

No Urut: 021B/UN7.F3.6.8.TL/DL/X/2023

**Laporan Tugas Akhir**

**RE-DESAIN ALAT PENGENDALI PENCEMARAN UDARA PADA  
BOILER BERBAHAN BAKAR BIOMASSA SERBUK KAYU (*SAWDUST*)  
DI INDUSTRI FURNITUR KUDUS**



**Disusun Oleh :**

**Ammar Razzaq Suryantara**

**21080120140097**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2024**

# HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul

## RE-DESAIN ALAT PENGENDALI PENCEMARAN UDARA PADA BOILER BERBAHAN BAKAR BIOMASSA SERBUK KAYU (*SAWDUST*) DI INDUSTRI FURNITUR KUDUS

Disusun oleh:

Nama : Ammar Razzaq Suryantara

NIM : 21080120140097

Telah disetujui dan disahkan pada

Hari, Tanggal : Selasa, 25 Juni 2024

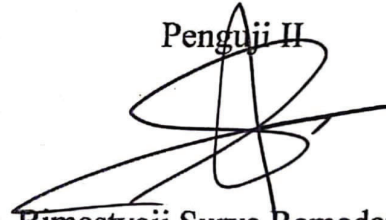
Menyetujui

Penguji I



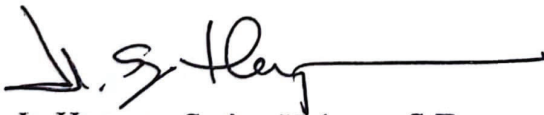
Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.  
NIP. 197401311999031003

Penguji II



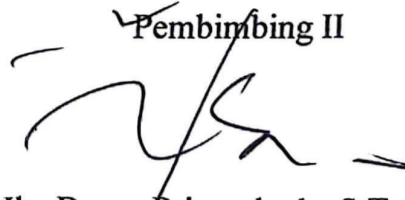
Dr. Eng. Bimastyaji Surya-Ramadan S.T., M.T.  
NIP. 199203242019031016

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan



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

## ABSTRAK

Udara menjadi salah satu unsur penting bagi makhluk hidup. Berdasarkan Laporan Kualitas Udara Dunia *IQAir* 2022, Indonesia berada pada urutan ke 26 negara paling berpolusi dengan rerata konsentrasi PM 2.5 sebesar  $30.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dalam satu tahun. Hal tersebut melebihi pedoman dari WHO terkait ambang batas kadar PM 2.5 sebanyak 6 kali lipat sesuai dengan ketentuan yang berlaku yaitu  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . PT. XYZ adalah perusahaan skala usaha besar yang berfokus pada bidang industri furnitur dan berlokasi di Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kudus dengan luas lahan  $88.597 \text{ m}^2$  dan luas bangunan terbangun  $44.837 \text{ m}^2$ . Sebagai salah satu industri pengolahan furnitur yang besar di Kabupaten Kudus, tentunya keberadaan PT XYZ akan memberikan dampak terhadap lingkungan sekitar, baik secara fisik, ekomoni maupun lingkungan, mengingat PT XYZ menempati lokasi yang cukup dekat dengan daerah pemukiman masyarakat. Disamping itu PT. XYZ berencana untuk meningkatkan kapasitas produksinya. Perencanaan ini bertujuan untuk redesain alat pengendali emisi dengan mengacu pada Permen LHK No. 07 Tahun 2007 dan. Hasil dari perencanaan ini, yaitu diketahui proses yang menghasilkan polutan emisi pada PT. XYZ, yaitu kegiatan produksi, yaitu unit Boiler 1 dan Boiler 2 yang menghasilkan 4 jenis polutan emisi antara lain  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , CO dan Partikulat (TSP). Alat pengendali pencemaran udara (PPU) yang dipilih adalah Cyclone dengan efisiensi removal sebesar 80-90%.dapat mengurangi konsentrasi emisi Partikulat : 87,7% dan 87,8%.

