

No. 025/C/UN7.F3.6.TL/DL/XI/2022
026/C/UN7.F3.6.TL/DL/XI/2022
027/C/UN7.F3.6.TL/DL/XI/2022

**PERENCANAAN STRATEGI
REDUKSI EMISI UDARA KONVENSIONAL
DARI SEKTOR TRANSPORTASI, SEKTOR
INDUSTRI, DAN SEKTOR PERSAMPAHAN
DI KABUPATEN BATANG**



Disusun Oleh:

Aulia Nafis Puspitarini	21080119130103
Kezia Andin Yovanda Dewi	21080119140127
Yulia Cahyani Putri	21080119130094

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI EMISI UDARA
KONVENSIONAL DARI SEKTOR TRANSPORTASI, SEKTOR
INDUSTRI, DAN SEKTOR PERSAMPAHAN DI KABUPATEN BATANG**

Disusun oleh:

Nama : Yulia Cahyani Putri

NIM : 21080119130094

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari :

Tanggal :

Menyetujui,

Penguji I

Ir. Nurandani Hardyanti S.T., M.T.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197301302000032001

Penguji II

Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun S.T., M.Si.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197805142005011001

Pembimbing I

Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197402141999031002

Pembimbing II

Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T.,
M.Eng.Sc, Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197409302001121002 Pem

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



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

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI EMISI UDARA KONVENSIONAL DARI SEKTOR TRANSPORTASI, SEKTOR INDUSTRI, DAN SEKTOR PERSAMPAHAN DI KABUPATEN BATANG

Disusun oleh:

Nama : Aulia Nafis Puspitarini

NIM : 21080119130103

Telah disetujui dan disahkan pada:

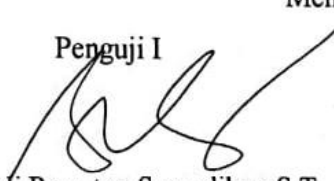
Hari :

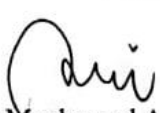
Tanggal :

Menyetujui,

Penguji I


Penguji II



Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T.,
M.Si., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197805142005011001


Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T.,
M.Eng.Sc, Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197409302001121002

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197402141999031002


Ir. Nurandani Hardyanti S.T., M.T., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 197301302000032001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



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

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI EMISI UDARA KONVENSIONAL DARI SEKTOR TRANSPORTASI, SEKTOR INDUSTRI, DAN SEKTOR PERSAMPAHAN DI KABUPATEN BATANG

Disusun oleh:

Nama : Kezia Andin Yovanda Dewi

NIM : 21080119140127

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari :

Tanggal :

Menyetujui,

Penguji I,

Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun S.T.,
M.Si., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197805142005011001

Penguji II

Ir. Nurandani Hardyanti S.T., M.T., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 197301302000032001

Pembimbing I

Dr. Ir. Harvono Setivo Hubovo, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197402141999031002

Pembimbing II

Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T.,
M.Eng Sc, Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197409302001121002 Pem

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



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

ABSTRAK

Kabupaten Batang mengalami peningkatan jumlah industri dengan dibangunnya dua kawasan industri dan industri besar seperti PLTU. Peningkatan jumlah penduduk sejalan dengan meningkatnya jumlah dan kebutuhan transportasi dan timbunan sampah. Selain itu, pertanian menjadi salah satu kegiatan utama masyarakat Kabupaten Batang. Kegiatan industri, transportasi, dan pembakaran sampah domestik dan limbah pertanian menghasilkan emisi udara konvensional yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, perlu dilakukan inventarisasi emisi CO, SO₂, NO₂, HC, PM₁₀, PM_{2.5}, TSP pada sektor transportasi, industri, dan persampahan di Kabupaten Batang. Berdasarkan hasil inventarisasi emisi di Kabupaten Batang, sektor transportasi menyumbangkan emisi terbesar di Kabupaten Batang, disusul sektor industri dan sektor persampahan dengan parameter HC, SO₂, NO₂ masih melebihi baku mutu. Sehingga dilakukan upaya untuk menurunkan polusi di Kabupaten Batang dengan optimalisasi kendaraan umum, peralihan kendaraan listrik, perancangan ruang terbuka hijau untuk sektor transportasi. Selain itu, untuk emisi dari sektor industri dilakukan dengan optimalisasi penggunaan biomassa dan penyusunan *green belt* di Kawasan Industri dan PLTU. Pada sektor persampahan dapat dilakukan penurunan emisi dengan digester biogas, perancangan TPS, dan optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian untuk pakan ternak.

