

ANALISA EFISIENSI UNIT *BAG FILTER* DAN *WET SCRUBBER* TERHADAP PARAMETER PARTIKULAT, SO₂, NO₂, DAN OPASITAS PADA INDUSTRI BESI DAN BAJA DI SURABAYA

Nisa Afyfh Firdaus^{1)*}, Bella Meitha Wulandari²⁾, Rizka Novembrianto³⁾

^{1,2,3)} Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik
UPN 'Veteran' Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Surabaya
E-mail: nisafyfh@gmail.com

Abstrak

Polusi emisi semakin meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini terjadi karena banyak faktor, salah satunya adalah emisi gas yang berasal dari pabrik. Penelitian ini membahas tentang pengolahan emisi gas industri besi dan baja dengan tujuan untuk menurunkan dan mengontrol kadar partikulat, SO₂, NO₂, dan opasitas agar tidak mencemari lingkungan saat dilepaskan ke udara bebas. Proses pengendalian partikulat emisi terdiri dari berbagai cara, beberapa yang sering digunakan dalam industri adalah unit *wet scrubber* dan *bag filter*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka alat pengendali emisi dan analisa *input* dan *output* pengolahan alat pengendali emisi. Operasional alat pengendali emisi berjalan selama 6 hari kerja, dengan efisiensi alat pengendali *bag filter* sebesar 75 % dengan kecepatan alir gas sebesar 10 m/s, dan alat pengendali *wet scrubber* dengan efisiensi sebesar 67% serta kecepatan alir sebesar 8,92 m/s. Penelitian ini diatur dalam skala industri, dengan jumlah alat *wet scrubber* sebanyak 2 unit dan *bag filter* 1 unit. Emisi yang sudah memenuhi baku mutu dapat dilepaskan ke udara bebas melalui cerobong atau *chimney*.

Kata kunci: *emisi, wet scrubber, bag filter, efisiensi alat pengendali emisi*

Abstract

Emission pollution is increasing from time to time. This happens because of many factors, for instance, gas emissions from factory operations. This study discusses the processing of gas emissions from iron and steel industry with the purpose of reducing and controlling the levels of particulate matter, SO₂, NO₂, and opacity so the air outlet will not pollute the environment when released into the open air. The process of controlling particulate emissions consists of various methods, some of which are often used in industry are wet scrubbers and bag filters. The method used in this research is a literature study of emission control devices and an analysis of input and output processing of emission control devices. The emission control device operates for 6 working days, with a bag filter control efficiency of 75% with a gas flow rate of 10 m/s, and a wet scrubber control device with an efficiency of 67% and a gas flow rate of 8.92 m/s. This research was set on an industrial scale, with 2 units of wet scrubbers and 1 unit of bag filter. Emissions that meet quality standards can be released into the air through the chimneys.

Keywords: *emission, wet scrubber, bag filter, efficiency of emission control device.*

1. PENDAHULUAN

Polusi udara membunuh 3,7 juta orang setiap tahun, menurut *World Health Organization* (WHO). Emisi terus meningkat secara global dari waktu ke waktu sehingga semakin lama akan mencemari udara. Udara adalah campuran dari beberapa kandungan gas yang berbeda dan merupakan kebutuhan hidup di bumi. Namun, beberapa memiliki dampak negatif bagi manusia dan makhluk hidup lainnya (Rahmawati dkk., 2020). Hal ini terjadi karena peningkatan emisi yang diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya karena meningkatnya penggunaan energi dari bahan organik (fosil),

penggunaan pendingin ruangan, efek gas rumah kaca, pembukaan lahan dengan cara penebangan hutan secara liar, kebakaran hutan, serta peningkatan aktivitas disebabkan oleh manusia (Qayssar, 2022).