**Kata Kunci : Cyclone, Boiler, Industri Furnitur, Kudus**

## ABSTRACT

*Air becomes one of the essential elements of living creatures. According to the IQAir 2022 World Air Quality Report, Indonesia is ranked as the 26th most polluted country with a PM 2.5 concentration rate of 30.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in one year. This exceeds the WHO guidelines regarding the PM 2.5 threshold by 6 times according to the applicable provisions of 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . PT. XYZ is a large-scale enterprise that focuses on the field of furniture industry and is located in Kaliwungu district, Holy district, with a land area of 88.597  $\text{m}^2$  and a building area of 44.837  $\text{m}^2$ . As one of the large furniture processing industries in Kudus District, of course the presence of PT XYZ will have an impact on the environment, both physically, economically, and environmentally, given that PT XYZ occupies a location that is quite close to the community settlement area. In addition, PT. XYZ plans to increase its production capacity. This plan aims to redesign the emission control device with reference to LHK No. 07 of 2007 and. The result of this planning, namely, the known process that produces emission pollutants in the PT. XYZ, that is, the production activity, i.e., boiler 1 and boiler 2 units that produce 4 types of emission contaminants, including  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , and particulate (TSP), The air pollution control device (PPU) chosen is Cyclone, with a removal efficiency of 80–90%. can reduce particulate emission concentration: 87.7% and 87.8%.*

**Keywords : Cyclone, Boiler, Furniture Industry, Kudus**

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kehidupan manusia dan kegiatan produksi saling berhubungan dengan alam, tetapi saat ini, dengan munculnya tuntutan manusia yang semakin banyak, lingkungan dengan cepat memburuk akibat perilaku umat manusia itu sendiri. Polusi udara yang parah merupakan ancaman serius untuk kesehatan masyarakat. Mengacu dari data *World Health Organization* (WHO) dalam *World Health Statistics Report* menunjukkan bahwa polutan yang tersebar di udara seperti partikel halus (PM<sub>2.5</sub>), oksida sulfur (SO<sub>x</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan partikulat (PM<sub>10</sub>) dapat membahayakan jaringan pernapasan dan peredaran darah, mempengaruhi kesehatan paru-paru, jantung dan otak, dan menyebabkan infeksi pernafasan akut, penyakit jantung, kanker paru dan stroke, di antara banyak penyakit akut dan kronis lainnya (Qin et al., 2023).

Kualitas udara telah memburuk di negara-negara berkembang belakangan ini dan tren ini diprediksi akan terus terjadi karena polusi udara diproyeksikan menjadi sumber terbesar beban kesehatan lingkungan di negara berkembang. (Tan Soo, 2018). Berdasarkan Laporan Kualitas Udara Dunia *IQAir* 2022, Indonesia berada pada urutan ke 26 negara paling berpolusi dengan rerata konsentrasi PM 2.5 sebesar 30.4 µg/m<sup>3</sup> dalam satu tahun. Hal tersebut melebihi pedoman dari WHO terkait ambang batas kadar PM 2.5 sebanyak 6 kali lipat sesuai dengan ketentuan yang berlaku yaitu 5 µg/m<sup>3</sup>. Selain *IQAir*, Indonesia memiliki ketetapan standar polusi udara sendiri. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan memberlakukan standar berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara memuat ketentuan terkait ISPU. Pengertian dari ISPU yang merupakan singkatan dari Indeks Standar Pencemaran Udara, adalah sebuah angka yang digunakan untuk menggambarkan kualitas udara di suatu tempat, dengan memikirkan efek sampingnya terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan keberlangsungan makhluk hidup lainnya. Kualitas ISPU Indonesia tahun 2022

sesuai dengan nilai konsentrasi PM 2.5 sebesar  $30.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  memiliki nilai ISPU sebesar  $68,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maka, nilai ISPU tersebut sudah melebihi ambang batas normal yaitu dalam kategori sedang dengan status warna biru. Level keparahan polusi udara dan total emisi yang tersebar di lingkungan secara signifikan dipengaruhi oleh kegiatan industri, transportasi, pembakaran sampah di ruangan terbuka, sumber-sumber biogenic, debu, dan aktivitas rumah tangga di dalam ruangan (Kementerian Kesehatan, 2021). Salah satu yang menjadi sorotan dalam pencemaran udara adalah emisi buangan dari sektor industri.