Kata kunci : Industri, Transportasi, Pembakaran Sampah, Kabupaten Batang, Udara Konvensional, AERMOD

ABSTRACT

Batang Regency has experienced an increase in the number of industries with the construction of two industrial estates and large enterprises such as PLTU. The increase in population is in line with the rise in the amount and need for transportation and waste generation. In addition, agriculture is one of the main activities of the people of Batang Regency. Industrial activities, transportation, and burning domestic and agricultural waste produce conventional air emissions that harm health. Therefore, it is necessary to carry out an inventory of CO, SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, TSP emissions in the transportation, industrial and solid waste sectors in Batang Regency. Based on the results of an inventory of emissions in Batang Regency, the transportation sector contributes the most significant emissions in Batang Regency, followed by the industrial sector and the solid waste sector, with the parameters HC, SO₂, NO₂ still exceeding the quality standards. So efforts were made to reduce pollution in Batang Regency by optimizing public transportation, switching to electric vehicles, and designing green spaces for the transportation sector. In addition, emissions from the industrial sector are carried out by optimizing the use of biomass and preparing green belts in Industrial Estates and PLTUs. In the solid waste sector, emission reductions can be carried out with a biogas digester, TPS design, and optimizing the use of agricultural waste for animal feed.

Keywords : *Industry, Transportation, Waste Burning, Batang Regency, Conventional Air, AERMOD*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan sumber daya tak terbatas dan sumber daya milik bersama yang menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Namun, seiring berkembangnya pembangunan suatu daerah dan pusat-pusat industri, serta peningkatan jumlah transportasi dan jumlah penduduk memberikan dampak terhadap perubahan kualitas udara disuatu daerah karena terjadinya pencemaran udara. Tingkat keparahan polutan udara dan emisi berada di lingkungan sangat dipengaruhi oleh aktivitas industri, transportasi jalan, pembakaran sampah di udara terbuka, sumber biogenik, dan sumber rumah tangga dalam ruangan (Sri Aryanti, 2019). Pencemaran udara pada prinsipnya yaitu masuknya bahan kontaminan alami maupun buatan ke dalam atmosfer yang menyebabkan kualitas udara menurun sampai tingkat tertentu (Nailufa et al., 2021). Berdasarkan data dari *World Health Organization (WHO)*, 91% tempat di dunia memiliki kualitas udara yang melebihi batas yang telah ditetapkan WHO. Indonesia termasuk salah satu negara dengan pencemar udara melebihi ambang batas. Menurut Laporan Kualitas Udara Dunia IQ Air 2021 Indonesia berada di peringkat ke-17 dengan kualitas udara terburuk di dunia. Pencemaran udara memberikan dampak terhadap kesehatan baik secara jangka pendek maupun jangka panjang. Gangguan kesehatan akibat pencemar udara antara lain pada saluran pernafasan, gangguan penyakit jantung, kanker, gangguan reproduksi dan hipertensi (Sri Aryanti, 2019)

Kabupaten Batang merupakan salah satu daerah di Jawa Tengah yang terletak di tiga jalur utama mobilisasi perekonomian di Pulau Jawa sehingga memiliki arus transportasi dan mobilitas yang cukup tinggi. Namun, meskipun berada di jalur perdagangan nasional jalur pantura perekonomian Kabupaten Batang relatif masih rendah yaitu berada pada peringkat 29 dari 35 Kota/Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah untuk Pendapatan Asli Daerah (PAD) (BPS, 2022). Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Batang