Menanggapi isu emisi karbon yang semakin meningkat, negara-negara di dunia semakin gencar menyerukan gerakan untuk mengurangi emisi karbon, hal ini dilakukan sejak dilangsungkannya *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), pertemuan ini bertujuan sebagai media berendiskusi mengenai peraturan lingkungan untuk mengurangi emisi karbon. Pertemuan tersebut menghasilkan sebuah regulasi yang disebut Protokol Kyoto. Regulasi ini mencakup upaya global untuk menurunkan emisi gas hingga antara 0,02 dan 0,28 derajat Celcius pada tahun 2050. Protokol Kyoto sendiri telah diberlakukan di Indonesia melalui UU No. 17 tahun 2004 dan pada tahun 2011 pemerintah mengeluarkan Keputusan Presiden No. 61 dan No. 71 Tahun 2011 yang intinya mencakup inisiatif pemerintah untuk mengurangi emisi karbon. Peraturan ini semakin menunjukkan bahwa Indonesia juga terlibat dalam upaya pengurangan emisi karbon global (Nayan, 2021).

Industri adalah salah satu kontributor utama pemanasan global dan sumber emisi yang signifikan. Dengan semakin banyaknya produk baru yang diproduksi setiap harinya, industri menghasilkan berbagai jenis limbah yang mempengaruhi lingkungan alam. Pesatnya pertumbuhan industri sejalan dengan peningkatan emisi karbon yang dihasilkan dari operasi perusahaan. Karena fenomena tersebut, industri yang melalui aktivitasnya merupakan salah satu penyumbang pencemaran udara terbesar, juga harus bertanggung jawab dalam mengurangi kerusakan alam untuk melindungi lingkungan dan sebagai upaya dalam membantu pemerintah untuk mengurangi emisi karbon. Pencegahan harus diprioritaskan dalam pelestarian lingkungan karena lebih hemat biaya dan dapat meminimalisir emisi yang dihasilkan. Pegiat Industri harus berupaya menggunakan sumber daya seefisien dan seefektif mungkin serta mengurangi pencemaran udara agar daur hidup usaha juga dapat berlangsung lebih lama tanpa mencemari lingkungan dan kawasan sekitar industri. (Panigrahy, 2021).

Upaya dalam menangani polusi emisi yang dihasilkan melebihi baku mutu yang telah ditentukan, digunakan berbagai macam teknologi untuk mengolah emisi tersebut. Beberapa diantaranya yang umum digunakan adalah teknologi *Bag Filter* dan *Wet Scrubber*. Berdasarkan Huboyo (2007) dan *Environmental Protection Agency* efisiensi penyisihan partikel polutan dari *Bag Filter* dan *Wet Scrubber* berturut-turut sebesar 99,9% dan 90%. Hal ini menjadikan *Bag Filter* dan *Wet Scrubber* sebagai unit yang sering digunakan dalam menyisihkan polutan emisi dalam berbagai industri, hingga saat ini, kedua unit ini masih banyak ditemui diberbagai bidang industri.

2. METODE

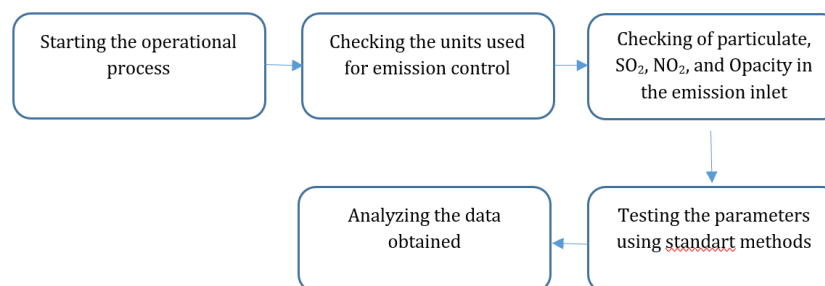
Sumber emisi yang digunakan berasal dari industri besi dan baja. Kemudian alat pengendali emisi yang digunakan berupa *wet scrubber* dan *bag filter*. Untuk mengetahui kandungan yang terdapat

dalam emisi, dilakukan tes dengan berbagai metode standar yang sudah ditetapkan, metode standar untuk mengetes parameter dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 1. Metode Standar untuk Analisa Sampel

Parameter	Metode
Partikulat	SNI 7119.3:2017
SO ₂	SNI 7119.7:2017
NO ₂	SNI 19-7119.8-2005
Opasitas	SNI 19-7117.11-2005

