Verrecchia, dan Michel Aragno. 2002. “Is the contribution of bacteria to terrestrial carbon budget greatly underestimated?” *Naturwissenschaften* 89(8): 366–70.
- De Brito, Marlisa Martinho, I Bundelewa, F Marin, E Vennin, A Wilmotte, L Plasseraud, dan P Visscher. 2023. “Properties of exopolymeric substances (EPSs) produced during cyanobacterial growth: potential role in whiting events.” *Biogeosciences*. doi:10.5194/bg-20-3165-2023.
- Bruins, Mark R, Sanjay Kapil, dan Frederick W Oehme. 2000. “Microbial resistance to metals in the environment.” *Ecotoxicology and environmental safety* 45(3): 198–207.
- Burne, Robert A, dan Yi-Ywan M Chen. 2000. “Bacterial ureases in infectious diseases.” *Microbes and Infection* 2(5): 533–42.
- Cahyaningnugroho, Galuh Retno, dan Euis Nurul Hidayah. 2023. “Potensi Pemanfaatan Lumpur Dari Proses Pengolahan Air Limbah Industri.” *Nusantara Hasana Journal* 3(2): 22–26.

- Castanier, Sabine, Gaële Le Métayer-Levrel, dan Jean-Pierre Perthuisot. 1999. “Carbonates precipitation and limestone genesis—the microbiogeologist point of view.” *Sedimentary geology* 126(1–4): 9–23.
- Castro-Alonso, María José, Lilia Ernestina Montañez-Hernandez, Maria Alejandra Sanchez-Muñoz, Mariel Rubi Macias Franco, Rajeswari Narayanasamy, dan Nagamani Balagurusamy. 2019. “Microbially induced calcium carbonate precipitation (MICP) and its potential in bioconcrete: microbiological and molecular concepts.” *Frontiers in Materials* 6: 126.
- Chen, Hongni, Hui Xu, Chao Zhong, Mingjie Liu, Liwei Yang, Jiaojie He, Yan Sun, Chuanliang Zhao, dan Dongsheng Wang. 2024. “Science of the Total Environment Treatment of landfill leachate by coagulation: A review.” *Science of the Total Environment* 912(October 2023): 169294. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.169294.
- Dahniar, EMILIA FIRDAUS. 2019. “Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kota Madiun.”
- Darmasetiawan, Martin. 2001. “Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air.” *Bandung: Yayasan Suryono*.
- Darmasetiawan, Martin. 2004. “Sampah dan Sistem Pengelolaannya.” *Jakarta: Ekamitra Engineering*.
- DeJong, Jason T, Brina M Mortensen, Brian C Martinez, dan Douglas C Nelson. 2010. “Bio-mediated soil improvement.” *Ecological engineering* 36(2): 197–210.
- Dey, Debanjan, Koyeli Das, Uttara Sukul, Jung-sheng Chen, Pritam Banerjee, Gobinda Dey, Raju Kumar, Pin-yun Lin, dan Chien-yen Chen. 2024. “Ecotoxicology and Environmental Safety Microbial induced carbonate precipitation for remediation of heavy metals, ions and radioactive elements: A comprehensive exploration of prospective applications in water and soil treatment.” *Ecotoxicology and Environmental Safety* 271(January): 115990. doi:10.1016/j.ecoenv.2024.115990.
- Dhami, Navdeep K, M Sudhakara Reddy, dan Abhijit Mukherjee. 2013. “Biomining of calcium carbonates and their engineered applications:

- a review.” 4(October): 1–13. doi:10.3389/fmicb.2013.00314.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. 2018. “Adendum Andal dan RKL-RPL Rencana Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota (PLTSa) TPA Jatibarang di Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah.”
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. 2023. “Laporan Akhir Penyusunan Analisa Kebutuhan Sumber Daya dalam Pengelolaan Sampah Kota Semarang.”
- Direktorat Jendral Cipta Karya. 2017. “Buku A Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja.”
- Dove, Patricia M, dan S Weiner. 2003. “An overview of biomineralization processes and the problem of the vital effect.” *Biomineralization* 54: 1–29.
- Droste, Ronald L, dan Ronald L Gehr. 1997. *Theory and practice of water and wastewater treatment*. John Wiley & Sons.
- Ekoputri, Salsabila Fitria, Aulia Rahmatunnissa, Fadia Nulfaidah, dan Yuki Ratnasari. 2024. “Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia.” IX(1): 7781–87.
- Enri Damanhuri. 2011. *Diktat Kuliah TL-3104 Pengelolaan Sampah*.
- Ghangrekar, M M. 2022. *Wastewater to Water*.
- Gomaa, Eman Zakaria. 2018. “Biosequestration of heavy metals by microbially induced calcite precipitation of ureolytic bacteria.” *Rom Biotechnol Lett* 24(1): 147–53.
- Guo, Xuan, Chengjun Zhang, dan Junxin Liu. 2019. “Colloids and Surfaces B : Biointerfaces Optimal hydraulic shear strength and mechanism of activated sludge floc re- growth after breakage.” *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 176(January): 202–11. doi:10.1016/j.colsurfb.2019.01.001.
- Gworek, Barbara, Wojciech Dmuchowski, Eugeniusz Koda, Marta Marecka, Aneta H. Baczewska, Paulina Bragoszewska, Anna Sieczka, dan Piotr Osiński. 2016. “Impact of the municipal solid waste landfills on environmental pollution by heavy metals.” *Water (Switzerland)* 8(10). doi:10.3390/w8100470.
- Hadi, Wahyono. 2012. “Perencanaan bangunan pengolahan air minum.”

- Hammes, Frederik, dan Willy Verstraete. 2002. "Key roles of pH and calcium metabolism in microbial carbonate precipitation." (Morita 1980): 3–7.
- Hamonangan, Simon Pieter, Naniek Utami Handayani, dan Arfan Bakhtiar. 2017. "EVALUASI DAMPAK PROSES PRODUKSI DAN PENGOLAHAN LIMBAH MINUMAN ISOTONIK MIZONE TERHADAP LINGKUNGAN DENGAN METODE LIFE CYCLE ASSESSMENT." : 1–14.
- Haumahu, Syahrul Al-Qadar, Herawaty Riogilang, dan Isri R Mangangka. 2021. "Perancangan Instalasi Pengolahan Lindi Dengan Proses Kombinasi Kolam Anaerobik, Fakultatif, dan Maturasi di TPA Sumompo." *TEKNO* 19(79).
- He, Hehe, Youran Li, Liang Zhang, Zhongyang Ding, dan Guiyang Shi. 2023. "Understanding and application of Bacillus nitrogen regulation: A synthetic biology perspective; Understanding and application of Bacillus nitrogen regulation." *Journal of Advanced Research* 49: 1–14. doi:10.1016/j.jare.2022.09.003.
- Helmi, Fatma M., Hemdan R. Elmitwalli, Sherif M. Elnagdy, dan Abeer F. El-Hagrassy. 2016. "Calcium carbonate precipitation induced by ureolytic bacteria *Bacillus licheniformis*." *Ecological Engineering* 90: 367–71. doi:10.1016/j.ecoleng.2016.01.044.
- Hommel, Johannes, Ellen Lauchnor, Adrienne Phillips, Robin Gerlach, Alfred B Cunningham, Rainer Helmig, Anozie Ebigbo, dan Holger Class. 2015. "A revised model for microbially induced calcite precipitation: Improvements and new insights based on recent experiments." *Water Resources Research* 51(5): 3695–3715.
- Hussein, Munirah, Kenichi Yoneda, Zuhaida Mohd-Zaki, Amnorzahira Amir, dan NorÁzizi Othman. 2021. "Heavy metals in leachate, impacted soils and natural soils of different landfills in Malaysia: An alarming threat." *Chemosphere* 267. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.128874.
- Hutomo, Sandy W H. 2015. "Keefektifan Dosis Poly Aluminium Chloride (Pac) Dalam Menurunkan Kadar Phosphate Pada Air Limbah Laundry Di Gatak Gede, Boyolali." *Universitas Muhammadiyah Surakarta*: 9–25.
- Idaman, Said Nusa. 2017. "Teknologi Pengolahan Air Limbah, Teori dan Aplikasi."

