

Nomor Urut : 018 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN ALAT PENGENDALI
PENCEMARAN UDARA DI SENTRA INDUSTRI
GENTENG JEPARA**



**Disusun oleh:
Muhammad Rafi
21080120140156**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

PERANCANGAN ALAT PENGENDALI PENCEMARAN UDARA DI SENTRA INDUSTRI GENTENG JEPARA

Disusun oleh:

Nama : Muhammad Rafi
NIM : 21080120140156

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari :
Tanggal :

Menyetujui,

Ketua Penguji

Anggota Penguji

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

Dr.Eng. Bimastyaji Surya Ramadan
S.T., M.T.
NIP. 199203242019031016

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ika Bagus Priyambada, S.T.,
M.Eng.
NIP. 197103011998031001

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

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



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

ABSTRAK

Genteng adalah bahan bangunan yang terbuat dari tanah liat dan digunakan untuk membangun atap. Salah satu industri genteng yang terkenal di Indonesia yaitu terdapat di Desa Mayong Lor, Jepara. Desa Mayong Lor ini telah menjadi daerah Sentra Industri Genteng dalam waktu yang cukup lama. Hal tersebut dibuktikan dengan rata-rata kapasitas produksi genteng per bulan untuk setiap pengrajinnya dapat mencapai 10.000 – 12.000 buah. Proses pembuatan genteng terbagi menjadi 4 tahapan, yaitu pemilihan dan pencampuran bahan baku, pencetakan, pengeringan, dan pembakaran. Semua tahapan dalam pembuatan genteng masih dilakukan dengan cara konvensional dan juga belum memiliki alat untuk mengendalikan emisi yang dikeluarkan dari pembakaran genteng yang pastinya berbahaya untuk pekerja maupun lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap kegiatan pembakaran genteng, perhitungan emisi yang dihasilkan serta perancangan alat pengendali yang sesuai dengan kondisi eksisting. Perancangan dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu menganalisis jumlah emisi yang dihasilkan dari pembakaran, kemudian menentukan alat pengendali yang sesuai dengan kondisi eksisting, menginterpretasikan dalam bentuk desain gambar serta membuat Rancangan Anggaran Biaya (RAB). Setelah dilakukan analisis dan perhitungan emisi diketahui bahwa pembakaran genteng menggunakan bahan bakar serbuk gergaji menghasilkan emisi berupa CO₂, CO, NO₂, SO₂, CH₄, Partikulat, VOCs, dan PAHs. Setelah dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku, didapatkan emisi partikulat melebihi baku mutu dengan konsentrasi sebesar 434,03 mg/m³. Sebagai upaya pengendalian emisi partikulat, maka dirancanglah Cyclone Separator dengan kapasitas 4050 m³/jam dan efisiensi removal 49%. Setelah diproses dalam cyclone, emisi partikulat yang tersisa adalah 221,34 mg/m³ dan telah memenuhi baku mutu. Alat pengendali selanjutnya adalah cerobong dengan tinggi 15 m dan diameter 0,3 m. Biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah Rp75.568.171,64

Kata kunci : Sentra Industri Genteng Jepara, Pembakaran Genteng, Alat Pengendali Pencemaran Udara, Cyclone

ABSTRACT

Roof tiles are building materials made from clay and used to build roofs. One of the famous roof tile industries in Indonesia is in Mayong Lor Village, Jepara. Mayong Lor Village has been a Tile Industrial Center area for quite a long time. This is proven by the average monthly roof tile production capacity for each craftsman which can reach 10,000 – 12,000 pieces. The process of making roof tiles is divided into 4 stages, namely selecting and mixing raw materials, molding, drying and firing. All stages in making roof tiles are still carried out using conventional methods and there are no tools to control the emissions released from burning roof tiles which are certainly dangerous for workers and the surrounding environment. Therefore, it is necessary to analyze roof tile burning activities, calculate the emissions produced and design control equipment that is appropriate to existing conditions. The design is carried out through several stages, namely analyzing the amount of emissions produced from combustion, then determining control devices that are appropriate to existing conditions, interpreting them in the form of design drawings and creating a Draft Cost Budget (RAB). After analyzing and calculating emissions, it is known that burning roof tiles using sawdust fuel produces emissions in the form of CO₂, CO, NO₂, SO₂, CH₄, Particulates, VOCs, and PAHs. After comparing with the applicable quality standards, it was found that particulate emissions exceeded the quality standards with a concentration of 434.03 mg/m³. As an effort to control particulate emissions, a Cyclone Separator was designed with a capacity of 4050 m³/hour and a removal efficiency of 49%. After processing in a cyclone, the remaining particulate emissions were 221.34 mg/m³ and met quality standards. The next control tool is a chimney with a height of 15 m and a diameter of 0.3 m. The costs required for this planning are IDR 75,568,171.64.