Sebelum dilakukan penelitian, unit pengolahan harus dioperasikan terlebih dahulu. Kemudian dilakukan pengecekan pada tiap-tiap unit yang akan dianalisa apakah sudah layak dan siap untuk dianalisa. Selain melakukan pemeriksaan pada unit, penting juga untuk melakukan pengecekan parameter partikulat, SO₂, NO₂ dan opasitas pada inlet unit sebelum penelitian. Untuk memperoleh data yang diinginkan, pengujian dilakukan selama 18 hari, hari pertama setelah unit dioperasikan, dilakukan pengecekan unit dan pengecekan tiap-tiap parameter. Skema penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

a. Pemeriksaan unit pengendali emisi

Unit diperiksa spesifikasi dan kelayakan pakainya. Berdasarkan hasil pemeriksaan, diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 2. Spesifikasi *Bag Filter*

Keterangan	Nilai
Tekanan boiler	55.000 kg/jam
Kapasitas boiler	81,5 kg/cm ²
Temperatur Boiler	320°C
Temperatur Bag Filter	45°C
Sifat emisi	Asam
Kecepatan Alir	10 m/s

Tabel 3. Spesifikasi *Wet Scrubber*

Keterangan	Nilai
Temperatur scrubber	250°C
Kapasitas Scrubber	7.135 m ³ /jam
Sifat Emisi	Asam
Kecepatan Alir	8,92 m ³ /jam

b. Pemeriksaan parameter emisi

Setelah semua alat uji dan unit telah siap, maka selanjutnya dilakukan pengetesan terhadap inlet dan outlet emisi, untuk setiap parameter uji menggunakan metode standar yang berbeda-beda. Parameter Partikulat digunakan metode standar SNI 7119.3:2017, SO₂ digunakan metode SNI 7119.7:2017, NO₂ digunakan metode SNI 19-7119.8-2005, dan opasitas digunakan metode SNI 19-7117.11-2005. Tiap parameter diuji dengan masing-masing metode selama total 18 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji yang telah didapat setelah 18 hari penelitian dilaksanakan, dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4. Tabel Hasil Uji Parameter

No	Parameter	Baku Mutu*	Hasil Analisa	Satuan
1	SO ₂	150	< 10.53	µ/m ³
2	NO ₂	200	28.6	µ/m ³
3	Partikulat	230 ^a	16.6	µ/m ³
4	Opasitas	20	17	%

Keterangan:

*= PPRI No. 22/2021 Lampiran VII

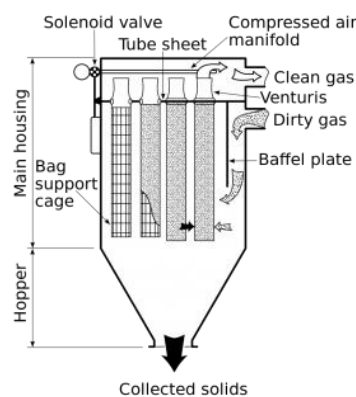
a= PPRI no. 22/2021 Lampiran VII jika sampling selama 24 jam

Batubara adalah bahan bakar fosil yang terdiri dari endapan organik. Batubara merupakan sumber energi yang umum digunakan selain minyak. Nilai kalor batubara bervariasi tergantung pada kadar abu, kadar air, dan jenis batubara. Batubara yang digunakan Industri sebagai bahan bakar cenderung memiliki nilai kalor yang cukup tinggi. Akibat proses pembakaran batu bara sebagai bahan bakar dalam kegiatan industri, timbul emisi dari kegiatan tersebut. Kandungan zat dalam emisi industri bermacam-macam, diantaranya adalah Sulfurdioksida (SO₂), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), O₃, TSP, Timbal, Hidrogen Sulfida (H₂S), Ammonia (NH₃), dan kebisingan (Syarif dkk., 2020). Sebelum dibuang melalui cerobong ke alam, parameter tersebut terlebih dahulu harus diolah oleh industri agar memenuhi baku mutu parameter yang telah ditetapkan dalam regulasi (Wahyu dkk., 2019). Baku Mutu Emisi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2007 Lampiran IV bagi Ketel Uap yang menggunakan Bahan Bakar Batubara.

