

Dispersi Pencemaran Udara Dengan Parameter Sulfur Dioksida (SO₂)

Pada PLTGU Di PT PLN Nusantara Power UP GRESIK

Qonitah Fadlilah Qubro¹, Muhammad Abdus Salam Jawwad², Restu Hikmah Ayu Murti^{3*}

¹ Mahasiswa Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur

² Dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur

³ Dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur

*E-mail: restu.hikmah.tl@upnjatim.ac.id; Tel: 08816389741

Received: 21 March 2023; Accepted: 30 March 2024; Published: 31 March 2024

Abstract

Gresik Regency is one of the regencies known as an industrial city. The reason why Gresik Regency is called the Industrial City is because of the many industries in Gresik Regency. The largest number of industries as many industries as there are 304 industries in Gresik Regency and in Kebomas Regency as many as 2,034 industries. The large number of industries in Gresik Regency. PT PLN Nusantara Power UP Gresik. PT PLN Nusantara Power UP Gresik is one of the generating units that has an impact in contributing to emissions in the Gresik area. This study aims to determine the distribution of air produced by the production process at PLTGU at PT PLN Nusantara Power in producing electricity with a combine cycle system. The simulation model uses AERMOD View software with meteorological data from Sangkapura station. The results show that the PLTGU industry has an emission impact on residential areas located on the west, north and south sides of the activity location, as the distribution of non dominant wind directions moves in that direction, dominantly the distribution of the largest concentration to the east of emission sources in accordance with the dominant wind direction. however, the concentration produced is still below the allowable limit in the quality standards, which are listed in Appendix VII PP No. 22 of 2021. Factors that affect the distribution of this concentration include the height and size of the chimney installed at PT PLN Nusantara Power UP Gresik.

Keywords: aermody; PLTGU; air pollution; Gresik City

Abstrak

Kabupaten Gresik merupakan salah satu kabupaten yang dikenal sebagai kota industri. Alasan mengapa Kabupaten Gresik disebut sebagai Kota Industri adalah karena banyaknya industri yang ada di Kabupaten Gresik. Jumlah industri terbesar sebanyak industri terdapat di Kabupaten Gresik sebanyak 304 industri dan di Kabupaten Kebomas sebanyak 2.034 industri. Banyaknya jumlah industri di Kabupaten Gresik. PT PLN Nusantara Power UP Gresik. PT PLN Nusantara Power UP Gresik merupakan salah satu Unit Pembangkit yang mempunyai impact dalam penyumbang emisi di wilayah Gresik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran udara yang dihasilkan oleh proses produksi pada PLTGU di PT PLN Nusantara Power UP di Gresik dalam memproduksi listrik dengan sistem combine cycle. Model simulasi menggunakan software AERMOD View dengan data meteorologi stasiun Sangkapura. Hasil menunjukkan bahwa industri PLTGU memberikan dampak emisi di area pemukiman yang berada di sisi barat, utara dan Selatan lokasi kegiatan, sebagaimana persebaran arah angin non dominan bergerak ke arah tersebut, Secara dominan persebaran konsentrasi terbesar ke arah timur sumber emisi sesuai dengan arah angin dominan. namun konsentrasi yang dihasilkan masih dibawah batas yang diijinkan pada baku mutu, yang tertera pada Lampiran VII PP No 22 Tahun 2021. Faktor yang mempengaruhi sebaran konsentrasi ini antara lain dari tinggi dan ukuran cerobong yang terpasang di PT PLN Nusantara Power UP Gresik.

Kata kunci: Aermod, PLTGU, pencemaran udara, Kota Gresik

1. Pendahuluan

Kabupaten Gresik merupakan salah satu kabupaten yang dikenal sebagai kota industri. Alasan mengapa Kabupaten Gresik disebut sebagai Kota Industri adalah karena banyaknya industri yang ada di Kabupaten Gresik. Jumlah industri terbesar sebanyak industri terdapat di Kabupaten Gresik sebanyak 304 industri dan di Kabupaten Kebomas sebanyak 2.034 industri. Banyaknya jumlah industri di Kabupaten Gresik, persoalan-persoalan lingkungan mulai bermunculan seperti pencemaran udara. (1) sehingga dapat menimbulkan resiko bagi kesehatan masyarakat, yang menyebabkan iritasi pada system pernafasan (2). Dari sudut pandang kesehatan, polusi udara terdiri dari pencemar partikulat dan gas-gas, seperti ozon; karbondioksida; nitrogen dioksida; dan sulfur dioksida. Polutan partikulat memiliki variasi ukuran, semakin kecil ukuran yang dimiliki semakin besar risiko untuk bernapas dalam jangka

panjang, hal ini dikarenakan partikel yang lebih kecil dari 10 μg lebih sulit disaring oleh system pernafasan (3)