Keyword : Jepara Roof Tiles Industrial Center, Roof Tiles Burning, Air Pollution Control Equipment, Cyclone

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor industri dianggap sebagai sektor yang memiliki potensi untuk menjadi pendorong utama kemajuan dalam ekonomi suatu negara. Hal ini dikarenakan sektor industri menghasilkan beragam produk dan memberikan manfaat yang signifikan bagi konsumennya, serta menghasilkan keuntungan yang menarik. Industrialisasi sering dianggap sebagai solusi yang efektif untuk mengatasi berbagai masalah pembangunan ekonomi di negara–negara berkembang. Di negara-negara berkembang, industri kecil juga memiliki peran yang penting dalam proses pembangunan ekonomi yang sedang berlangsung (Khoiriyah, 2016). Di Jepara, banyak industri kecil yang layak dan menarik untuk dikembangkan, termasuk di dalamnya adalah usaha produksi genteng rakyat di Desa Mayong Lor (Darmawanto & Septiya, 2020). Desa Mayong Lor Jepara sendiri telah menjadi sentra industri genteng dalam kurun waktu yang lama. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan rata-rata kapasitas produksi bulanan setiap pengrajin genteng mencapai 10.000 - 12.000 buah. (Filia et al., 2015)

Industri genteng merupakan industri yang memproduksi genteng, dikerjakan dengan tangan ataupun bantuan alat/mesin press dengan bahan baku berupa tanah liat. Kehadiran industri kecil genteng ini memiliki peran penting dalam mendukung perkembangan ekonomi suatu negara. Industri genteng memiliki kapasitas untuk menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan bagi warga lokal dan wilayah sekitarnya (Muktianto, 2016). Genteng tanah liat adalah bahan bangunan yang terbuat dari tanah liat dan digunakan untuk membangun atap (Liu et al., 2020). Pembuatan genteng secara keseluruhan dilakukan dalam 4 tahapan utama yaitu, pemilihan dan pencampuran bahan baku, pencetakan, pengeringan dengan angin dan sinar matahari, dan pembakaran dalam tungku serta penghalusan genteng (Nariani et al., 2021).

Proses paling berisiko dalam pembuatan genteng adalah saat tahap pembakaran. Proses ini dilakukan secara manual dengan menggunakan kayu bakar dan jerami sebagai bahan bakar. Setiap siklus pembakaran mampu mengakomodasi

10.000 genteng dalam tungku pembakaran, dan dalam proses ini diperlukan sekitar satu truk bahan bakar (Widhiyanti et al., 2015). Suhu pembakaran yang efektif untuk meningkatkan kualitas genteng adalah 900°C (Fema et al., 2013). Pembakaran yang mencakup proses pembakaran materi organik, termasuk kayu bakar, sisa-sisa tumbuhan, dan bahan-bahan yang berasal dari hutan, disebut sebagai pembakaran biomassa. Emisi polutan udara dari pembakaran materi organik ini termasuk partikel berukuran mikro (PM) dengan konsentrasi tinggi, yang terdiri sebagian besar dari gas beracun dan partikel padat seperti SO₂, CO, NO_x, dan partikulat. Tingginya tingkat emisi polutan ini menjadi penyebab utama dari masalah kabut asap yang sering terjadi di banyak negara (Suriyawong et al., 2023).