Tabel 5. Acuan baku mutu emisi

No	Parameter	Baku Mutu
1	Partikulat	230 mg/m ³
2	Sulfur Dioksida (SO ₂)	750 mg/m ³
3	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	825 mg/m ³
4	Opasitas	20%

Terdapat berbagai cara dan teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah partikel pencemar yang terkandung. Beberapa diantaranya adalah siklon, *bag filter*, *wet scrubber*, dan masih banyak lagi. *Bag filter* atau sistem pengumpul debu adalah komponen yang tersusun atas saluran, bag filter, dan kipas. Kipas berfungsi untuk menyedot partikel debu yang berasal dari proses produksi. Partikel debu kemudian disaring di dalam bag filter agar udara yang dikeluarkan sudah sesuai dengan baku mutu. Debu dihisap oleh kipas di saluran keluar. Partikel atau debu bergerak dari saluran masuk melalui saluran-filter-kipas. Debu dan partikel memasuki rongga udara kotor di dalam kantong filter, Sebagian besar partikel jatuh ke dalam hopper dan partikel halus yang tersisa disaring dan menempel di dinding luar filter. Kemudian debu yang menempel pada bag dibersihkan dengan sistem pembersih. Udara bersih dari filter masuk ke ruang udara bersih, yang disedot oleh kipas dan dibuang ke udara (Hardiansyah dan Afiuddin, 2021). *Bag filter* yang digunakan memiliki sistem pembersih berupa mesin pembersih *filter*. Sistem pembersihan filter ini menggunakan sistem Pulse Jet. Udara terkompresi terkumpul di *manifold*. Selama pembersihan udara, katup solenoid terbuka untuk memungkinkan udara terkompresi masuk ke filter untuk menghilangkan debu di dinding luar *filter*. (Erlanda dkk., 2019).



Gambar 2. Unit *Bag Filter*

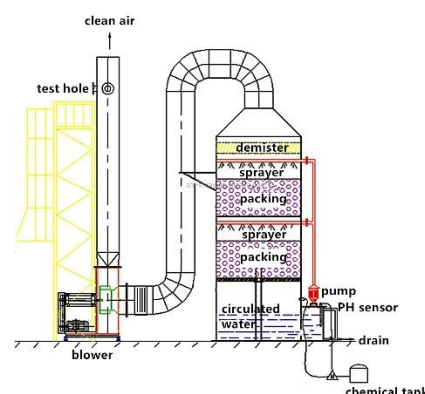
(Sumber: <https://www.dekafilter.com/produk/dust-collector/bag-filter/>)

Wet Scrubber merupakan unit penanganan emisi gas dan debu yang lebih ditujukan untuk memisahkan *liquid* yang terkandung dari gas pembawanya. Prinsip penyisihan dengan *wet scrubber* dilakukan melalui 4 mekanisme (Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, 2018), yaitu:

- Impingement yaitu proses memperbesar ukuran partikulat dengan membubuhkan spray air pada jalur edar partikulat.
- Difusi yaitu proses penghilangan deposisi basah dengan menciptakan difusi akibat gradient konsentrasi antara spray air dan partikulat.
- Proses kondensasi butir spray air pada permukaan partikulat.
- Penambahan tingkat kelembaban dan gaya electrostatic antar partikel.

Wet scrubber adalah salah satu perangkat utama pengendali emisi, terutama dengan sifat gas yang tergolong asam. *Wet scrubber* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan berbagai perangkat yang menggunakan cairan untuk menghilangkan kontaminan (Supriyadi dkk., 2021). Dalam *wet scrubber*, aliran udara yang mengandung polutan terkena cairan penggosok melalui semprotan, aliran, atau metode kontak lainnya. Beberapa keunggulan *wet scrubber* dibandingkan alat-alat pengendali emisi yang lain adalah :

- *Wet scrubber* tahan terhadap suhu dan kelembapan tinggi.
- Ukuran kecil, sehingga tidak perlu lahan yang luas.
- *Wet scrubber* dapat menghilangkan polutan berupa gas ataupun padat.
- *Wet scrubber* dapat digunakan untuk mengolah gas yang bersifat asam.



