



YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. PPH Mustapa 23, Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215 ext 157, Fax: 022-7202892
Web site: <http://www.itenas.ac.id>, e-mail: lpp@itenas.ac.id

SURAT KETERANGAN MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL 479/A.01/TL-FTSP/Itenas/XII/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.
Jabatan : Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Itenas
NPP : 40909

Menerangkan bahwa,

Nama : Aulya Adisti Febriyanti
NRP : 252021018
Email : aulya.adisti@mhs.itenas.ac.id

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Analisis Beban Emisi Non Condensable Gas (NCG) Pada Cooling Tower Di PLTP X.

Tempat : Jawa Barat

Waktu : 01 Juli – 31 Juli 2024

Sumber Dana : Mandiri

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

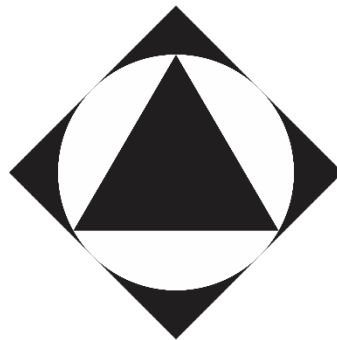
Bandung, 09 Desember 2025

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
Itenas,

(Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.)
NPP. 40909

ANALISIS BEBAN EMISI NON CONDENSABLE GAS (NCG) PADA COOLING TOWER DI PLTP X

PRAKTIK KERJA



Oleh :

Aulya Adisti Febrivanti

252021018

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PRAKTIK KERJA
ANALISIS BEBAN EMISI NON CONDENSABLE (NCG)
PADA UNIT COOLING TOWER
DI PLTP X

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Mata Kuliah Kerja Praktik (TLB-490) Pada
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institute Teknologi Nasional Bandung

Disusun Oleh :

Aulya Adisti Febriyanti

25-2021-018

Bandung, 17 Maret 2025

Semester Ganjil 2024/2025

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing

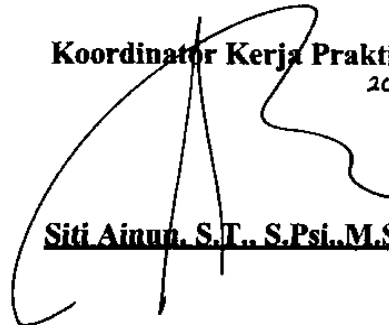


Dr. Eng. Didin Agustian Permadi,
S.T., M. Eng.

NIDN : 0420088009

Koordinator Kerja Praktik

20/03/25



Siti Ainun, S.T., S.Psi., M.Sc.

NIDN: 0416087701

Ketua Program Studi



Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.

NIDN: 0403047803

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) merupakan sumber energi terbarukan yang memanfaatkan panas bumi untuk menghasilkan listrik. PLTP X menggunakan sistem siklus tertutup, di mana uap kering dari hasil pemisahan uap dan brine pada separator digunakan untuk memutar turbin. Kondensat dan brine kemudian dikembalikan ke dalam bumi melalui sumur injeksi guna menjaga keseimbangan reservoir. Penelitian ini bertujuan untuk memahami proses pembangkitan serta menganalisis potensi emisi gas buang. Hasil pengamatan menunjukkan laju alir gas buang sebesar 106 kg/s dengan luas penampang cerobong 9 m². Berdasarkan asumsi massa jenis gas 1,2 kg/m³, diperoleh laju alir volumetrik 88,33 m³/s. Beban emisi CO₂ tercatat paling dominan, berkisar antara 205–515 kg/hari. Konsentrasi emisi gas non-kondensabel (NCG) yang dihasilkan tidak melebihi ambang batas sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal lampiran V. Secara keseluruhan, sistem PLTP ini menunjukkan efisiensi operasi yang baik dan dampak lingkungan yang rendah. Namun demikian, pemantauan emisi tetap diperlukan, termasuk konversi konsentrasi tiap parameter, kemudian melakukan pemodelan dispersi uap yang dihasilkan dari proses produksi PLTP ke udara ambien dan juga pengembangan teknologi CCUS (*Carbon Capture, Utilization and Storage*) sebagai upaya lanjutan dalam pengendalian emisi.