Industri genteng yang berkembang ini menyumbang pencemaran udara dari hasil pembakaran genteng yang dilakukan. Pada kondisi fisik dan lingkungan terlihat asap hasil pembakaran yang keluar dari tungku pembakaran genteng, hal tersebut sangat berpotensi mencemari udara ambien dikarenakan asap tersebut langsung keluar tanpa adanya alat pengendali pencemaran udara yang memproses asap tersebut. Hal ini bukan hanya membahayakan pengrajin genteng yang berkegiatan di area tersebut, tetapi juga berbahaya bagi masyarakat yang tinggal di area Sentra Industri Genteng Jepara. Berdasarkan hal-hal yang telah disampaikan, maka dibutuhkan suatu perancangan alat pengendali pencemaran udara untuk mengatasi permasalahan emisi udara yang dihasilkan dari kegiatan industri genteng sehingga dapat mengurangi pencemaran udara di wilayah tersebut. Hasil dari penelitian ini, diharapkan ditemukannya alat pengendali pencemaran udara yang dapat meminimalisir emisi pembakaran dari industri genteng serta dapat sesuai dengan kebutuhan pengrajin genteng ditinjau dari biaya investasi, ketersediaan lahan, serta kemudahan operasional dan pemeliharaan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, didapatkan identifikasi masalah yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan yaitu:

1. Desa Mayong merupakan desa yang terkenal dengan kerajinan gentengnya sehingga desa ini disebut dengan Sentra Industri Genteng

2. Pengrajin genteng di Sentra Industri Genteng masih menggunakan cara tradisional
3. Kegiatan pembakaran genteng di Sentra Industri Genteng Jepara menghasilkan asap yang menyebabkan turunnya kualitas udara
4. Industri genteng tradisional di Desa Mayong belum memiliki alat pengendali pencemaran udara untuk meminimalisir emisi pembakaran genteng

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam perencanaan ini adalah:

1. Berapa konsentrasi emisi yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran genteng di Sentra Industri Genteng Jepara?
2. Bagaimana kontribusi emisi yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran genteng terhadap kualitas udara ambien di lingkungan sekitar?
3. Bagaimana perancangan alat pengendali pencemaran udara yang sesuai dengan kondisi eksisting untuk meminimalisir emisi yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran genteng?
4. Bagaimana efektivitas alat pengendali pencemaran udara yang telah dirancang?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan dari perencanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui konsentrasi emisi yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran genteng di Sentra Industri Genteng Jepara
2. Mengetahui kontribusi emisi yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran genteng terhadap kualitas udara ambien di lingkungan sekitar
3. Merancang alat pengendali pencemaran udara yang sesuai dengan kondisi eksisting untuk meminimalisir emisi yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran genteng
4. Mengetahui efektivitas alat pengendali pencemaran udara yang telah dirancang

1.5 Pembatasan Masalah

Pada perencanaan ini terdapat cakupan yang sangat luas untuk dipertimbangkan dan diperhatikan. Oleh karena itu, diperlukan adanya pembatasan masalah yang bertujuan untuk mengarahkan perencanaan agar berfokus pada tujuan tertentu, yaitu:

1. Kajian kondisi eksisting di wilayah perencanaan Sentra Industri Genteng Jepara
2. Data yang digunakan adalah data primer maupun sekunder yang didapatkan dari Sentra Industri Genteng Jepara serta dinas terkait.
3. Perencanaan hanya mempertimbangkan kualitas udara keluaran produksi, kapasitas produksi serta kemampuan ekonomi pengrajin genteng.
4. Permodelan, perhitungan, dan perancangan alat hanya mempertimbangkan satu kali pembakaran genteng

1.6 Rumusan Manfaat

Dari perencanaan yang akan dilakukan oleh penulis, diperoleh beberapa manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Penulis
 - Memperoleh wawasan terkait perencanaan pengendalian pencemaran udara khususnya pada kegiatan industri genteng
 - Dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu yang telah diperoleh di dunia perkuliahan
2. Bagi IPTEK
 - Memberikan referensi dalam pengendalian pencemaran udara
 - Memberikan informasi pengaruh pencemaran udara khususnya pada kegiatan industri genteng terhadap lingkungan
3. Bagi Masyarakat
 - Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kualitas udara di Kawasan Sentra Industri Genteng Jepara
 - Membantu masyarakat dalam menangani permasalahan pencemaran udara yang ada di Kawasan Sentra Industri Genteng Jepara

4. Bagi Industri

Memberikan usulan desain alat pengendalian pencemaran udara yang dapat diaplikasikan pada usaha yang dijalankan