Gambar 3. Unit *Wet Scrubber*

(Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/304-316-stainless-steel-SS-gas_60465449872.html)

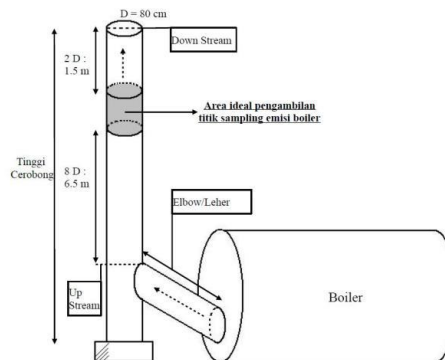
Chimney atau cerobong asap adalah struktur kerucut tinggi yang terdiri dari kaca depan (struktur tabung beton kaku) dan cerobong dalam (struktur pipa baja fleksibel) yang digunakan untuk mengalirkan hasil pembakaran dari boiler pembakaran, emisi batubara sebagai gas dan partikel halus seperti abu dan uap HCL dari perendaman asam. Lubang pengambilan sampel harus dibuat di lokasi yang kecepatan aliran gas buangnya laminar, tanpa turbulensi seperti ini yang diperlukan untuk pengukuran partikel, dan biasanya di lokasi yang tidak dekat dengan gangguan aliran seperti belokan, penciutan, atau pemuatan tumpukan. Menurut Kep. Kepala Bapedal No. 205 Tahun 1996, lokasi lubang pengambilan contoh emisi gas buang dari sumber statis dilakukan pada tempat yang paling sedikit 8 (delapan) kali diameter hilir (hulu) diukur dari aliran belokan, muai atau reduksi pada cerobong asap dan 2 (dua) kali diameter hulu (hilir). Cerobong pada industri besi dan baja memiliki tinggi 31 m dan

diameter 91,44 cm, pada cerobong akan dilengkapi dengan rantai kerja dan lubang sampling. Perhitungan rinci rantai kerja dijelaskan seperti berikut. Cerobong direncanakan dengan tinggi 3100 cm didapatkan dari diameter ekivalen 91,44 cm, perhitungan tinggi rantai kerja yaitu $8De$ dimana :

$$8De = 8 \times 91,44 = 731,52 \text{ cm}$$

Dan dari cerobong paling atas $2De$

$$2De = 2 \times 91,44 = 182,88 \text{ cm}$$



Gambar 4. Cerobong Asap (*Chimney*)

(Sumber: <https://abdulwahid79.wordpress.com/2016/09/08/cara-membuat-titik-sampling-cerobong/>)

Hasil pengukuran kualitas udara didapatkan untuk SO_2 sebesar $<10,53 \mu/m^3$, NO_2 sebesar $28,6 \mu/m^3$, partikulat sebesar $16,6 \mu/m^3$, dan opasitas sebesar 17%. Semua parameter yang diuji berada di bawah baku mutu parameter sesuai dengan regulasi yang digunakan. Regulasi yang digunakan sebagai acuan adalah Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 tahun 2021. Selain itu, didapatkan juga data efisiensi unit sebesar 75% untuk bag filter dan 67% untuk wet scrubber. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat dilihat bahwa dalam menyisihkan partikel pencemar akibat emisi pembakaran batu bara pada tungku pembakaran, bag filter memiliki efisiensi lebih tinggi. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Huboyo (2007), efisiensi unit berbeda jauh, hal ini dapat dikarenakan oleh berbagai faktor. Mulai dari jenis filter, bahan filter yang digunakan, umur unit, dan berbagai faktor lainnya.