Kata kunci : PLTP, Emisi NCG, Beban Emisi, Konsentrasi Gas.

ABSTRACT

Geothermal power plants (PLTP) are a renewable energy source that utilizes geothermal heat to generate electricity. X's PLTP uses a closed cycle system, in which dry steam from the separation of steam and brine in the separator is used to turn the turbine. The condensate and brine are then returned to the earth through injection wells to maintain reservoir balance. This study aims to understand the power generation process and analyze the potential for exhaust gas emissions. Observations show an exhaust gas flow rate of 106 kg/s with a chimney cross-sectional area of 9 m². Based on the assumption of a gas density of 1.2 kg/m³, a volumetric flow rate of 88.33 m³/s is obtained. CO₂ emissions are the most dominant, ranging from 205–515 kg/day. The concentration of non-condensable gas (NCG) emissions produced did not exceed the threshold limits specified in the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia No. P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 on Emission Standards for Thermal Power Plants, Annex V. Overall, this geothermal power plant system demonstrates good operational efficiency and low environmental impact. However, emission monitoring remains necessary, including the conversion of concentration parameters, followed by modeling the dispersion of steam generated from the geothermal power plant production process into the ambient air, as well as the development of CCUS (Carbon Capture, Utilization, and Storage) technology as a further effort in emission control.

Keywords: PLTP, NCG Emissions, Emission Load, Gas Concentration.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Udara merupakan salah satu aspek lingkungan yang perlu diperhatikan. Udara akan sangat berdampak terhadap kesehatan masyarakat itu sendiri, oleh karena itu, polutan atau emisi yang terdapat di udara harus dikendalikan agar udara ambien tidak membahayakan masyarakat yang menghirupnya. Indonesia biasa dikenal sebagai negara dari bagian bumi yang kaya akan sumber daya alam, salah satunya sumber panas bumi, pada pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) ini menghasilkan energi listrik dengan mengubah uap panas bumi ke suhu dan tekanan tertentu dalam turbin uap. Uap panas bumi secara alami diproduksi jauh di bawah tanah dan dibawa ke permukaan melalui sumur panas bumi. Beberapa jenis gas tercampur di bagian steam. Ada beberapa gas yang tidak dapat terkondensasi atau biasa disebut dengan Non Condensable Gas (NCG) (Gokcen & Yildirim, 2008 dalam (ROMADHON, Harmoko et al. 2023)).

Salah satu emisi yang tersebar di udara ambien terutama di wilayah Jawa Barat bersumber dari PLTP yaitu emisi yang dihasilkan dari proses produksi adalah *Non-Condensable Gas* (NCG). *Non condensable gas* (NCG) adalah komponen alami dari fluida panas bumi juga merupakan gas yang tidak dapat terkondensasi (Sartika, 2021).

Gas yang tidak terkondensasi ini akan menghasilkan gas berupa Ar, O₂, N₂, CH₄, CO₂, H₂S dan NH₃. Gas H₂S yang terdispersi memiliki ciri khas yaitu akan tercium bau seperti telur busuk, dimana gas H₂S merupakan gas yang berbahaya jika konsentrasinya tinggi dan dapat berdampak pada kesehatan bahkan kemungkinan terburuknya dapat berujung pada kematian. Berdasarkan kerentanan bahaya yang dapat terjadi, juga emisi NCG dari unit Cooling Tower pada PLTP ini belum terdapat sistem pengendalian emisinya, hal ini menjadi pertimbangan bagi peneliti untuk mengkaji lebih dalam terkait beban emisi NCG yang dihasilkan. Tujuan analisis ini adalah untuk menganalisis beban emisi NCG yang dihasilkan juga dibandingkan dengan standar baku mutu yang berlaku kemudian ditinjau dari segi dampak pada udara ambien di sekitar PLTP dan identifikasi bahaya yang

mungkin terjadi, dan juga merekomendasikan terkait pengendalian emisi yang dapat dilakukan untuk mengurangi atau mengendalikan beban emisi yang dihasilkan.