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J., & Artauli Hasibuan, F. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV (SNFUR-4)*, September, 1–7.
- Aminuddin, J., Haryadi, A., & Sunardi, S. (2019). Proses Pembuatan Genteng Sokka Kebumen. *Dinamika Journal : Pengabdian Masyarakat*, 1(4), 45–53. <https://doi.org/10.20884/1.dj.2019.1.4.932>
- Ariana, R. (2016). Pengertian, Zat-zat, Penyebab, Dampak dan Cara Pengendalian Pencemaran Udara. *Perpustakaan Menlhk*, 1–23.
- Arianty, N. (2017). Analisis Usaha Industri Rumah Tangga dalam Meningkatkan Pendapatan Keluarga. *Prosiding Seminar Hilirisasi Penelitian Untuk Kesejahteraan Masyarakat Lembaga Penelitian*, August, 447–454. <https://www.researchgate.net/publication/326988589%0AANALISIS>
- Atim Abdul A, FA. Widiharsa, M. M. (2015). Analisa Efisiensi Termal Tungku Biomassa. *Jurnal Transmisi*, XI, 9–18.
- Aurell, J., Gullett, B. K., & Tabor, D. (2012). *Emissions from Forest and Grass Burns: Comparison of Aerial and Ground Field*. 1–28.
- Buoncore, & Davis. (1992). *Air Pollution Engineering Manual*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Cooper, D., & Alley, C. (2011). *Air Pollution Control A Desing Approach* (p. 738).
- Cornwell, & Davis. (1998). *Introduction to Environmental Engineering*. Mc. Graw-Hill Company Inc, Singapore.
- Danielson, J. (1967). Air Pollution Engineering Manual. *Environmental Pollution*, 86(3), 356. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(94\)90179-1](https://doi.org/10.1016/0269-7491(94)90179-1)
- Darmawanto, E., & Septiya, B. (2020). Genteng Wuwung Berbasis Desain Komunikasi Visual Dalam Pengembangan Branding Desa Mayong Lor , Jepara. *Jurnal Imajinasi*, XIV(2), 131–140.
- 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)
- Dinas Lingkungan Hidup. (2020). *Laporan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara DKI Jakarta Tahun 2020*. 1–72.
- El-Shafie, M., & Kawajiri, Y. (2022). Theoretical and experimental analysis of temperature decay along an industrial chimney using analytical and k- ω turbulence models. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6(October), 100264. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100264>
- Environmental Protection Agency (EPA). (1998). *Air Pollution Control Technology Fact Sheet*. 3(1990), 1990–1994. <http://infohouse.p2ric.org/ref/50/49195.pdf>
- Fema, J., Fly, B., Terhadap, A. S. H., & Tekan, K. (2013). *PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PADAT ABU TERBANG Jurnal FEMA , Volume 1 , Nomor 4 , Oktober 2013*. 1, 1–6.
- Filia, P., Nurwahyunani, A., & Rivanna, R. (2015). *IBM PENGRAJIN GENTENG DI DESA MAYONG LOR - JEPARA*. November, 119–121.