- Jalilvand, Nasrin, Abdolreza Akhgar, Hossein Ali Alikhani, Hadi Asadi Rahmani, dan Farhad Rejali. 2020. "Removal of Heavy Metals Zinc, Lead, and Cadmium by Biomineralization of Urease-Producing Bacteria Isolated from Iranian Mine Calcareous Soils." *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 20(1): 206–19. doi:10.1007/s42729-019-00121-z.
- Jeyakumar, Parasakthi, Chandrani Debnath, R Vijayaraghavan, dan Muthusivaramapandian Muthuraj. 2023. "Trends in bioremediation of heavy metal contaminations." *Environmental Engineering Research* 28(4).
- Jiang, Qi, H Ngo, L Nghiem, F Hai, W Price, Jian Zhang, S Liang, L Deng, dan Wenshan Guo. 2018. "Effect of hydraulic retention time on the performance of a hybrid moving bed biofilm reactor-membrane bioreactor system for micropollutants removal from municipal wastewater." *Bioresource technology* 247: 1228–32. doi:10.1016/j.biortech.2017.09.114.
- Karamina, Hidayati, Ariani Trisna Murti, dan Tri Mujoko. 2021. "KANDUNGAN LOGAM BERAT Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Br PADA AIR LINDI DI TIGA LOKASI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) DADAPREJO, KOTA BATU, DAU DAN SUPIT URANG, KABUPATEN MALANG." 9(1): 1–13.
- Kawamura, Susumu. 1991. *INTEGRATED DESIGN AND OPERATION OF WATER TREATMENT*.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah." (1815).
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik. 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." *Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*: 1–12.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2013. "PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM REPUBLIK INDONESIA NOMOR 13/PRT/M/2013 TENTANG KEBIJAKAN DAN STRATEGI NASIONAL PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM." (1462).

- Kementerian Pekerjaan Umum. 2014. “Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.” : 1–18.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2017. “Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.”
- Kim, Jung-Ah, Gi-Chun Han, Mihee Lim, Kwang-Suk You, Miyoung Ryu, Ji-Whan Ahn, Toyohisa Fujita, dan Hwan Kim. 2009. “Effect of hydraulic activity on crystallization of precipitated calcium carbonate (PCC) for eco-friendly paper.” *International journal of molecular sciences* 10(11): 4954–62.
- Kjeldsen, Peter, I Morton A Barlaz, Alix P Rooker, Anna Ledin, dan Thomas H Christensen. 2002. “Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate : A Review.” 32(4): 297–336.
- Kostova, Iriana. 2006. “Leachate from Sanitary Landfill-Origin, Characteristics, Treatment.”
- Kurniawan, Allen. 2014. “Rancang Bangun Unit Sedimentasi Rectangular Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah.” In *Proceeding National Conference on Conversation For Better Life, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB. Bogor, , 75–92.*
- Laili, Fadlul. 2021. “Analisa Kualitas Air Lindi Dan PotensiPenyebarannya Ke Lingkungan SekitarTpa Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.” *Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan.*
- Leachate Expert. 2012. “Landfill Leachate Composition.”
- Lewis, Alison. 2017. “Precipitation of Heavy Metals BT - Sustainable Heavy Metal Remediation: Volume 1: Principles and Processes.” In ed. Eldon R Rene, Erkan Sahinkaya, Alison Lewis, dan Piet N L Lens. Cham: Springer International Publishing, 101–20. doi:10.1007/978-3-319-58622-9_4.
- Liu, Jia, Gang Li, dan Xi'an Li. 2021. “Geotechnical engineering properties of soils solidified by microbially induced CaCO₃ precipitation (MICP).” *Advances in Civil Engineering* 2021(1): 6683930.