1.2. Topik Kerja Praktik

Topik kerja praktik yang diambil adalah Pencemaran Udara dan Pengendalian Pencemaran Udara. Topik ini membahas tentang mengidentifikasi sumber polusi yang menjadi polutan juga dampak-dampak yang akan ditimbulkan dan cara pengendalian pencemaran udara yang dapat dilakukan. Fokus dari kerja praktik ini adalah meninjau terkait sumber emisi dan emisi yang dihasilkan serta dampak yang akan ditimbulkan.

1.3. Maksud dan Tujuan Kerja Praktik

1.3.1. Maksud Kerja Praktik

Maksud dari pelaksanaan Kerja Praktik ini adalah untuk menganalisis beban emisi *non condensable gas* (NCG) yang dihasilkan untuk kemudian dihubungkan dengan emisi yang berada di udara ambien sekitar PLTP serta ditinjau lebih dalam terkait dampak dari emisi NCG.

1.3.2. Tujuan Kerja Praktik

1. Menganalisis hasil perbandingan konsentrasi emisi *non condensable gas* (NCG) dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal Lampiran V.
2. Menganalisis hubungan antara emisi *non condenseble gas* (NCG) yang dihasilkan di PLTP dengan konsentrasi emisi di udara ambien sekitar PLTP X.
3. Kualifikasi (inventarisasi) dari emisi *non condenseble gas* (NCG) yang dihasilkan di PLTP X.

1.4. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Nama Instansi : PLTP X.

Alamat Instansi : Jawa Barat.

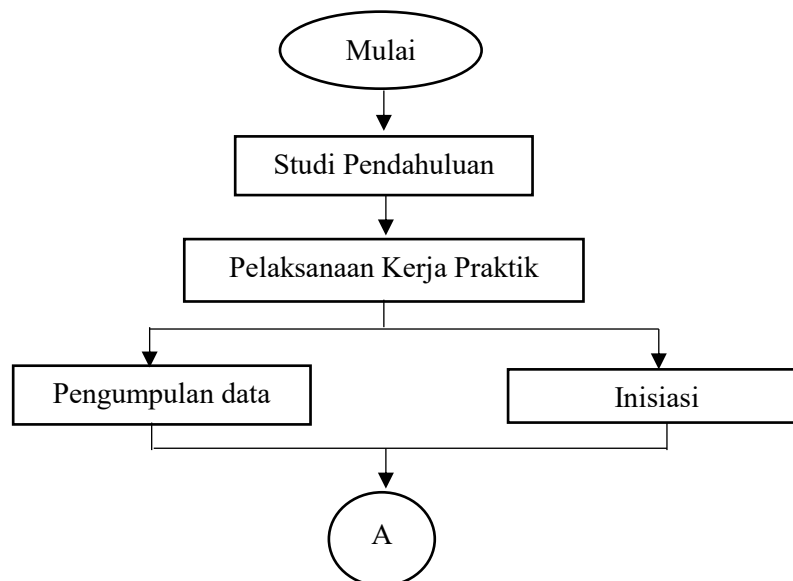
Waktu Pelaksanaan : 01 Juli – 31 Juli 2024