Tahun 2017-2022, Kabupaten Batang berupaya meningkatkan pertumbuhan industri dengan pengembangan kawasan industri untuk meningkatkan perekonomian daerah. Kawasan Industri Terpadu Batang merupakan salah satu kawasan industri di Kabupaten Batang dengan luas 4.300 hektar yang merupakan Proyek Strategis Nasional (PSN) yang mulai dibangun pada tahun 2020 bersamaan dengan diterbitkannya Peraturan Bupati Batang Nomor 50 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Pengembangan Kawasan Industri Terpadu Batang. Selain itu, terdapat juga pembangunan kawasan industri di Kabupaten Batang yang dikelola oleh pihak swasta yaitu Kawasan Industri Batang Industrial Park dengan luas 500 hektar yang mulai dibangun sejak 2020. Dengan dibangunnya dua kawasan industri di Kabupaten Batang tentunya akan menarik investor-investor untuk mendirikan industri di Kabupaten Batang. Namun, dalam RPJMD Kabupaten Batang 2017-2022 belum tertuang adanya dukung terkait sarana prasarana pengelolaan lingkungan terutama pengelolaan emisi udara. Padahal, perkembangan industri tanpa mempertimbangkan pengelolaan lingkungan dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan hidup (Izarul Machdar, 2018). Cerobong asap industri memiliki kontribusi sebagai sumber polusi udara sekitar 10-15% (BPPLH DKI Jakarta, 2018)

Adanya peningkatan jumlah industri berbanding lurus dengan peningkatan jumlah penduduk di suatu daerah (Martiningrum, 2019). Bertambahnya jumlah industri di Kabupaten Batang memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah penduduk sehingga kebutuhan transportasi juga meningkat. Kegiatan transportasi juga mempunyai kontribusi terhadap polusi udara. Pencemar udara dari sektor transportasi berasal dari bahan bakar kendaraan (Sutrisno et al., 2016). Emisi kendaraan bermotor mengandung senyawa kimia, komposisi dari gas buang bergantung jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi (Kholod et al., 2016). Gas buang dari kendaraan bermotor memiliki kontribusi sumber polusi paling besar di antara sektor lain yaitu $\pm 80\%$ (Haryanto, 2018).

Sektor pertanian juga merupakan sektor penting di Kabupaten Batang karena sekitar 81,06 % lahan di Kabupaten Batang berupa lahan pertanian (BPS, 2022). Komoditas pertanian menghasilkan residu pasca panen seperti batang, daun, akar yang tertinggal di lahan setelah panen. Pembakaran residu hasil pertanian

menjadi alternatif umum pengolahan residu pasca panen dengan mempertimbangkan kondisi spesifik suatu daerah (Rai, 2018). Pembakaran residu pertanian secara terbuka menghasilkan emisi berupa karbonmonoksida, karbondioksida, gas rumah kaca, partikulat, dan polutan lainnya yang dapat menimbulkan masalah kesehatan (Puspawati, 2020). Selain itu, praktik pembakaran sampah domestik atau yang sering dimaksud dengan *open burning* masih dilakukan di beberapa kawasan di Kabupaten Batang. Hal ini terlihat dari indikasi presentase tingkat pelayanan persampahan Kabupaten Batang pada tahun 2021 hanya mencapai angka sebesar 47,46%. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Batang, wilayah tersebut merupakan Kecamatan Wonotunggal, Kecamatan Reban, dan Kecamatan Pecalungan. Padahal, kegiatan *open burning* ini menghasilkan emisi gas-gas beracun dan berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, seperti CO, CH₄, NO₂, SO₂, VOC, TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, dll (US EPA, 2003). Sedangkan, berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Pengendali Pencemaran Udara DLH Kabupaten Batang, belum adanya upaya pemantauan yang dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Batang untuk melakukan pemantauan kualitas udara secara rutin.

Inventarisasi emisi bertujuan sebagai dasar untuk pengambilan kebijakan dan strategi pengendalian pencemaran udara bagi Pemerintah Kota/Kabupaten di Indonesia (Kementrian Lingkungan Hidup, 2013). Oleh karena itu, dibutuhkan inventarisasi emisi untuk mengetahui beban emisi yang ditimbulkan dari sektor industri, transportasi, dan persampahan di Kabupaten Batang dan bagaimana pola dispersi emisi yang dihasilkan dari ketiga sektor tersebut. Pada tugas akhir ini, inventarisasi akan berfokus pada pencemaran udara konvensional, yaitu parameter CO, HC, SO₂, NO₂, TSP, PM₁₀, PM_{2.5} dari sektor industri, transportasi, dan persampahan di Kabupaten Batang. Hasil inventarisasi ini akan diinput pada *software* AERMOD untuk memodelkan sebaran emisi. Permodelan AERMOD dipilih karena kemudahan dan kemampuannya memprediksi penyebaran dan konsentrasi pencemar udara ambien dalam periode hari, bulan, ataupun tahunan (Moreno-Silva et al., 2020).