- Habiburrahman. (2019). *Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Impeller pada untuk Kerja blower sentrifugal*.
- Inaku, A. H. R., & Novianus, C. (2020). Pengaruh Pencemaran Udara PM 2,5 dan PM 10 Terhadap Keluhan Pernapasan Anak di Ruang Terbuka Anak di DKI Jakarta. *ARKESMAS (Arsip Kesehatan Masyarakat)*, 5(2), 9–16. <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v5i2.4990>
- Iwan Fermi Lab Pengendalian dan Perancangan Proses, M. (2014). Pemanfaatan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD) Dalam Perancangan Kompor Biomassa. *Jurnal Teknobiologi*, 1, 15–19. <http://www.aprovecho.org/lab/pubs/testing>.
- Joesyiana, K. (2017). Strategi pengembangan industri rumah tangga di kota pekanbaru (Studi kasus usaha tas rajut industri pengolahan kreatifitas tali kur). *Jurnal Valuta*, 3(1), :159-172.
- Kashan Bashir. (2015). Design and fabrication of cyclone separator. *ResearchGate, January*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20727.83368>
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2013). Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan*.
- Khoiriyah, S. (2016). Dampak Home Industri Genteng Terhadap Tingkat Ekonomi Dan Lingkungan Di Desa Menanggal Kecamatan Mojosari Kabupaten Mojokerto. *Swara Bhumi Volume*, 3, 390–397.
- Lapple. (1951). *Processes Use Many Collector Typers*. Chem, Engng.
- Liu, S., Wang, R., Yu, J., Peng, X., Cai, Y., & Tu, B. (2020). Effectiveness of the anti-erosion of an MICP coating on the surfaces of ancient clay roof tiles. *Construction and Building Materials*, 243, 118202. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118202>
- Mudhofir, F., Sulhadi, S., & Aji, M. P. (2017). *Kualitas Genteng Tanah Liat Dengan Campuran Serbuk Kaca*. VI, SNF2017-MPS-67-SNF2017-MPS-74. <https://doi.org/10.21009/03.snf2017.02.mps.11>
- Muktianto, D. S. (2016). Analisis Efisiensi Produksi pada Industri Genteng di Desa Nangsri Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar Tahun 2016. *Skripsi*, 1–77.
- Muntolib, M., & Rusdiyantoro, R. (2014). Analisa Bahan Isolasi Pipa Saluran Uap Panas Pada Boiler Untuk Meminimalisasi Heat Loss. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 12(2), 50–56. <https://doi.org/10.36456/waktu.v12i2.911>
- Mycock, J. C. (1995). *Air Pollution Control Engineering and Technology*. CRC PRESS Inc.
- Nariani, N. P. L., Raharjo, A., & Yana, I. B. C. (2021). Pembuatan Genteng Di Desa Pejaten Dalam Fotografi Dokumenter. *Retina: Jurnal Fotografi*, 1(2), 80–87.
- Natsir, T. A., Windrianto P, Y., Susetyaningsih, R., Setyanto, K., & Dewi, R. (2018). SIMULASI DAMPAK PENCEMARAN UDARA KARBON MONOKSIDA DI KOTA YOGYAKARTA AKIBAT EMISIS KENDARAAN BERMOTOR (Simulation of Carbon Monoxide Pollution Effect in Yogyakarta City Caused by The Emission of Motor Vehicles). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 24(1), 11. <https://doi.org/10.22146/jml.23631>
- Nevers, D. N. (2000). *Air Pollution Control Engineering 2nd Edition*. Mc. Graw-

- Hill Company Inc, Singapore.
- NSW EPA. (2017). *Methane Fact Sheet*. 1–5.
<https://www.epa.nsw.gov.au/~media/EPA/CorporateSite/resources/epa/2564-methane-fact-sheet.ashx>
- Nuryani, S., Sudaryanto, S., Sardjito, H., Windarso, E., & Malis Sunarno, J. (2021). Modifikasi Cerobong Wet Scrubber Untuk Menurunkan Kadar Debu Dan Kepekatan Asap Pada Sumber Emisi Tidak Bergerak. *Desember*, 7(02), 1–7.
- OSHA. (2010). Carbon dioxide health hazard information sheet. *The FSIS Environmental Safety and Health Group (ESHG)*, 2–4.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92.
<https://www.dosenpendidikan.>
- Pham, M., & Pakrasi, A. (2017). Air pollution control technologies. In *Proceedings of the Air and Waste Management Association's Annual Conference and Exhibition, AWMA*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814934-8.00013-2>
- Prasad, S., Schweizer, C., Bagaria, P., Saini, A., Kulatilaka, W. D., & Mashuga, C. V. (2021). Investigation of particle density on dust cloud dynamics in a minimum ignition energy apparatus using digital in-line holography. *Powder Technology*, 384, 297–303. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.02.026>
- Putra, A. P. (2020). Pengaruh Variasi Laju Aliran Udara pada Updraft Gasifier Sistem Semi Kontinyu Terhadap Kualitas Nyala Api Syngas pada Gasifikasi Biomassa Limbah Cangkang Kemiri. *Jtm*, 08(02), 41–48.
- Raisi, A. F. (2017). *Perhitungan Pressure Drop Dan Kapasitas Udara Pada Fly Ash Pneumatic Conveying Di Pt Petrokimia Gresik*. 95.
- Rickly, P. S., Guo, H., Campuzano-Jost, P., Jimenez, J. L., Wolfe, G. M., Bennett, R., Bourgeois, I., Crounse, J. D., Dibb, J. E., Digangi, J. P., Diskin, G. S., Dollner, M., Gargulinski, E. M., Hall, S. R., Halliday, H. S., Hanisco, T. F., Hannun, R. A., Liao, J., Moore, R., ... Rollins, A. W. (2022). Emission factors and evolution of SO₂ measured from biomass burning in wildfires and agricultural fires. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22(23), 15603–15620.
<https://doi.org/10.5194/acp-22-15603-2022>
- Rindiani, A. T. (2018). Penggunaan Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Dan Gangguan Faal Paru Pada Masyarakat Di Kawasan Industri Genteng (Studi Di Kawasan Industri Genteng Desa Kalibagor Kecamatan Situbondo Kabupaten Situbondo. In *Repository.Unej.Ac.Id*.
- Robert, B., & Brown, E. B. (2004). *Air Pollution Control Equipment* (Issue 1).
- Rochmanto, B., Setiaprada, H., Haryono, I., & Yubaidah, S. (2023). A study of kinematic viscosity approach with air as a gas medium for turbine flowmeter calibration. *Flow Measurement and Instrumentation*, 95(November 2023), 102490. <https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2023.102490>
- Sataloff, T. R., John, M., & Kost, K. M. (2008). *Air Pollution Control Equipment*.
- Saxena, M., Sharma, S. K., Tomar, N., Ghayas, H., Sen, A., Garhwal, R. S., Gupta, N. C., & Mandal, T. K. (2016). Residential biomass burning emissions over Northwestern Himalayan region of India: Chemical characterization and budget estimation. *Aerosol and Air Quality Research*, 16(3), 504–518.
<https://doi.org/10.4209/aaqr.2015.04.0237>