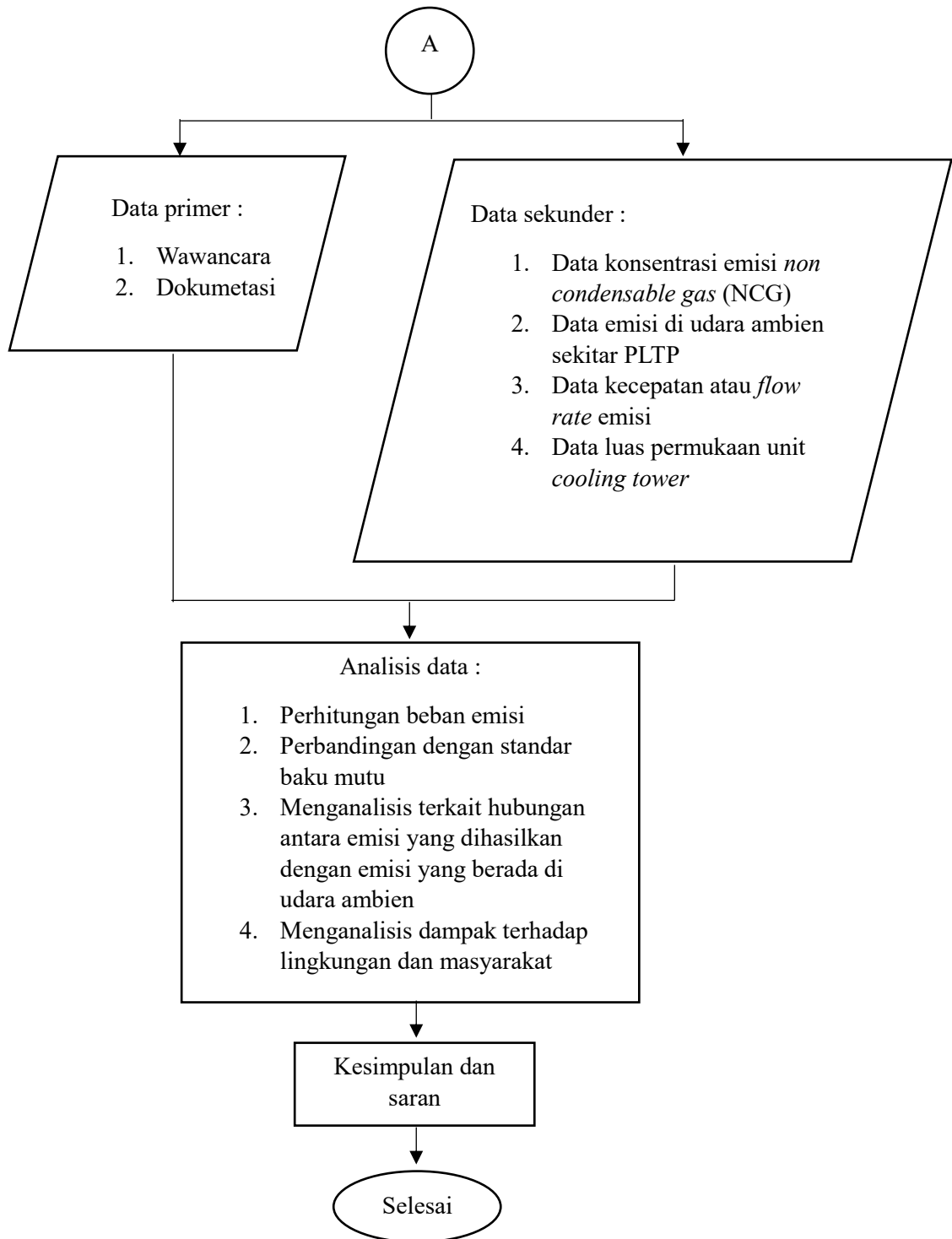
1.5. Ruang Lingkup

Berdasarkan topik yang diambil dengan judul “Analisis Beban Emisi *Non Condensable Gas* (NCG) Pada *Cooling Tower* Di PLTP X”, maka batasan pembahasan kerja praktik ini adalah sebagai berikut:

- Perhitungan konsentrasi dan beban emisi *Non Condensable Gas* (NCG) yang berasal dari unit *cooling tower* yang dihasilkan menggunakan analisis *Continous Emissions Monitoring System* (CEMS).
- Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara sekitar (udara ambien) yang diukur oleh pihak perusahaan sebagai salah satu upaya pengendalian emisi.
- Data yang digunakan dalam kerja praktik ini adalah data sekunder.
- Lokasi kerja praktik ini berlokasi di PLTP X.