- Ma, Jun, Yuqi Gu, Lei Liu, Yi Zhang, Mingli Wei, Annan Jiang, Xiang Liu, dan Chao He. 2023. "Study on the effect of landfill gas on aerobic municipal solid waste degradation: Lab-scale model and tests." *Science of the Total Environment* 869(November 2022): 161875. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.161875.
- Maharani, BZDA, Wiharyanto Oktiawan, dan Badrus Zaman. 2017. "Pengaruh Variasi Bentuk dan Diameter Tube Settler Terhadap Efisiensi Penyisihan TSS pada Reaktor Sedimentasi Rectangular." *Jurnal Teknik Lingkungan* 6(2): 1–10.
- Makkasau, Kasman. 2013. "Penggunaan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam penentuan prioritas program kesehatan (studi kasus program Promosi Kesehatan)." *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri* 7(2): 105–12.
- Mara, Duncan. 2003. *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Routledge.
- Marpuah, Sururun, dan Ariyanti Yuningsih. 2006. "Kebutuhan Prasarana dan Sarana Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Wilayah Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta."
- Mawuntu, William, Hendra Riogilang, dan Cindy J Supit. 2023. "Analisis Kapasitas Air Lindi Dan Rancangan Instalasi Pengolahan Lindi Pada TPA Kulo." *Analisis Kapasitas Air Lindi Dan Rancangan Instalasi Pengolahan Lindi Pada TPA Kulo* 21(85).
- McCarty, P L. 2001. "The development of anaerobic treatment and its future." *Water Science and Technology* 44(8): 149–56.
- McCuen, Richard H. 1989. *Hydrologic analysis and design*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ.
- Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NOMOR 03/PRT/M/2013 TENTANG PENYELENGGARAAN PRASARANA DAN SARANA PERSAMPAHAN*

DALAM PENANGANAN SAMPAH RUMAH TANGGA DAN SAMPAH SEJENIS SAMPAH RUMAH TANGGA.

- Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*.
- Mitchell, Andrew C, Adrienne Phillips, Logan Schultz, Stacy Parks, Lee Spangler, Alfred B Cunningham, dan Robin Gerlach. 2013. "Microbial CaCO₃ mineral formation and stability in an experimentally simulated high pressure saline aquifer with supercritical CO₂." *International Journal of Greenhouse Gas Control* 15: 86–96.
- Mobley, H L, dan R P Hausinger. 1989. "Microbial ureases: significance, regulation, and molecular characterization." *Microbiological reviews* 53(1): 85–108.
- Monje-Ramirez, I, dan M T Orta De Velasquez. 2004. "Removal and transformation of recalcitrant organic matter from stabilized saline landfill leachates by coagulation–ozonation coupling processes." *Water research* 38(9): 2359–67.
- Montgomery, James M. 1985. "Consulting Engineers." *Water Treatment Principles and Design*.
- Moody, Chris M, dan Timothy G Townsend. 2016. "A comparison of landfill leachates based on waste composition." *Waste Management*. doi:10.1016/j.wasman.2016.09.020.
- Moradian, Fatemeh, Bahman Ramavandi, Neemat Jaafarzadeh, dan Esmacil Kouhgard. 2020. "Effective treatment of high-salinity landfill leachate using ultraviolet / ultrasonication / peroxymonosulfate system." *Waste Management* 118: 591–99. doi:10.1016/j.wasman.2020.09.018.
- Murwanto, Bambang, Agus Sutopo, dan Prayudhy Yushananta. 2021. "Coagulation and Filtration Methods on Tofu Wastewater Treatment."
- Myerson, Allan. 2002. *Handbook of industrial crystallization*. Butterworth-Heinemann.
- NEW ENGLAND INTERSTATE WATER POLLUTION CONTROL COMMISSION (NEIWPCC). 2005. *SEQUENCING BATCH AND OPERATIONAL*.