Banyak industri di Gresik yang membuang emisinya melalui cerobong dan secara kumulatif mempengaruhi kualitas udara di wilayah Gresik, salah satunya adalah PT PLN Nusantara Power UP Gresik. PT PLN Nusantara Power UP Gresik merupakan salah satu Unit Pembangkit yang dimiliki oleh PT PLN Nusantara Power dan termasuk salah satu anak Perusahaan PT PLN (Persero). PT PLN Nusantara Power memiliki unit Pembangkitan Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan kapasitas $\pm 80,4$ MW, Pembangkitan Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan kapasitas ± 600 MW dan Pembangkitan Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) dengan kapasitas $\pm 1578,78$ MW.

Kualitas udara emisi dari PT PLN Nusantara Power UP Gresik dikelola dan diawasi dengan ketat oleh perusahaan. Pemantauan dilakukan secara otomatis setiap hari menggunakan teknologi *Continuous Emission Monitoring System* (CEMS), dan secara manual setiap 6 bulan sekali oleh lembaga laboratorium eksternal yang telah terakreditasi KAN. Hasil dari pemantauan yang dilakukan selalu menunjukkan di bawah baku mutu yang diijinkan berdasarkan pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2020 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Tenaga Listrik Termal, Pemantauan Emisi secara terus menerus sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (2) huruf a dilakukan terhadap seluruh sumber Emisi pada: PLTU, PLTG, PLTGU, PLTD, PLTBm, PLTSa untuk kapasitas: 1) ≥ 25 MW (lebih dari atau sama dengan dua puluh lima Mega Watt); dan/atau 2) $< 2\%$ (lebih dari dua persen) dan beroperasi secara terus-menerus. (4) dan untuk ambien dengan berdasarkan Lampiran VII Peraturan Pemerintah No.22 tahun 2021 Tentang pengendalian Pencemaran Udara (5).

Table 1. Baku Mutu Sulfur Dioksida (SO_2)

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
Sulfur Dioksida (SO_2)	1 Jam	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu
	24 Jam	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu
	1 Tahun	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif kontinu

(Sumber: Lampiran VII Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2020 Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Tenaga Listrik Termal, (2020).)

Meskipun hasil yang didapatkan selalu sesuai dengan baku mutu, penting untuk mengetahui sebaran emisi udara yang keluar dari cerobong PT PLN Nusantara Power UP Gresik untuk memaksimalkan perencanaan pengelolaan emisi udara dari perusahaan untuk penelitian selanjutnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran udara yang dihasilkan oleh proses produksi pada PLTGU di PT PLN Nusantara Power UP Gresik dalam memproduksi listrik dengan sistem *combine cycle*. Proses kerja dari sistem *combined cycle* adalah dengan memanfaatkannya gas buang turbin, gas yang masi bersuhu tinggi guna memanaskan air pada HRSG sehingga dimanfaatkan untuk pengoprasian pada turbin uap sehingga menghasilkan listrik (6), PT PLN Nusantara Power UP Gresik juga berupaya melakukan pemantauan secara kontinyu menggunakan system CEMS. Emisi udara di PT PLN Nusantara Power UP Gresik diketahui merupakan sisa emisi dari proses pembakaran gas. Dari model yang dihasilkan, diharapkan dapat menjadi acuan untuk mengukur sebaran dampak dari sebaran emisi udara yang dihasilkan sebagai upaya pengendalian pencemaran.