1.6. Metodologi





Gambar I. 1 Metodologi Pelaksanaan Kerja Praktik

Sumber : Hasil Analisi, 2024.

a) Persiapan Praktik Kerja

Periapan kerja praktik yang harus dilakukan adalah memiliki pemahaman terkait tujuan kerja praktik dengan merencanakan topik dan judul yang akan

dipelajari dan diimplementasikan pada saat pelaksanaan kerja praktik, hal-hal lain yang harus dipersiapkan antara lain :

- Lokasi pelaksanaan kerja praktik.
- Jadwal pelaksanaan kerja praktik.
- Ruang lingkup topik kerja praktik.
- Mengidentifikasi data-data yang diperlukan untuk kerja praktik.

b) Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan suatu kegiatan peninjauan literatur yang terkait dengan emisi *non condensable gas* (NCG) dan cara kerja *Cooling Tower* baik berupa softcopy, hardcopy, arsip, dan informasi yang berada di perusahaan.

c) Pelaksanaan Kerja Praktik

Pelaksanaan kerja praktik ini meliputi :

- Inisiasi, dimana tahap ini merupakan suatu pengenalan umum serta penyesuaian dengan kondisi perusahaan juga penyelarasan permasalahan atau judul kerja praktik yang diajukan.
- Observasi merupakan suatu kegiatan mengamati lokasi kerja praktik dan juga mendokumentasikannya sebagai bukti telah melakukan observasi lapangan yang bertempat di PLTP X.
- Pengumpulan data merupakan suatu tahap untuk mengumpulkan data baik data tersebut berupa data sekunder dan juga primer. Data yang banyak dikumpulkan ialah data sekunder, dimana data tersebut berupa data konsentrasi emisi *Non-Condensable Gas* (NCG), konsentrasi emisi *Non-Condensable Gas* (NCG) di udara ambien, data *flow rate* emisi NCG, data *generation output* dari unit *Cooling Tower*. Sedangkan data primer yang didapatkan adalah data dokumentasi lapangan dan juga hasil wawancara dengan pihak terkait.

d) Pengolahan Data

Pengolahan data ini dilakukan pengolahan dari data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah sehingga menghasilkan output data yang siap untuk di analisis.

e) Analisis

Tahapan ini merupakan suatu tahap untuk menganalisis beban emisi *non condensable gas* (NCG) yang dihasilkan oleh *Cooling Tower* untuk selanjutnya dibandingkan dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal, kemudian ditinjau terkait hubungan beserta dampak pada udara ambien di sekitar PLTP X , terutama pada kawasan penduduk yang terpapar disperse emisi tersebut.

f) Penyusunan Laporan Kerja Praktik

Tahapan ini merupakan tahap penyusunan laporan kerja praktik yang dimana menjadi suatu bentuk tanggungjawab mahasiswa/i yang telah menyelesaikan pelaksanaan kerja praktik.

g) Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan kerja praktik ini disusun sesuai pedoman dan ketentuan berlaku, dimana terdapat hal-hal yang diuraikan dalam laporan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini membahas tentang Latar Belakang, Alasan Pemilihan Judul, Definisi Istilah, Maksud dan Tujuan, Rumusan Masalah, Ruang Lingkup Masalah, dan Sistematika Penulisan.

Bab II Gambaran Umum

Dalam bab ini menguraikan gambaran umum perusahaan yang berisi tentang Identitas Perusahaan, Sejarah Perusahaan, Budaya Perusahaan, Struktur Organisasi, dan Deskripsi Penanganan Gas, Air dan Limbah Perusahaan.

Bab III Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini membahas dasar teori tentang hal-hal yang mendasar terkait dengan udara dan pencemaran udara serta gas-gas yang menjadi polutan di udara, juga hal-hal lain yang berhubungan dengan Unit *Cooling Tower*.

Bab IV Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil analisis yang dilakukan dari konsentrasi beban emisi yang dihasilkan PLTP untuk kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu, dihubungkan dengan emisi di udara ambien, dan tinjau lebih dalam terkait dampak yang dapat ditimbulkan.

Bab V Penutup

Pembahasan di bab ini akan menyebutkan kesimpulan dari seluruh pembahasan di dalam laporan kerja praktik ini dan memberikan saran atau rekomendasi bagi pihak perusahaan terkait yang dapat berguna dimasa yang akan mendatang dan bagi para pembaca yang membacanya.