- Nishat, Afreen, Mohammad Yusuf, Abdul Qadir, Yassine Ezaier, Viola Vambol, M Ijaz Khan, Sana Ben Moussa, dkk. 2023. "Wastewater treatment: a short assessment on available techniques." *Alexandria Engineering Journal* 76: 505–16.
- NURRAHMANA, MUHAMMAD RIZQON. 2023. "Laporan Pkm-Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (Ipam) Babakan Perumdam Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang."
- Nusa Idaman Said dan Dinda Rita Krishumartani Hartaja. 2015. "PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES BIOFILTER ANAEROB-AEROB DAN." 8(1).
- Okwadha, George D O, dan Jin Li. 2010. "Optimum conditions for microbial carbonate precipitation." *Chemosphere* 81(9): 1143–48.
- Omoregie, Armstrong Ighodalo, Lock Hei Ngu, Dominic Ek Leong Ong, dan Peter Morin Nissom. 2019. "Low-cost cultivation of *Sporosarcina pasteurii* strain in food-grade yeast extract medium for microbially induced carbonate precipitation (MICP) application." *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 17: 247–55.
- Pamungkas, Gilang Darma, Zuhdiyah Matienatul Iemaaniah, dan Bustan Bustan. 2023. "ANALISIS KARAKTERISTIK IKLIM DAN HUJAN PADA LAHAN PERTANIAN DI KECAMATAN KEDIRI KABUPATEN LOMBOK BARAT." *AGROTEKSOS* 33(3): 855–66.
- Park, Choon-Keun. 2000. "Hydration and solidification of hazardous wastes containing heavy metals using modified cementitious materials." *Cement and Concrete Research* 30(3): 429–35.
- Peraturan Daerah Kota Semarang. 2011. "Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 14 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 - 2031."
- Permatasari, Cahyaning Kilang. 2020. "Penerapan Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam menentukan lokasi pabrik tempe." *Journal of Applied Science (Japps)* 2(2): 24–33.
- Pratama, H A. 2022. "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

- Domestik Yayasan Pondok Pesantren Al-Jaly Kabupaten Bangkalan.” *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya*, [http://digilib. uinsby. ac. id/52101](http://digilib.uinsby.ac.id/52101).
- Pratiwi, Rimadani, Jessica Tristi, dan Febrina Amelia Saputri. 2018. “Kontaminasi timbal pada berbagai jenis makanan dan minuman.” *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 7(1): 59–66.
- Pribadi, Luwis Rianingrum. 2005. “Evaluasi Kinerja Kolam Fakultatif 2B dalam Menurunkan Kadar BOD & COD pada Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang Bandung.”
- Pujiastuti, Peni. 2024. *Polutan Organik dalam Air Permukaan & Air Limbah*. Cetakan Pe. ed. Tiana Azhari. Yogyakarta: DEEPUBLISH CV Budi Utama.
- Puspitarini, Rizqa, Riva Ismawati, Muhammad Wildan, dan Mizana Nuryono. 2023. “Studi Analisis Logam Berat Timbal dan Kadmium Air Lindi dan Air Sumur di TPA Pasuruhan Kabupaten Magelang sampah ditimbun pada sebidang tanah yang luas . Setiap harinya kendaraan.” 15: 134–45.
- Putro, Wahyu Handoyo, Bambang Suwerda, dan Sigid Sudaryanto. 2012. “Pengaruh Variasi Volume Campuran Lumpur IPAL Sewon Terhadap Kuat Tekanan Batu B ata Produksi Desa Turi, Sumberagung, Sleman.” *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan* 4(1): 44–50.
- Qarani, Shuokr, Hamidi Abdul, Mohd Suf, Mohammed J K Bashir, dan Muhammad Umar. 2010. “Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary land fi lls: A comparative study.” 91: 2608–14. doi:10.1016/j.jenvman.2010.07.042.
- Qasim, Syed R. 1999. *Wastewater treatment plants: planning, design, and operation*. Routledge.
- Rajasekar, Adharsh, Stephen Wilkinson, dan Charles K.S. Moy. 2021. “MICP as a potential sustainable technique to treat or entrap contaminants in the natural environment: A review.” *Environmental Science and Ecotechnology* 6: 100096. doi:10.1016/j.es.2021.100096.
- Ramli, Hamidi Abdul Aziz dan Siti Fatihah. 2018. “Recent development in sanitary landfilling and landfill leachate treatment in Malaysia.” 9: 201–29.