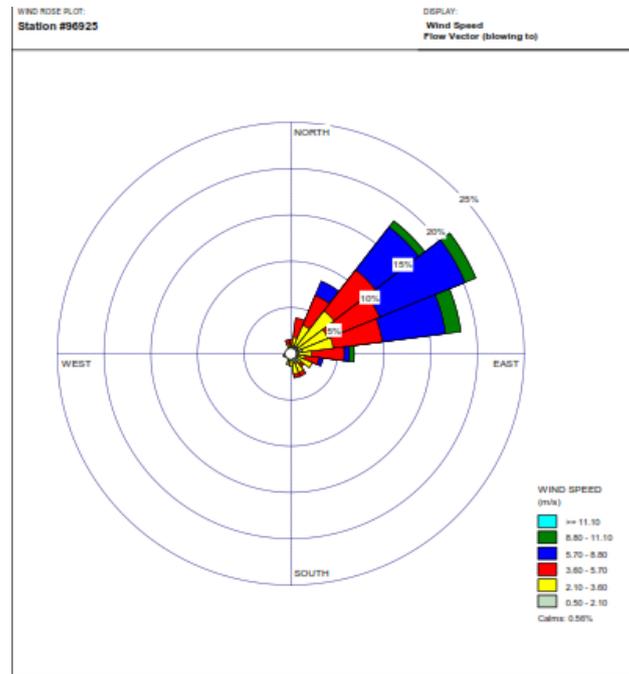
2. Metode

Analisis ini dilakukan pada perusahaan dengan hasil produksi listrik pada PT PLN Nusantara Power UP Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Industri tersebut merupakan perusahaan yang memiliki beberapa pembangkit yaitu PLTU, PLTG dan PLTGU. Pada penelitian ini berfokus pada PLTGU dengan proses produksi menggunakan *combain cycle*. PT PLN Nusantara Power UP Gresik juga berupaya melakukan pemantauan secara kontinu menggunakan sistem CEMS. Dalam analisis ini digunakan 2 cerobong sebagai unit pengujian, untuk unit 1 (HRSG 2.3) dengan koordinat 683519.10 dan 9207893.85, unit 2 (HRSG 3.1) dengan koordinat 683520.15 dan 9207901.85.

Data Meteorologi Kabupaten Gresik diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) (7) dan *The Prediction of Wordlwide Energy Resources* (POWER) yang dikeluarkan oleh *The Natioonal Aeronautics and Space Administration* (NASA) (8). Data yang digunakan pada Stasiun Sangkapura pada tahun 2023, simulasi model dispersi menggunakan software AERMET View dan AERMOD View untuk mengetahui persebaran yang dihasilakn guna memberikan cakupan spasial yang lebih baik (9) .

Penggunaan data emisi diperoleh melalui sistem pemantauan cerobong menggunakan sistem cems dan diperoleh nilai maksimum dari ke tiga periode waktu yang berbeda yaitu pada 1 jam, 24 jm dan 1 tahun dengan angka sebesar 1.552 g/s ;dengan laju alir rata-rata 21.32 m/s.

3. Hasil Penelitian



Gambar 1. Windrose Tahun 2023
(Sumber : Hasil Pemodelan,2024)

Pemodelan data awal atau data meteorologi menggunakan data dari Pusat Database Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika serta menggunakan data penunjang dari stasiun NASA melalui laman <https://power.larc.nasa/> menunjukkan kecenderungan angin atau dominasi angin dalam rentang waktu 1 tahun bertiup ke arah timur, tenggara, dan timur laut. Kecepatan angin paling banyak berada pada rentang 5,7 m/s hingga 8,0 m/s, dan angin dapat bertiup hingga kecepatan 8.00 m/s sampai 11.00 m/s.

Perubahan pola angin dapat merubah tingkat polusi udara suatau kota secara fluktuatif (10). Berdasarkan model arah angin yang sudah dibuat, kemudian disimulasikan persebaran emisi atau dispersi cerobong menggunakan prinsip *Gaussian Plume Model* menggunakan pencemaran emisi SO_2 yang disadur dari cerobong pada koordinat 683519.10 dan 9207893.85 untuk cerobong dengan nama HRSG 2.3 atau cerobong satu dan juga cerobong HRSG 3.1 dengan koordinat 683520.15 dan 9207901.85 pada bangunan di wilayah sekitar cerobong tidak memberikan pengaruh yang signifikan sehingga membantu dispersi menjadi lebih merata (11).

Model persebaran Emisi dibuat berdasarkan spesifikasi cerobong eksisting sebagaimana ditampilkan dalam tabel 2.