Penyusunan tugas akhir ini ditujukan untuk menyusun rencana strategi reduksi emisi pencemaran udara Kabupaten Batang yang diatur dalam PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang tertuang dalam Rencan Perlindungan dan Pengelolaan Mutu Udara (RPPMU). Berdasarkan kajian PP No. 22 Tahun 2021, Kabupaten Batang dikategorikan ke dalam RPPMU Kelas III menimbang sebagian besar wilayah Kabupaten Batang akan digunakan sebagai Kawasan Industri.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditentukan identifikasi masalah yang ada dalam perencanaan ini:

1. Pencemaran udara memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya, bahkan dapat menyebabkan kematian.
2. Perkembangan industri, peningkatan kepadatan daerah, dan adanya praktik pembakaran sampah menyebabkan timbulnya pencemaran udara di Kabupaten Batang.
3. Belum adanya upaya pemantauan kualitas udara ambien oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Batang.
4. Belum adanya sarana prasana pengelolaan emisi udara di Kabupaten Batang.
5. Strategi pengendalian pencemaran udara yang diterapkan di Kabupaten Batang masih sedikit.
6. Belum banyak kajian yang mendalam terkait tindakan untuk mengatasi pencemaran udara dari sektor transportasi, industri, dan persampahan di Kabupaten Batang.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana hasil inventarisasi emisi udara konvensional dari sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan di Kabupaten Batang?

2. Bagaimana hasil sebaran pencemar udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan Kabupaten Batang menggunakan pemodelan AERMOD?
3. Bagaimana hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran udara Kabupaten Batang?
4. Bagaimana strategi pengendalian pencemaran udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan di Kabupaten Batang?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat dirumuskan tujuan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Menginventarisasi emisi pencemar udara konvensional pada sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan di Kabupaten Batang.
2. Mengetahui hasil sebaran pencemar udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan Kabupaten Batang menggunakan AERMOD.
3. Mengetahui hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran udara Kabupaten Batang.
4. Menyusun strategi untuk pengendalian pencemaran udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan yang diterapkan di Kabupaten Batang.

1.5 Pembatasan Masalah

Mengingat dan menimbang permasalahan yang akan dikaji, maka perlu adanya pembatasan masalah agar dapat dilakukan pembahasan yang lebih mendalam. Pada pembahasan masalah penelitian akan difokuskan pada hal – hal sebagai berikut:

1. Cakupan wilayah atau lokasi perencanaan ini adalah Kabupaten Batang.
2. Periode Inventarisasi emisi udara konvensional tahun 2022 – 2031.
3. Parameter polutan udara konvensional yang dianalisis adalah SO₂, NO₂, CO, HC, TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5}.

4. Emisi polutan udara konvensional yang dianalisis merupakan emisi dari sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan.
5. Sektor persampahan yang mencakup dalam perencanaan ini adalah persampahan domestik rumah tangga yang belum terlayani dan limbah pertanian.
6. Sektor industri yang mencakup dalam perencanaan ini adalah industri pengolahan yang berpotensi menghasilkan emisi dan merupakan industri yang berdiri dan/atau akan berdiri sesuai periode inventarisasi emisi yang direncanakan.

1.6 Rumusan Manfaat

Penyusunan perencanaan ini diharapkan dapat membawa manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Penulis Tugas Akhir
 - a. Memberikan pengetahuan dan pemahaman terkait inventarisasi emisi pencemar udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan.
 - b. Memberikan pengetahuan dan pemahaman terhadap penggunaan *software* pemodelan kualitas udara, dalam hal ini adalah *software* AERMOD.
 - c. Memberikan gambaran dan teori mengenai strategi perencanaan pengendalian pencemaran udara.
2. Bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Batang

Sebagai bahan pertimbangan dalam pencegahan dan pengendalian pencemaran udara yang terjadi pada kegiatan sektor transportasi, sektor industri, dan sektor persampahan di Kabupaten Batang.
3. Bagi Masyarakat

Memberikan referensi mengenai strategi pengendalian pencemaran udara untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam upaya minimasi dampak pencemaran udar