- Rathi, Manohari, dan K N Yogalakshmi. 2021. "Brevundimonas diminuta MYS6 associated *Helianthus annuus* L. for enhanced copper phytoremediation." *Chemosphere* 263: 128195.
- Renou, S., J. G. Givaudan, S. Poulain, F. Dirassouyan, dan P. Moulin. 2008. "Landfill leachate treatment: Review and opportunity." *Journal of Hazardous Materials* 150(3): 468–93. doi:10.1016/j.jhazmat.2007.09.077.
- Reynolds, Tom D., dan Paul A. Richards. 1996. "Unit Operations and Processes in Environmental Engineering Second Edition."
- Rezagama, Arya, Mochtar Hadiwidodo, Purwono Purwono, Nurul Fajri Ramadhani, dan Mia Yustika. 2016. "Penyisihan Limbah Organik Air Lindi TPA Jatibarang Menggunakan Koagulasi-Flokulasi Kimia." *Teknik* 37(2): 78. doi:10.14710/teknik.v37i2.12647.
- Riadi, Lieke, Fenita Rosaria, Rocky Soetanto, dan Melissa Azelea. 2020. "Stabilisasi Logam Berat Dalam Sludge Dan Efektifitas Penggunaannya Pada Pembuatan Batako Stabilization of Heavy Metal in Sludge and Its Utilization Effectivity on Brick Production."
- Riding, Robert. 2000. "Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial–algal mats and biofilms." *Sedimentology* 47: 179–214.
- Rittmann, Bruce E, dan Perry L McCarty. 2001. "Environmental biotechnology: principles and applications."
- Rui, Lee Mao, Zawawi Daud, Abd Aziz, dan Abdul Latif. 2012. "Coagulation-Flocculation In Leachate Treatment Using Combination Of PAC With Cationic And Anionic Polymers." 2(August): 1935–40.
- Said, Nusa Idaman. 2002. "Teknologi pengolahan limbah cair dengan proses biologis." *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri, Jakarta, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*: 78–148.
- Saputri, Afrike Wahyuni. 2011. "Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Babakan PDAM Tirta Kerta Raharja Kota Tangerang." *Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia*.

- Setyono, Prabang, dan Endang S Soetarto. 2008. "Biomonitoring degradasi ekosistem akibat limbah CPO muara sungai Mentaya Kalimantan Tengah dengan metode elektromorf isozim esterase." *Jurnal Biodiversitas* 9: 232–36.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Kensaku Takeda. 1993. "Hidrologi Untuk Pengairan, Jakarta: PT." *Pradya Paramita*.
- Spellman, Frank R. 2008. *Handbook of water and wastewater treatment plant operations*. CRC press.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. "Air dan Air Limbah-Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah." *SNI 6989: 2008*.
- Stocks-fischer, Shannon, Johnna K Galinat, dan Sookie S Bang. 1999. "Microbiological precipitation of CaCO₃." 31.
- Stocks-Fischer, Shannon, Johnna K Galinat, dan Sookie S Bang. 1999. "Microbiological precipitation of CaCO₃." *Soil biology and biochemistry* 31(11): 1563–71.
- Su, F, dan Y Y Yang. 2021. "Microbially induced carbonate precipitation via methanogenesis pathway by a microbial consortium enriched from activated anaerobic sludge." *Journal of Applied Microbiology* 131(1): 236–56. doi:10.1111/jam.14930.
- Subekti, Sri; Sasmito, Adi; Rahman, Bobby. 2023. "Pemanfaatan Sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jatibarang sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan." *Merdeka Indonesia Journal International (MIJI)* 3: 55–56. [https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/167638/341506.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8314/LOEBLEIN%2C](https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/167638/341506.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8314/LOEBLEIN%2C%20LUCINEIA%20CARLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proces) LUCINEIA CARLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proces.
- Sularso. 2000. "Pompa dan kompresor: pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan."
- Suripin. 2004. *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi.
- Tabrez, Shams, Torki A Zughabi, dan Mehjbeen Javed. 2022. "Water quality index, *Labeo rohita*, and *Eichhornia crassipes*: Suitable bio-indicators of river water pollution." *Saudi Journal of Biological Sciences* 29(1): 75–82.