- Simanjuntak, S. (2010). Kehilangan Energi pada Pipa Baja dan Pipa PVC. *Universitas HKBP NOMMENSEN MEDAN*, 43.
- Soemargono, F. (2018). Modul Pengendalian Emisi. *Archipel*.
- Sriyono. (2012). Analisis Dan Pemodelan Cyclone Separator Sebagai Prefilter Debu Karbon Pada Sistem Pemurnian Helium Reaktor Rggt200K. *Prosiding Seminar Nasional Ke-18 Teknologi Dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir*, September, 215–226.
- Su, M., Shi, Y., Yang, Y., & Guo, W. (2023). Impacts of different biomass burning emission inventories: Simulations of atmospheric CO₂ concentrations based on GEOS-Chem. *Science of the Total Environment*, 876(March), 162825. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162825>
- Suriyawong, P., Chuetor, S., Samae, H., Piriyaakarnsakul, S., Amin, M., Furuuchi, M., Hata, M., Inerb, M., & Phairuang, W. (2023). Airborne particulate matter from biomass burning in Thailand: Recent issues, challenges, and options. *Heliyon*, 9(3), e14261. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14261>
- Suryana, I. G. P. E. (2022). Analisis Windrose untuk Prediksi Arah & Jangkauan Pencemaran Udara. *Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer Terapan Indonesia (JSIKTI)*, 4(3), 132–141. <https://doi.org/10.22146/jsikti.xxxx>
- Syamsiro, M., Janabadra, U., & Saptoadi, H. (2014). Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao : Pengaruh Temperatur. *Seminar Nasional Teknologi*, 1(November 2014), 0–10.
- Tjamin, Y. R. (2020). *Model Sebaran Emisi PT Agro Makmur Raya*.
- Tulandi, D. G., & Handriyono, R. E. (2019). Analisis Konsentrasi CO Pada Kegiatan Industri Pengasapan Ikan Di Tambak Wedi Surabaya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII - Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 107–112. <http://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/661>
- Virshaw, A., Gunadi, I., & Adi, K. (2017). Desain dan implementasi pengukuran parameter lingkungan dengan Raspberry Pi sebagai node. *Youngster Physics Journal*, 6(1), 9–21.
- Widhiyanti, E., ... E. W.-U. J. of P., & 2015, U. (2015). Perbedaan Jarak Tempat Tinggal Dari Lokasi Industri Genteng Terhadap Penurunan Fungsi Paru Penduduk Di Desa Kedawung. *Journal.Unnes.Ac.Id*, 2(2), 40–47. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujph/article/view/6573/4777>
- World Health Organisation. (2021). *Human health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons as ambient air pollutants: report of the working group on polycyclic aromatic hydrocarbons of the joint task force on the health aspects of air Pollution*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/350636>
- Yasir, M. (2021). Pencemaran Udara Di Perkotaan Berdampak Bahaya Bagi Manusia, Hewan, Tumbuhan dan Bangunan. *Jurnal OSF.Oi*, 1–10. <https://doi.org/10.31219/osf.io/nc5rg>
- Zacoeb, A., Dewi, S. M., Jamaran, I., Sipil, J. T., Teknik, F., & Brawijaya, U. (2013). Semen Pada Genteng Beton Ditinjau Dari Segi Kuat. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 81–87.