DAFTAR PUSTAKA

- Afzali, A., Rashid, M., Afzali, M., & Younesi, V. 2017. *Prediction of air pollutants concentrations from multiple sources using AERMOD coupled with WRF prognostic model. Journal of Cleaner Production, 166*, 1216–1225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.196>
- Akbar Prihutama, F., Nur Firmansyah, D., Samuel Hasian Siahaan, K., Fahmi, B. 2017. *The Utilization Of Biogas As An Eco-Friendly Energy At Monggol Village, Gunungkidul District, Yogyakarta*. SNITT Politeknik Negeri Balikpapan. Balikpapan.
- Aly, S. H., Hustim, M., Zakaria, R., Rahmawati, I. E. 2018. *Aplikasi Model Aermod Dalam Memprediksi Sebaran Emisi Cerobong Asap Pltd Tello*. Makassar (Vol. 4).
- Amalia, R. D. 2017. *Strategi Pengendalian Pencemaran Gas Co Dari Aktivitas Transportasi Di Kota Batu, Jawa Timur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Andreae, M. O., & Merlet, P. 2001. *Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. Global Biogeochemical Cycles, 15(4)*, 955–966. <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2000GB001382>
- Basir Nappu, M. 2013. *Sebaran Potensi Limbah Tanaman Padi Dan Jagung Serta Pemanfaatannya Di Sulawesi Selatan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan.
- Basri, I. S. 2009. *Jalur hijau (green belt) sebagai kontrol polusi udara hubungannya dengan kualitas hidup di perkotaan. SMARTek, 7(2)*.
- BPPLH DKI Jakarta. 2018. *Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang*.
- BPS. 2022. *Kabupaten Batang Dalam Angka 2022*.
- Brimblecombe, P., Chu, M., Liu, C.-H., Fu, Y., Wei, P., & Ning, Z. 2023. *Roadside NO₂/NO_x and primary NO₂ from individual vehicles. Atmospheric Environment, 295*, 119562. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119562>

- CAO, G., ZHANG, X., GONG, S., & ZHENG, F. 2008. *Investigation on emission factors of particulate matter and gaseous pollutants from crop residue burning. Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 50–55. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60007-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60007-8)
- Chang, C. C., Chen, Y. H., Chang, W. R., Wu, C. H., Chen, Y. H., Chang, C. Y., Yuan, M. H., Shie, J. L., Li, Y. S., Chiang, S. W., Yang, T. Y., Lin, F. C., Ko, C. H., Liu, B. L., Liu, K. W., & Wang, S. G. 2019. *The emissions from co-firing of biomass and torrefied biomass with coal in a chain-grate steam boiler. Journal of the Air and Waste Management Association*, 69(12), 1467–1478. <https://doi.org/10.1080/10962247.2019.1668871>
- Chao, C. Y. H., Kwong, P. C. W., Wang, J. H., Cheung, C. W., & Kendall, G. 2008. *Co-firing coal with rice husk and bamboo and the impact on particulate matters and associated polycyclic aromatic hydrocarbon emissions. Bioresource Technology*, 99(1), 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.11.051>
- Christian, T. J., Kleiss, B., Yokelson, R. J., Holzinger, R., Crutzen, P. J., Hao, W. M., Saharjo, B. H., & Ward, D. E. 2003. *Comprehensive laboratory measurements of biomass-burning emissions: 1. Emissions from Indonesian, African, and other fuels. Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108(D23). <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2003JD003704>
- Chui Hing, P., & Voon Fong, H. 2013. *The Utilization Of Cassava (Tapioca) In Livestock Feeding*.
- de Lima, D., & Ch Latupeirissa, C. E. 2020. *Pemanfaatan Limbah Pertanian Tanaman Pangan Sebagai Pakan Ternak Ruminansia Di Kecamatan Lolong Guba Kabupaten Buru (Vol. 8, Issue 2)*.
- Dennis, A., Fraser, M., Anderson, S., & Allen, D. 2002. *Air pollutant emissions associated with forest, grassland, and agricultural burning in Texas. Atmospheric Environment*, 36(23), 3779–3792. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(02\)00219-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(02)00219-4)
- Epa, U., of Transportation, O., Quality, A., & Division, S. 2005. *Conversion Factors for Hydrocarbon Emission Components (EPA420-R-05-015)*.