- Tchobanoglous, G. 2014. *Wastewater Engineering*.
- Tchobanoglous, George. 2003. Fourth Edi Metcalf & Eddy, Inc. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. doi:10.1016/0191-2615(91)90038-K.
- Tchobanoglous, George, dan Frank Kreith. 2002. 1 Educacao e Sociedade *Handbook of Solid Waste Management*.
http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Educacao_PereiraAS_1.pdf
http://www.anpocs.org.br/portal/publicacoes/rbcs_00_11/rbcs11_01.htm
http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7845/1/td_2306.pdf
<https://direitofma2010.files.wordpress.com/2010/>.
- Tchobanoglous, George, Franklin L. Burton, dan David H. Stensel. 2003. “Metcalf & Eddy : Wastewater Engineering: Treatment and Reuse.” *McGraw Hill Companies, Inc.* (7): 421.
- Tchobanoglous, George, Howard S Peavy, dan Donald R Rowe. 1985. *Environmental engineering*. McGraw-Hill Interamericana New York.
- Tchobanoglous, George, Franklin Burton, dan H David Stensel. 1991. “Wastewater engineering: treatment and reuse.” *American Water Works Association. Journal* 95(5): 201.
- Tejera, Javier, Carlos Negro Ruben Miranda, Daphne Hermosilla, Iñigo Urra, dan Ángeles Blanco. 2019. “Treatment of a Mature Landfill Leachate : Comparison between Homogeneous and Heterogeneous.” : 1–17.
- Teng, Chunying, Kanggen Zhou, Changhong Peng, dan Wei Chen. 2021. “Characterization and treatment of landfill leachate : A review.” *Water Research* 203(March): 117525. doi:10.1016/j.watres.2021.117525.
- Tilley, Elizabeth, Lukas Ulrich, Christoph Lüthi, Philippe Reymond, dan Christian Zurbrugg. 2014. “Compendium of sanitation systems and technologies.”
- Ulisfah, Lusi. 2025. *Modul Ajar Unit Operasi & Unit Proses Pengolahan Air*.
- Umar, Rizka R, Jootje M L Umboh, dan Rahayu H Akili. 2021. “Analisis kandungan timbal (Pb) pada makanan jajanan gorengan di pinggir jalan raya Kec. Girian Kota Bitung Tahun 2021.” *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi* 10(5).
- Wang, Zhaoyu, Nan Zhang, Yong Jin, Qi Li, dan Junhao Xu. 2021. “Application of

- microbially induced calcium carbonate precipitation (MICP) in sand embankments for scouring/erosion control.” *Marine Georesources & Geotechnology* 39(12): 1459–71.
- Wu, Chuanwei, Weiming Chen, Zhepei Gu, dan Qibin Li. 2021. “Science of the Total Environment A review of the characteristics of Fenton and ozonation systems in land fill leachate treatment.” *Science of the Total Environment* 762: 143131. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.143131.
- Xu, Fengli, dan Dongxing Wang. 2023. “Review on soil solidification and heavy metal stabilization by microbial-induced carbonate precipitation (MICP) technology.” *Geomicrobiology Journal* 40(6): 503–18.
- Yadav, Joginder Singh, dan Anil Kumar Dikshit. 2017. “Stabilized Old Landfill Leachate Treatment Using Electrocoagulation.” 10(1): 25–33. doi:10.14456/ea.2017.4.
- Yang, Shu, Lei Li, Xuya Peng, Rui Zhang, dan Liyan Song. 2021. “Methanogen Community Dynamics and Methanogenic Function Response to Solid Waste Decomposition.” 12(October): 1–11. doi:10.3389/fmicb.2021.743827.
- Yang, Yang, Jian Chu, Hanlong Liu, dan Liang Cheng. 2022. “Construction of water pond using bioslurry-induced biocementation.” *Journal of Materials in Civil Engineering* 34(3): 6021009.
- Youcai, Zhao, Song Lijie, dan Li Guojian. 2002. “Chemical stabilization of MSW incinerator fly ashes.” *Journal of Hazardous Materials* 95(1–2): 47–63.
- Zakaria, Ahmad, Sopian Sauri, Dian Mira Fadela, dan Puspita Sri Ayu Wardhani. 2021. “Efisiensi Penurunan Kadar COD, TSS, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan Poly Aluminium Chloride dengan metode Jar Test.” *Warta Akab* 45(2).
- Zeng, Yong, Zezhi Chen, Yaling Du, Qingyang Lyu, Ziyi Yang, Yang Liu, dan Zhiying Yan. 2021. “Microbiologically induced calcite precipitation technology for mineralizing lead and cadmium in landfill leachate.” *Journal of Environmental Management* 296: 113199.
- Zularisam, A W, A F Ismail, dan Razman Salim. 2006. “Behaviours of natural organic matter in membrane filtration for surface water treatment—a review.”

Desalination 194(1–3): 211–31.