BAB II

KESIMPULAN DAN SARAN

2.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perbandingan emisi yang dihasilkan oleh proses produksi di PLTP X. dengan standar baku mutu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal lampiran V, dimana hasil perbandingan tersebut menyatakan tidak ada konsentrasi emisi yang melebihi baku mutu untuk parameter H_2S dan NH_3 . Sedangkan untuk parameter CO_2 dan CH_4 yang tidak dibandingkan dengan standar baku mutu karena tidak ada standar yang relevan baik dalam regulasi nasional maupun internasional.
2. Hubungan emisi hasil proses produksi dari PLTP dengan emisi yang berada pada udara ambien terutama pada parameter CO dan CO_2 , dimana penyebab tingginya konsentrasi CO dan CO_2 berdasarkan hasil tinjauan pada kondisi eksisting yang merujuk pada jumlah volume kendaraan roda empat dan dua yang tinggi setiap harinya. Selain itu, terdapat faktor lain yang dapat menjadi penyebab tingginya konsentrasi CO terutama CO_2 dibandingkan parameter lain yaitu dengan adanya kemungkinan kontribusi dispersi emisi yang dihasilkan dari PLTP X itu sendiri.
3. Dampak yang ditimbulkan pada lingkungan sekitar dan juga terhadap para pekerja di PLTP itu sendiri dapat berupa gangguan kesehatan apabila gas H_2S yang tidak terkontrol dapat mulai dari kehilangan kemampuan indera penciuman hingga dapat berdampak serius pada kesehatan yang berujung kematian, sedangkan bagi lingkungan sekitar gas CO dan CO_2 yang terdispersi ke udara ambien atau atmosfer dapat berkontribusi dalam pemanasan global/gas rumah kaca (GRK).

2.2. Saran

Saran yang dikembangkan oleh penelitti lain juga mungkin dapat dipertimbangkan oleh pihak perusahaan adalah untuk mempertimbangkan terkait :

1. Memastikan perhitungan konversi konsentrasi dari setiap parameter yang dimonitoring dikarenakan dapat mempengaruhi hasil akhir yang cukup signifikan.
2. Dapat ditinjau lebih lanjut mengatasi pengurangan gas rumah kaca atau mitigasi yang dapat dilakukan terutama untuk parameter gas CO dan CO₂ adalah dengan melakukan pemodelan dispersi uap yang dihasilkan agar dapat terlihat secara jelas bagaimana dispersi uap yang terjadi dari proses produksi PLTP ke udara ambien.
3. Dapat merencanakan pembangunan teknologi CCUS (*Carbon Capture, Utilization and Storage*) sebagai upaya pengendalian emisi.

DAFTAR PUSTAKA

- (NIOSH), N. I. f. O. S. a. H. s. (2021). *Methane: Health and Safety Hazards Fact Sheet*. National Institute for Occupational Safety and Health's (NIOSH)
- (Permenlhk), P. M. L. H. D. K. R. I. (2019). *Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal*. (Nomor P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia (Permenlhk)
- Arifin, A. Z. (2018). *Preventive Maintenance & Blade Replacement Pada Cooling Tower Unit 2 Cell-F*.
- as an Alternative, C. G. N. C. (2023). Analysis of Geothermal Wells with High Non-Condensable Gas (NCG) Content as an Alternative Energy Source to Reduce House Load on Indonesia's Geothermal Power Plant.
- Darmawan, D. (2018). *Analisis Efektivitas Cooling Tower Unit 1 Star Energy Geothermal Wayang Windu Ltd*.
- Davis, T. W. (2000). *Air Pollution Engineering Manual*. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons Inc.
- Ehrnsperger, L., & Klemm, O. (2021). Source apportionment of urban ammonia and its contribution to secondary particle formation in a Mid-size European City. *Aerosol and Air Quality Research*, 21(5), 200404.
- Farren, N. J., Davison, J., Rose, R. A., Wagner, R. L., & Carslaw, D. C. (2021). Characterisation of ammonia emissions from gasoline and gasoline hybrid passenger cars. *Atmospheric Environment: X*, 11, 100117.
- Galuh Sabhrina Nugrainy, S., dan Cahyadi. (2014). Upaya Penurunan Emisi SO₂ DariI Bahan Bakar Batubara Kualitas Rendah (Tipe: *Subbituminous*) Dengan Campuran Batu Kapur (*Limestone*) Pada Proses Pembakaran. *Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*
- Geothermal, S. E. (2020). *Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Di Indonesia. Wayang Windu*.
- Glossary, E. E. A. (2018). *Glossary: Carbon dioxide equivalent*. Retrieved 16 April 2018 from
- Godish, T. (2005). *Air Quality*. Lewis Publisher.