- Ganguly, B., & Dash, S. 2009. *Website Characteristics, Trust And Purchase Intention In Online Stores: - An Empirical Study In The Indian Context*. 6.
- Ghimire, K. P., & Shrestha, S. R. 2013. *International Journal of Environment*.
- Hamra, G. B., Laden, F., Cohen, A. J., Raaschou-Nielsen, O., Brauer, M., & Loomis, D. 2015. *Lung Cancer And Exposure To Nitrogen Dioxide And Traffic: A Systematic Review And Meta-Analysis*. In *Environmental Health Perspectives (Vol. 123, Issue 11, pp. 1107–1112)*. Public Health Services, US Dept of Health and Human Services. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408882>
- Haq, A. ul, Nadeem, Q., Farooq, A., Irfan, N., Ahmad, M., & Ali, M. R. 2019. Assessment of AERMOD modeling system for application in complex terrain in Pakistan. *Atmospheric Pollution Research*, 10(5), 1492–1497. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.04.006>
- Izarul Machdar. 2018. *Pengantar Pengendalian Pencemaran : Pencemaran Air, Pencemaran Udara, dan kebisingan*. Deepublish.
- Jenkins, B. M., Turn, S. Q., Williams, R. B., Goronea, M., & Abd-el-Fattah, H. 1996. *Atmospheric pollutant emission factors from open burning of agricultural and forest biomass by wind tunnel simulations. Volume 1. Final report*. <https://www.osti.gov/biblio/445837>
- KEMENESDM. 2017. *Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) dalam Inventarisasi GRK Sektor Energi*.
- KEMENDAGRI. 2011. *Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 52 Tahun 2011. Standar Operasional Prosedur di Lingkungan Pemerintah Provinsi dan Kabupaten/Kota*.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. *Penyehatan-Udara_SC*.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2013. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. *Panduan Sistem Inventarisasi Emisi Nasional*.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2018. *Teknologi Waste to Energy Berbasis Proses Biologis Anerobic Digester: Vol. Modul Teknologi*.

https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2019/04/2c733_4._Modul_Anaerobic_Digester.pdf

- Khiraiya, K., Ramana, P. v., Panchal, H., Sadasivuni, K. K., Doranehgard, M. H., & Khalid, M. 2021. *Diesel-fired boiler performance and emissions measurements using a combination of diesel and palm biodiesel. Case Studies in Thermal Engineering*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101324>
- Kholod, N., Evans, M., Gusev, E., Yu, S., Malyshev, V., Tretyakova, S., & Barinov, A. 2016. *A methodology for calculating transport emissions in cities with limited traffic data: Case study of diesel particulates and black carbon emissions in Murmansk. Science of The Total Environment*, 547, 305–313. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.151>
- Křůmal, K., Mikuška, P., Horák, J., Hopan, F., & Krpec, K. 2019. *Comparison of emissions of gaseous and particulate pollutants from the combustion of biomass and coal in modern and old-type boilers used for residential heating in the Czech Republic, Central Europe. Chemosphere*, 229, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.137>
- Krause, M., & Smith, S. 2006. *South Coast Air Quality Management District Final-Methodology To Calculate Particulate Matter (Pm) 2.5 And Pm 2.5*.
- Litbang, P., Dan, J., & Jl, J. A. 2008. *Potensi Tanaman Dalam Menyerap Co2 Dan Co Untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global (Vol. 3, Issue 2)*.
- Martiningrum, N. D. 2019. *Pengaruh Pertambahan Penduduk dan Industri Melalui Lahan Pertanian Terhadap Produktivitas Tanaman Pangan di Kabupaten Sukoharjo*.
- Maymuchar, B., & Rulianto, D. 2011. *Efisiensi Katalitik Konverter Dalam Mengurangi Emisi Karbon Monoksida dan Hidrokarbon pada Bahan Bakar Bensin 88*.
- Enri Damanhuri, & Tri Padmi. 2019. *Pengelolaan Sampah Terpadu*. ITP Press.
- Megia, R. 2015. *Karakteristik Morfologi dan Anatomi, serta Kandungan Klorofil Lima Kultivar Tanaman Penyerap Polusi Udara Sansevieria trifasciata. Jurnal Sumberdaya Hayati*, 1(2), 34-40.