4. KESIMPULAN

Hasil pengukuran kualitas udara tidak terdektesi parameter uji yang melebihi baku mutu, dengan kata lain tidak tercemar karena kadar parameter SO_2 , CO_2 , partikulat, dan opasitas sudah berada di bawah standar baku mutu yang telah tertera dalam PP No. 22 tahun 2021. Selain itu efisiensi alat berturut-turut sebesar 75% untuk bag filter dan 67% untuk scrubber dapat menurunkan parameter pencemar dengan cukup baik, sehingga alat dapat digunakan untuk mengolah emisi industri besi dan baja agar emisi yang dihasilkan dapat dilepas ke alam tanpa mencemari alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Syarief, Yudistira Bayu Setiambodo, Muhammad Nizar Ramadhan, dan A'yan Sabitah. 2020. Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran Untuk Mengoptimalkan Proses Pembakaran Boiler PT. PLN(Persero) Sektor Pembangkitan Asam Asam Unit 3 & Unit 4. Politeknik UNISMA: Malang.
- Bibhuti Ranjan Panigrahy, dan S.C. Pradhan. 2021. Carbon Dioxide Evolution from Solid in Municipal Solid Waste Dumping Sites of Balasore District, India. EM Journal International.
- Environmental Protection Agency. Wet Scrubbers for Particulate Matter Fact Sheet. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-11/documents/cs6ch2.pdf>. diakses pada 14 Februari 2023.
- Erlanda A.P., Galih T., Ismail. 2019. Perancangan Instalasi Sistem Pengendalian Emisi Debu pada Area Pengemasan Bubuk Zat Adiktif. Jakarta: Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Fauziyah Rahmawati, Budi Prasetyo Samadikun, Mochtar Hadiwidodo. 2020. Evaluasi Kinerja Alat Pengendali Partikulat Cyclone dan Wet Scrubber Unit Paper Mill 7/8 PT. Pura Nusapersada Kudus. Jurnal Presipitasi.
- Modul 11 – Pengendalian Emisi Partikulat dan Gas dari Fasilitas WtE Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah
- Nasir Nayan, Mohamadisa Hashim, Yazid Saleh, Hanifah Mahat, Zahid Mat Said, Madeline Henry Luyan, Tibu Anak Nguga, Nurul Khotimah, Dewi Liesnoor S., dan Erni Suharni. 2021. Investigating the Pollution of Carbon Monoxide in Schools Near to Main Roads in Malaysia. EM International Journal. 2018.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2007 Lampiran IV bagi Ketel Uap.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Qayssar Mahmood A., Helmi Zuhaidi M. S., Aimrun W., dan Mohammad Firuz Ramli. 2022. Common Analysis Methods for Gaseous and Solid Contaminants Emitted from Different Pollution Sources: A Review Paper. EM International Journal.
- Rizal Hardiansyah Ahmad Erlan Afiuddin . 2021. Perancangan Bag Filter pada Ruang Packing Industri Tepung Terigu. EM International Journal
- Slamet Supriyadi, Althesa Androva, Punky Ari Dwi Prasetyo. 2021. Rancang Bangun Filter Wet Scrubber Untuk Penurunan Temperatur Dan Pengurangan Kandungan Tar Terhadap Hasil Syngas Proses Gasifikasi. Conference Proceeding on Waste Treatment Technology ISSN No. 2623-1727
- SNI 7119.3:2017 , Tentang udara ambien.
- SNI 7119.7:2017 , Tentang udara ambien..
- SNI 19-7119.8-2005, tentang Cara Uji Kadar Oksigen dengan Metode Neutral Buffer Kalium Iodide (NBKI) menggunakan Spektrofotometer.
- SNI 19-7117.11-2005 tentang Cara Uji Opasitas menggunakan Skala Ringelmann untuk Asap Hitam.
- Wahyu Dwi S., Hardiansyah, Muhammad Ivanto. 2019. Analisis Perhitungan Efisiensi Boiler Kapasitas 55 Ton/Jam di PT PT. PJB (Pembangkit Jawa Bali) PLTU Ketapang 2X10 MW. Pontianak: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin
- Yusup Setiawan, Aep Surahman, Zubaidi Kailani. 2012. Pencemaran Emisi Boiler Menggunakan Batubara Pada Industri Tekstil Serta Kontribusinya Terhadap Gas Rumah Kaca (GRK). Bandung: Jurnal Ilmiah Arena Tekstil Volume 27 No.2 – Desember 2012 : 55-101.