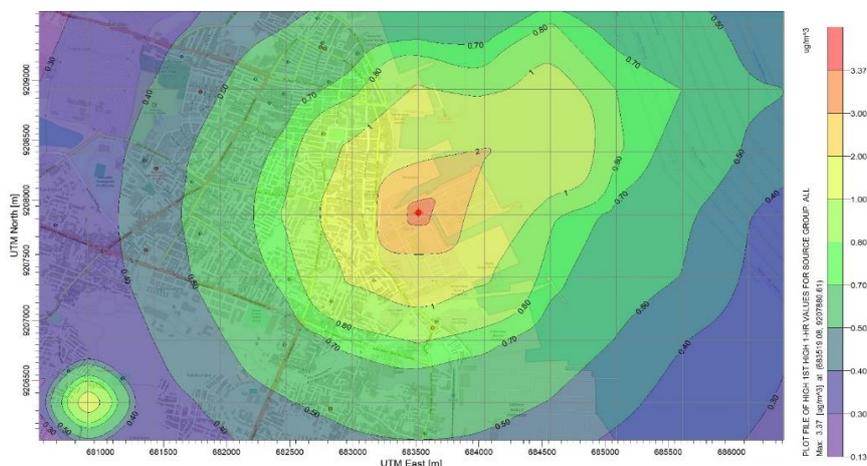
Table 2. Spesifikasi Cerobong

Spesifikasi	Cerobong I	Cerobong II
Tinggi Cerobong	65 m	65 m
Diameter Cerobong	5,3 m	5,3 m
Temperature Stack	117,0 °C	110,6 °C
Kecepatan Alir	21.32 m/s	21.32 m/s
Beban Emisi SO ₂	1.552 g/s	1.552 g/s

(Sumber : Data Penelitian, 2024)

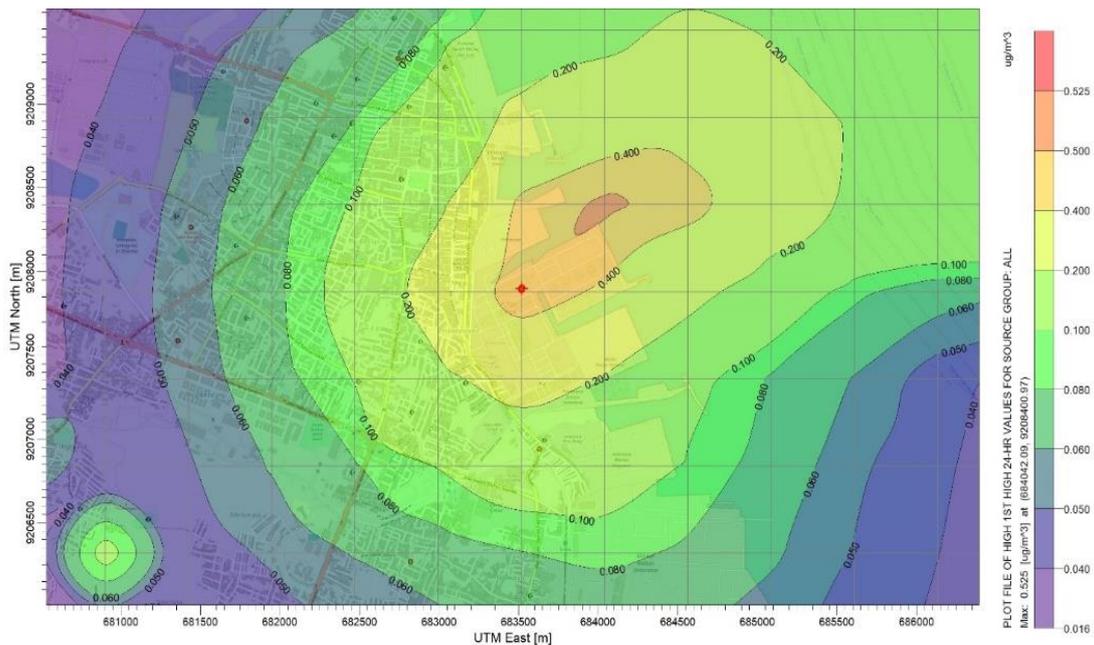
4. Pembahasan

Berdasarkan Lampiran VII Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 Tentang Baku Mutu Udara Ambien yang, pemantauan emisi SO₂ dilaksanakan selama 1 Jam, 24 Jam, dan 1 Tahun (12). Berdasarkan hasil pemodelan, sebaran emisi SO₂ menunjukkan bahwa emisi SO₂ terdispersi hingga 11 Km dengan dominan persebaran konsentrasi terbesar ke arah timur sumber emisi sesuai dengan arah angin dominan. Pada model dispersi 1 jam, didapatkan konsentrasi SO₂ maksimum adalah sebesar 3.37 µg/m³ yang terdispersi sepanjang 500 meter ke arah timur. Kemudian pada kilometer ke 2 hingga kilometer 5 konsentrasi SO₂ menurun hingga 1 µg/m³ dan akan terus menurun hingga 10 kilometer selanjutnya.