- Moreno-Silva, C., Calvo, D. C., Torres, N., Ayala, L., Gaitán, M., González, L., Rincón, P., & Susa, M. R. 2020. *Hydrogen sulphide emissions and dispersion modelling from a wastewater reservoir using flux chamber measurements and AERMOD® simulations. Atmospheric Environment*, 224, 117263. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117263>
- Mulyarto, A. R., Wijana, S., & Wati, T. 2005. *Application of Industrial Pollution Projection System Model Application of Industrial Pollution Projection System Model Application of Industrial Pollution Projection System Model Application of Industrial Pollution Projection System Model to Estimate the Pollution Level of Industries in Surabaya*.
- Nailufa, L. E., Laelasari, I., Fitriani, M., Paramadina, A., Studi, P., Ipa, T., & Biologi, T. 2021. *Morfologi Tipe Thalus Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kudus*. In *BIOMA* (Vol. 3, Issue 1).
- Nugraini, N. R. 2018. *Kajian Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Pencemaran Udara (Studi Kasus Hidrogen Sulfida Pada Semburan Lumpur Panas Sidoarjo)*. Universitas Indonesia.
- Oktaviani, E. 2018. *Paparan Particulate Matter (PM10P dan Total Suspended Particulate (TSP) di Trotoar Beberapa Jalan Kota Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Pandey, G., & Sharan, M. 2019. *Accountability of wind variability in AERMOD for computing concentrations in low wind conditions. Atmospheric Environment*, 202, 105–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.01.017>
- Papuangan, N., & Djurumudi, M. 2014. *Jumlah dan distribusi stomata pada tanaman penghijauan di Kota Ternate*. *Jurnal Bioedukasi*, 2(1).
- Pattana, S., & Wiratkasem, K. 2013. *The analysis of biomass potential in Thailand*. *Perda No 4 Tahun 2020*. 2020. *Pedoman Pengelolaan Hutan Kota*.
- Polesek-Karczewska, S., Wardach-Święcicka, I., Kardaś, D., & Turzyński, T. 2021. *Application of a Lumped Multi-Section Model for Analyzing the Thermal Performance of a Small-Scale Biomass Boiler. Journal of Thermal Science*, 30(3), 1034–1045. <https://doi.org/10.1007/s11630-021-1385-8>

- PP No 22 Th. 2021. 2021. *Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.*
- Puspawati, N. S. A. G. A. K. D. 2020. *Inovasi Teknologi Pertanian Untuk Menunjang Agroindustri di Masa Pandemi.* Swasta Nulus.
- Putra, A. N., & Welly, J. 2015. *Analysing Engagement Of Outsource Employee Study Case: Pt Bravo Humanika Persada. In Journal Of Business And Management (Vol. 4, Issue 8).*
- Rai, N. 2018. *Dasar-Dasar Agronomi.*
- Rasyidi, A. A. 2015. *Penentuan Korelasi Perubahan Kelembaban Relatif terhadap Ketinggian Inversi dan Kualitas Udara Ambien di Kota Surabaya.* Jurnal Teknik ITS, 4(1), F106-F110.
- Rina Ayu Astuti, A., Fathurrahman, I., Yani, S., Nurjannah, N., & Sabara, Z. 2018. *Alat Penyaring Karbon Monoksida Pada Knalpot Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Adsorben Alami Ekstrak Daun Trembesi.* *Journal Of Chemical Process Engineering*, 03(01).
- Sahai, S., Sharma, C., Singh, D. P., Dixit, C. K., Singh, N., Sharma, P., Singh, K., Bhatt, S., Ghude, S., Gupta, V., Gupta, R. K., Tiwari, M. K., Garg, S. C., Mitra, A. P., & Gupta, P. K. 2007. *A study for development of emission factors for trace gases and carbonaceous particulate species from in situ burning of wheat straw in agricultural fields in india.* *Atmospheric Environment*, 41(39), 9173–9186. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.07.054>
- Shakya, P. R., Shrestha, P., Tamrakar, C. S., & Bhattarai, P. K. 2008. *Studies on potential emission of hazardous gases due to uncontrolled open-air burning of waste vehicle tyres and their possible impacts on the environment.* *Atmospheric Environment*, 42(26), 6555–6559. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.04.013>
- Silva, L. T., Mendes, B., Oliveira, C., Reis, C., Silva, P., & F.Silva, J. 2019. *Contribution of an environmental monitoring system to evaluate the potential effect of urban air pollution.* *Procedia Structural Integrity*, 22, 130–136. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.01.018>