Menurut PP Nomor 28 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Perindustrian, perindustrian merujuk kepada segala kegiatan ekonomi yang menyertakan pengolahan bahan baku dan/atau penggunaan sumber daya industri untuk menciptakan suatu produk yang berkualitas atau manfaat yang lebih besar, termasuk pelayanan industri. Salah satu contoh industri yang berperan besar dalam perekonomian negara adalah industri furniture. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia pada siaran pers (9 Maret 2023) menyatakan bahwa, selama lima tahun belakang, industri furnitur Indonesia telah mencatat peningkatan kinerja ekspor sebesar 77,9 %. Pada tahun 2021, nilai ekspor furnitur mencapai USD 2,8 miliar, terjadi peningkatan sebesar 33 %, dibandingkan dengan tahun 2020. Sementara itu, pada tahun 2022, ekspor industri furnitur kayu dan rotan tetap stabil di angka USD 2,9 miliar. Di samping itu menurut Kemenperin dalam siaran pers (12 Maret 2023), sektor industri furnitur termasuk salah satu sektor yang mempekerjakan banyak tenaga kerja, dengan total sebanyak 143 ribu orang dari 1.114 ribu perusahaan.

Kudus termasuk salah satu kabupaten yang mempunyai potensi strategis pada sektor industri. Kabupaten Kudus terletak di Provinsi Jawa Tengah yang biasa disebut dengan kota industri, karena termasuk wilayah pembuat rokok (kretek) terbesar di Jawa Tengah. Sektor industri sendiri termasuk ke dalam tumpuan utama perekonomian Kota Kudus. Di Kudus sendiri, perusahaan kelompok industri pengolahan tembakau menempati jumlah yang tertinggi di antara kelompok industri manufaktur yang lain dan untuk Industri di sektor furnitur berjumlah sebanyak 8

perusahaan/usaha. Kegiatan industri di Kabupaten Kudus mengakibatkan banyaknya jumlah polutan emisi buangan yang mencemari kualitas udara. Menurut data *IQAir* Kabupaten Kudus pada tanggal 18 September 2023, tingkat polusi udara pada Kabupaten Kudus tergolong kedalam tingkatan sedang, dengan indeks kualitas udara 69 dengan polutan utama berupa partikulat (PM 2,5) dengan konsentrasi sebesar  $20,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dimana konsentrasinya 4,1 kali lipat melebihi acuan batas kualitas udara tahunan *World Health Organization* (WHO) dan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu partikulat (PM 2,5) selama 24 jam sebesar  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tingkat polusi udara di Kabupaten Kudus masih di bawah standar baku mutu.

PT. XYZ adalah perusahaan skala usaha besar yang berfokus pada bidang industri furnitur dan berlokasi di Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kudus dengan luas lahan  $88.597 \text{ m}^2$  dan luas bangunan terbangun  $44.837 \text{ m}^2$ . Sebagai salah satu industri pengolahan furnitur yang besar di Kabupaten Kudus, tentunya keberadaan PT XYZ akan memberikan dampak terhadap lingkungan sekitar, baik secara fisik, ekonomi maupun lingkungan, mengingat PT XYZ menempati lokasi yang cukup dekat dengan daerah pemukiman masyarakat. Dalam melakukan kegiatan usaha PT XYZ menggunakan boiler untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk mengeringkan kayu sebelum diolah menjadi barang furnitur. Untuk uap panas ini, PT. XYZ memakai boiler yang berbahan bakar serbuk gergaji (*sawdust*). Pembakaran yang terjadi pada boiler ini merupakan pembakaran tak sempurna, sehingga gas buang dari hasil pembakarannya berpotensi menghasilkan polusi udara. PT. XYZ saat ini telah memiliki alat pengendali pencemaran udara dan sesuai dengan baku mutu yang tertera pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 07 tahun 2007 Lampiran IV tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap. Kemudian PT XYZ berencana untuk meningkatkan kapasitas produksinya dimana terdapat penambahan kapasitas produksi yang dalam proses menghasilkan furnitur memerlukan uap panas (*steam*) menggunakan bahan bakar *sawdust* dari 3 ton menjadi 5 ton yang menghasilkan limbah gas, berdasarkan hal

tersebut alat yang sudah ada belum tentu bisa mengendalikan polutan emisi sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