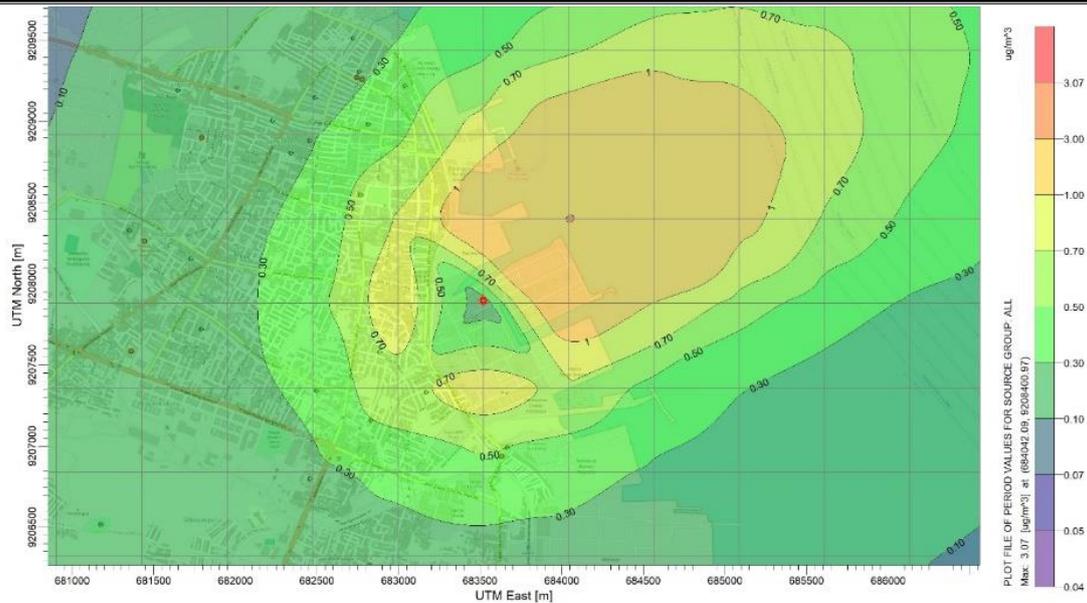
Gambar 2. Sebaran Emisi SO₂ selama 1 jam
(Sumber : Hasil Pemodelan,2024)

Kemudian, pada sebaran dispersi selama 24 jam, diketahui bahwa konsentrasi maksimum SO_2 di udara ambien adalah sebesar $0.525 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan terjadi pada jarak ± 500 m di dalam lokasi area industri dan menyebar kearah timur dan mengarah ke laut. Pada area dengan konsentrasi partikulat tertinggi merupakan area industri lainnya dan bukan merupakan area permukiman atau fasilitas umum lainnya. Lokasi permukiman yang berada di sisi barat maupun selatan, konsentrasi SO_2 berkisar antara $0,016 - 0,200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada kilometer ke 4 dari sumber emisi.



Gambar 3. Sebaran Emisi SO_2 Selama 24 Jam
(Sumber : Hasil Pemodelan,2024)

Berdasarkan hasil percobaan model sebaran, diketahui bahwa konsentrasi SO_2 pada 1 periode atau 1 tahun di udara ambien adalah sebesar $0,270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan terjadi pada jarak ± 500 m di dalam area lokasi industri dan menyebar ke arah Timur atau menuju ke laut. Pada area dengan konsentrasi partikulat tertinggi merupakan area industri dan bukan merupakan area permukiman atau fasilitas umum lainnya. Lokasi permukiman yang berada di sisi barat maupun selatan, konsentrasi SO_2 berkisar antara $0,01 - 0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Gambar 4. Sebaran Emisi SO₂ Selama 1 Periode
(Sumber : Hasil Pemodelan,2024)

Dengan kondisi eksisting sebaran emisi SO₂, angka saat ini masih dalam batas *relative* aman dan diijinkan berdasarkan lampiran VII Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021. Bangunan disekitar cerobong tidak memberikan pengaruh yang *signifikan* terhadap arah pergerakan udara, namun membantu dispersi lebih merata. Selain itu, diameter cerobong yang cukup besar, berdampak signifikan dalam mempercepat dispersi konsentrasi SO₂ (13). Bahwa dispersi dapat terjadi lebih cepat dengan diameter cerobong yang lebih besar (14).