- SK Bupati Batang Nomor 551.2 116 Tahun 2005. 2005. *Jaringan Trayek Dan Kebutuhan Armada Angkutan Pedesaan Di Kabupaten Batang*
- SMK Muhammadiyah Bambanglipuro Bantul, G., & Abdul Rahman, M. 1819. *Pembuatan Mobil Listrik untuk Solusi Transportasi Ramah Lingkungan (Mobil Baskara)*.
- Song, L., Lieu, J., Nikas, A., Arsenopoulos, A., Vasileiou, G., & Doukas, H. 2020. *Contested energy futures, conflicted rewards? Examining low-carbon transition risks and governance dynamics in China's built environment. Energy Research and Social Science*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101306>
- Sri Aryanti. 2019. *Dampak Pencemaran Udara (Polusi Udara) Terhadap Penyakit Hipertensi*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Stehman, S. v, & Xing, D. 2022. *Confidence intervals for proportion of area estimated from a stratified random sample. Remote Sensing of Environment*, 280, 113193. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113193>
- Streets, D. G., Bond, T. C., Carmichael, G. R., Fernandes, S. D., Fu, Q., He, D., Klimont, Z., Nelson, S. M., Tsai, N. Y., Wang, M. Q., Woo, J.-H., & Yarber, K. F. 2003. *An inventory of gaseous and primary aerosol emissions in Asia in the year 2000. Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108 (D21). <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2002JD003093>
- Sudjoko, C., Laksmono, R., & Ukhsan, A. 2022. *Pengembangan Biofuel Berbasis Crude Palm Oil (Cpo) Dalam Mendukung Target Ketahanan Energi Nasional Dan Alutsista Pertahanan*. *Ketahanan Energi*, 8(1).
- Sugiyono, A., Fitriana, I., Rahardjo, I., & Santosa, J. 2022. *Peran Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai dalam Mengurangi Permintaan BBM di Indonesia*. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 7(1), 65. <https://doi.org/10.31544/jtera.v7.i1.2022.65-72>
- Sutrisno, A. M., Huboyo, H. S., & Sutrisno, E. 2016. *Kajian Prediksi Beban Emisi Pencemar Udara (Tsp, Nox, So2, Hc, dan Co) dan Gas Rumah Kaca (Co2, Ch4, dan N2o) Sektor Transportasi Darat di Kota Surakarta dengan Metode Top Down dan Bottom Up*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–10.

- Tipayarom, D., Thi, N., & Oanh, N. T. 2007. *Effects from Open Rice Straw Burning Emission on Air Quality in the Bangkok Metropolitan Region*. *ScienceAsia*, 33, 339–345. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2007.33.339>
- Triananda, A. R. 2022. *Implementasi Kebijakan Pengelolaan Kawasan Industri Terpadu Dalam Meningkatkan Perekonomian Di Kabupaten Batang Provinsi Jawa Tengah* (Doctoral dissertation, Institut Pemerintahan Dalam Negeri).
- Tri Tugaswati, A. 1994. *Review of Air Pollution and Its Health Impact in Indonesia* Presented at the Fourth International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health, July 8-11, 1991, Tokyo, Japan. In S. Araki (Ed.), *Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health* (pp. 767–772). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-059785-7.50077-6>
- Tun, M. M., Juchelkova, D., Win, M. M., Thu, A. M., & Puchor, T. 2019. *Biomass energy: An overview of biomass sources, energy potential, and management in Southeast Asian countries*. In *Resources* (Vol. 8, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/resources8020081>
- United Nations Environment Programme. 2013. *Emission Inventory Manual*.
- US EPA. 2003. *Methodology for Estimating Emissions of CO₂ from Fossil Fuel Combustion*.
- Vieira de Melo, A. M., Santos, J. M., Mavroidis, I., & Reis Junior, N. C. 2012. *Modelling of odour dispersion around a pig farm building complex using AERMOD and CALPUFF. Comparison with wind tunnel results*. *Building and Environment*, 56, 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.02.017>
- Wang, J., Rodrigues, J. F. D., Hu, M., Behrens, P., & Tukker, A. 2019. *The evolution of Chinese industrial CO₂ emissions 2000–2050: A review and Meta-Analysis Of Historical Drivers, Projections And Policy Goals*. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 116). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109433>

Zhang, G., Ren, Y., Yu, Y., & Zhang, L. 2022. *The Impact Of Air Pollution On Individual Subjective Well-Being: Evidence From China*. *Journal of Cleaner Production*, 336, 130413. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130413>