Polutan gas yang dikeluarkan oleh industri furnitur bisa bersumber dari beberapa pemicu, salah satunya berasal dari ketel uap (*boiler*) berbahan bakar serbuk gergaji (*sawdust*). Pada boiler *sawdust*, pembakaran bahan bakar menciptakan polutan emisi udara yang dibuang keluar menggunakan cerobong. Emisi udara dari cerobong yang berupa partikulat atau gas merupakan emisi yang dapat merusak lingkungan. Berdasarkan hal tersebut, polutan dari hasil pembakaran perlu diproses agar keluaran gas buangnya sesuai dengan Baku Mutu Emisi (BME) yang peraturannya mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 07 tahun 2007 Lampiran IV tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap sebelum dibuang ke lingkungan. Untuk mengendalikan polutan emisi tersebut dapat menggunakan peralatan pengendalian pencemaran udara diantaranya, saringan kantong (*bag filter*) dan *scrubber*. Meskipun telah memiliki beberapa alat pengendali pencemaran udara, namun perlu penyesuaian dengan standar pengendali pencemaran udara yang berlaku dan adanya rencana peningkatan kapasitas produksi maka peralatan pengendali juga harus diperbarui sesuai persetujuan teknis yang berlaku.

Oleh karena itu, dibutuhkan perancangan alat pengendali pencemaran udara baru karena adanya rencana peningkatan kapasitas produksi yang sesuai persetujuan teknis yang berlaku di PT XYZ sehingga dapat mengurangi potensi pencemaran udara ambien di wilayah tersebut.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang didapatkan identifikasi masalah yang digunakan sebagai acuan perencanaan yaitu :

1. Kegiatan produksi di PT XYZ menghasilkan emisi yang berasal dari boiler.
2. PT XYZ akan melakukan penambahan kapasitas produksi.



3. PT XYZ akan menambahkan boiler baru dalam pemenuhan kebutuhan penambahan kapasitas.
4. Kondisi eksisting alat pengendalian pencemaran udara di PT XYZ.
5. Kapasitas produksi di PT XYZ meningkat sehingga diperlukan pembaruan alat pengendali pencemaran udara karena berpotensi merubah system pengendali pencemaran udara.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, rumusan masalah pada perencanaan ini diuraikan menjadi beberapa pertanyaan sebagai berikut

1. Bagaimana emisi yang dihasilkan dari proses produksi furnitur di PT XYZ?
2. Bagaimana kondisi eksisting alat pengendali pencemaran udara di PT XYZ?
3. Bagaimana perancangan alat pengendali pencemaran udara yang sesuai dengan peningkatan kebutuhan produksi PT XYZ dalam meningkatkan kualitas udara?

### **1.4 Rumusan Tujuan**

Rumusan Tujuan pada perencanaan ini, yaitu:

1. Menganalisis karakteristik emisi yang dihasilkan dari proses produksi di PT. XYZ.
2. Menganalisis kondisi eksisting alat pengendali pencemaran udara di PT. XYZ.
3. Merancang alat pengendali pencemaran udara yang sesuai dengan kebutuhan produksi PT XYZ karena terdapat peningkatan kapasitas produksi dalam meningkatkan kualitas udara.

### **1.5 Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah berfungsi supaya dalam perencanaan bisa berfokus pada tujuan yang lebih terperinci. Pada perencanaan ini terdapat cakupan yang sangat

luas untuk dipertimbangkan dan diperhatikan. Sehingga perencanaan ini perlu adanya pembatasan masalah yang terdiri dari:

1. Wilayah perencanaan yang dipilih adalah PT XYZ.
2. Data yang digunakan baik data sekunder maupun data primer bersumber dari PT XYZ serta dinas terkait.
3. Perencanaan hanya mempertimbangkan kualitas udara keluaran produksi, kapasitas produksi serta kemampuan finansial Perusahaan.