5. Kesimpulan

Berdasarkan model Aermod yang telah dibuat, PLTGU yang ada di kota Gresik dapat memberikan dampak emisi di area pemukiman yang berada di sisi barat, utara dan selatan lokasi kegiatan, sebagaimana persebaran arah angin non dominan bergerak ke arah tersebut. Secara dominan persebaran konsentrasi terbesar ke arah timur sumber emisi sesuai dengan arah angin dominan dengan konsentrasi SO₂ maksimum adalah sebesar 3.37 µg/m³. Kondisi sebaran emisi saat ini sudah menghasilkan konsentrasi dibawah batas yang diijinkan pada baku mutu yang tertera pada Lampiran VII PP No 22 Tahun 2021. Faktor yang mempengaruhi sebaran konsentrasi ini antara lain dari tinggi dan ukuran cerobong yang terpasang di PT PLN Nusantara Power UP Gresik, bahwa dispersi dapat terjadi lebih cepat dengan diameter cerobong yang lebih besar.

Daftar Pustaka

1. Dachlan 2014:1. (2014). EFEKTIVITAS PENEGAKAN HUKUM TERHADAP PENCEMARAN UDARA DI KECAMATAN GRESIK DAN KECAMATAN KEBOMAS. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 6(1), 22–31.
2. Jittra, N., Pinthong, N., & Thepanondh, S. (2015). Performance evaluation of AERMOD and CALPUFF air dispersion models in industrial complex area. *Air, Soil and Water Research*, 8(2), 87–95. https://doi.org/10.4137/ASWR.S3278_1
3. Setyono, P., Himawan, W., & Nancy, N. (2020). Estimasi Emisi Partikulat (PM10) akibat Ragam Aktivitas Urban di Kota Surakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 556–564. <https://doi.org/10.14710/jil.18.3.556-564>
4. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2020 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Tenaga Listrik Termal, (2020).
5. Lampiran VII Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2020 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Tenaga Listrik Termal, (2020).
6. Widiatmoko, G. (2009). Proses Pembangkitan Listrik Dengan Metode Combined Cycle Di PLTGU PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI (PJB) Unit Pembangkit Muara Tawar. <https://library.gunadarma.ac.id>
7. BMKG. (2024). *Analisis Iklim dan Cuaca*
8. (NASA) *The National Aeronautics and Space Administration*. (2024). *The Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)*
9. Salva, J., Vanek, M., Gajtanska, M., Tonhauzer, P., & Duricov, A. (2021). *An Assessment of the On-Road Mobile Sources Contribution to Particulate Matter Air Pollution by AERMOD Dispersion Model*.
10. Zabrocki, L., Alari, A., & Benmarhnia, T. (2021). *Estimating the Influence of Wind on Air Pollution Using a Causal Inference Pipeline*
11. Newby, D. E., Mannucci, P. M., Tell, G. S., Baccarelli, A. A., Brook, R. D., Donaldson, K., Forastiere, F., Franchini, M., Franco, O. H., Graham, I., Hoek, G., Hoffmann, B., Hoylaerts, M. F., Künzli, N., Mills, N., Pekkanen, J., Peters, A., Piepoli, M. F., Rajagopalan, S., ... on behalf of ESC Working Group on Thrombosis, E. A. for C. P. and R. and E. S. C. H. F. A. (2015). Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *European Heart Journal*, 36(2), 83–93. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu458>
12. Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 Tentang Baku Mutu Udara Ambien, (2021).
13. Abdus, M., Jawwad, S., Hikmah, R., Murti, A., & Novembrianto, R. (2022). Pemodelan

- Pencemaran Udara untuk Industri Kayu Lapis di Kabupaten Blitar. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(1), 2549–1652. <http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/alard/index>
14. Brink, J. A., & Crocker, B. B. (1964). *Practical applications of stacks to minimize pollution problems. Journal of the Air Pollution Control Association*, 14(11), 449–454. <https://doi.org/10.1080/00022470.1964.10468312>