- Henseley, J. C. (2009). *Cooling Tower Fundamentals*. SPX Cooling Technologies, Inc.
- Hidayat, A. (2023). Dampak Polusi Udara pada Kesehatan.
- Króliczewska, B., Pecka-Kiełb, E., & Bujok, J. (2023). Strategies used to reduce methane emissions from ruminants: Controversies and issues. *Agriculture*, 13(3), 602.
- Li, S., & Flynn, M. (2021). Cooling tower plume abatement and plume modeling: a review. *Environmental Fluid Mechanics*, 21(3), 521-559.
- Lopez, Y. F. d. (2022). *Konsentrasi Larutan dalam Satuan PPM* Politani Negeri Kupang.
- Madejski, P., Chmiel, K., Subramanian, N., & Kuś, T. (2022). Methods and techniques for CO₂ capture: Review of potential solutions and applications in modern energy technologies. *Energies*, 15(3), 887.
- O'Sullivan, M., Gravatt, M., Popineau, J., O'Sullivan, J., Mannington, W., & McDowell, J. (2021). Carbon dioxide emissions from geothermal power plants. *Renewable Energy*, 175, 990-1000.
- Organization, W. H. (2021, 21 September 2021). Tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi Yang Ditetapkan Secara Nasional Dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan Nasional. *What are the WHO Air quality guidelines?*
- Orionce Serviços de Metrologia Ltda & Cordis US Corp., B. R. (2022). Analysis of water quality over non-condensable gases concentration on steam used for sterilization. *Jurnal Ilmu Kebidanan dan Ginekologi*, 17(9).
- Global Warming Potential Values, (2016).
- Purbianto, A., & Adji, B. S. (2021). ANALISIS PERFORMA MAIN COOLING WATER PUMP PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) PT. X. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 1(1), 88-96.
- Reche, C., Viana, M., Karanasiou, A., Cusack, M., Alastuey, A., Artiñano, B., Revuelta, M. A., López-Mahía, P., Blanco-Heras, G., & Rodríguez, S. (2015). Urban NH₃ levels and sources in six major Spanish cities. *Chemosphere*, 119, 769-777.

- Registry, A. f. T. S. a. D. (2016). *Toxicological Profile For Hydrogen Sulfide And Carbonyl Sulfide*. U.S. Department Of Health And Human Services.
- Rypda, H. V. a. K. (2012). *The Global Atmospheric Pollution Forum Air Pollutant Emission Inventory Manual*. Stockholm Environment Institute (SEI) and The International Union of Air Pollution Prevention Associations (IUAPPA).
- Saputri, S. o. E. (2017). *Perbandingan Hasil Analisis Pemantauan Lingkungan Dengan Rona Lingkungan Awal*.
- Sartika. (2021). *Analisis Kadar Hidrogen Sulfida (H₂S) dalam Non Condensable Gas (NCG) PT. Pertamina Geothermal Energy Area Lahendong Politeknik ATI Makassar]*. Makassar : Politeknik ATI Makassar
- Sihombing. (2020). Analisa Efisiensi Termal Turbin, Kondensor dan Menara Pendingin pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 9-10.
- Star Energy Geothermal (Wayang Windu), L. (2023). *Laporan Pelaksanaan RKL-RPL PLTP WW Semester 2*.
- Tri, C. (2017). *Penyehatan Udara*. ANDI.
- Wardani, W. (2017). *Analisis Kinerja Cooling Tower Unit 1 PLTP X Limited*.
- WHO, W. H. O. (2005). *Globally Averaged Concentration of Carbon Dioxide (CO₂)*. Greenhouse Gas Bulletin.