### **1.6 Rumusan Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari perencanaan ini meliputi:

1. Bagi IPTEK  
Memberikan referensi dalam pengendalian pencemaran udara dan informasi pengaruh pencemaran udara khususnya pada kegiatan industri furniture terhadap lingkungan.
2. Bagi Perusahaan  
Memberikan usulan desain alat pengendalian pencemaran udara yang dapat diaplikasikan pada usaha yang dijalankan.
3. Bagi Masyarakat  
Memberikan informasi kepada Masyarakat mengenai kualitas udara pada PT XYZ. Dapat meningkatkan kualitas udara di lingkungan masyarakat sekitar yang bermukim di dekat are PT XYZ.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alchamdani, Azizah, R., Sulistyorini, L., Martini, S., & Talib Latif, M. (2021). Analisis Dampak Lockdown pada Polutan Udara Utama di Era Pandemi COVID-19: Literature Review. *Forikes*, 12(April), 183–189.
- Aprilia, Devita Nur, Nurjazuli, dan Tri Joko. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Petugas Pengumpul Tol Di Semarang. *Jurnal Kesetahan Masyarakat*, (Volume 5 No. 3 Juli 2017: 367–75)
- Andi Dyan Rezki Devi Chaeruddin, Hasriwiani Habo Abbas, & Abd. Gafur. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu Kayu pada Pekerja Mebel Informal di Kelurahan Antang Kecamatan Manggala Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 1(6), 743–756.
- Boiler, M., Kg, K., & Tekanan, J. A. M. (2023). *DENGAN MEMPERBESAR BIDANG LUAS PEMANAS*. 04(02), 35–44.
- Buonicore, & Davis. (1992). *Air Pollution Engineering Manual*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Budiyono. (2001). Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara. *Berita Dirgantara Vol.2 No.1*
- 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.
- 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  $k-\omega$  turbulence models. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6(October), 100264.
- Fadhilah, R. (2022). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Usaha Pada Industri Kerajinan Mebel di Kecamatan Marpoyan Damai Pekanbaru.
- Hadiyarti, Y., Akbar, A. R. and Udiantoro (2018) ‘Kajian Neraca Massa pada Industri Kelapa Sawit Studi Kasus Di PT. Alam Tri Abadi Kec. Murung Pudak, Kab. Tabalong, Kalimantan Selatan’, *JTAM Inovasi Agroindustri*, 1(2), pp. 1–11. Available at: <http://jtam.ulm.ac.id/index.php/inoagro/article/view/212>
- Kementrian Lingkungan Hidup. (2014). *Kriteria Boiler Ramah Lingkungan. February 2014*, 31. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4171.6729>
- Kimia, D. A. N. S. (2023). *Jurnal Rekayasa , Teknologi Proses*. 9211(December 2022), 2–12.
- Maduna, K., & Tomašić, V. (2017). Air pollution engineering. *Physical Sciences Reviews*, 2(12), 1–29. <https://doi.org/10.1515/psr-2016-0122>
- Mycock, J. C. (1995). *Air Pollution Control Engineering and Technology*. CRC PRESS Inc.
- Nevers, D. N. (2000). *Air Pollution Control Engineering 2nd Edition*. Mc. Graw-Hill Company Inc, Singapore.
- 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>
- Prabowo, Kuart dan Burhan Muslim, (2018). *Penyehatan Udara*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Qin, Y. M., Sun, C. Z., Li, D., Zhang, H., Wang, H. Y., & Duan, Y. (2023). Does urban air pollution have an impact on public health? Empirical evidence from 288 prefecture-level cities in China. *Urban Climate*, *51*(850), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101660>
- Qurratulain, Shams, T., & Khwaja, M. A. (2019). PAKISTAN AMBIENT AIR QUALITY AND NATIONAL AMBIENT AIR QUALITY STANDARDS. In *Assessment of Pakistan National Ambient Air Quality Standards (NAAQS'S) with Selected Asian Countries & WHO*. Sustainable Development Policy Institute. <http://www.jstor.org.proxy.undip.ac.id:2048/stable/resrep24367.8>
- Rambing, V. V, Umboh, J. M. L., Warouw, F., Kesehatan, F., Universitas, M., Ratulangi, S., & Kesehatan, R. (2022). Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO). *Kesmas*, *11*(4), 95–101.
- Rizaldi, M. A., Azizah, R., Latif, M. T., Sulistyorini, L., & Salindra, B. P. (2022). Literature Review: Dampak Paparan Gas Karbon Monoksida Terhadap Kesehatan Masyarakat yang Rentan dan Berisiko Tinggi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, *21*(3), 253–265. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.253-265>
- Sataloff, T. R., John, M., & Kost, K. M. (2008). *Air Pollution Control Equipment*.
- Saptari, A. (2011). Analisis Pengendalian Debu Pada Industri Mebel di Area Produksi Pre Cut PT X .
- Soemargono, F. (2018). Modul Pengendalian Emisi. *Archipel*.
- Tan Soo, J. S. (2018). Valuing Air Quality in Indonesia Using Households' Locational Choices. *Environmental and Resource Economics*, *71*(3), 755–776. <https://doi.org/10.1007/s10640-017-0182-z>
- 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.

Wulandari, R., Pramono, R. W. D., & Nugrahandika, W. H. (2018). Potensi Kluster Industri Furniture dari Kayu di Wilayah Subosukawonosraten. *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.20961/region.v13i1.15336>