

Rancang Bangun Cerobong dengan Sistem *Air Pollution Control* pada Incinerator PLTSa di Universitas Singaperbangsa Karawang

Muchammad Iqbal Riza Firmansyah*, Marno, Jojo Sumarjo

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS.Ronggo Waluyo, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361

*E-mail: iqbaleriza98@gmail.com

Diterima:03-07-2021; Direvisi: 19-11-2021; Dipublikasi: 30-12-2021

Abstrak

Sampah merupakan salah satu permasalahan perkotaan yang menjadi masalah sosial, ekonomi, dan budaya. Dan hampir di semua kota di Indonesia mengalami kendala dalam mengelola sampah. Sama halnya seperti yang terjadi di wilayah Karawang, Jawa barat. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan perancangan PLTSa sebagai solusi pemanfaatan sampah. Salah satu bagian dari Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) adalah cerobong. Yang menjadi permasalahan dari pembakaran sampah adalah asap, bau, dan panas yang dihasilkan. Pada penelitian ini penulis membuat mesin cerobong incinerator PLTSa dengan sistem air pollution control untuk mengurangi emisi gas buang hasil pembakaran sampah di incinerator. Dari hasil pengujian cerobong incinerator PLTSa dengan sistem air pollution control suhu output terbesar 35,6°C, untuk uji emisi gas buang kandungan CO pada cerobong sebelum di filter 0,64% dan kadar HC 82 ppm dan setelah menggunakan filter menjadi 0,46% dan kadar HC sebesar 68 ppm. Selanjutnya terjadi juga perubahan pada kandungan CO₂, tidak menggunakan filter sebesar 9,7% dan kadar O₂ sebesar 10,97%. Ketika menggunakan filter, kandungan CO₂ menurun menjadi 6,3% dan kandungan O₂ meningkat menjadi 14,11%.

Kata kunci: cerobong incinerator PLTSa; sampah; uji emisi gas buang

Abstract

Garbage is one of the urban problems that becomes a social, economic, and cultural problem. And almost all cities in Indonesia experience problems in managing waste. The same is the case in the Karawang area, West Java. For this reason, in this study, a PLTSa design will be carried out as a solution for waste utilization. One part of the Waste Power Plant (PLTSa) is the chimney. The problem with burning waste is the smoke, smell, and heat it produces. In this study, the author made a PLTSa incinerator chimney machine with an air pollution control system to reduce exhaust emissions from burning waste in the incinerator. From the results of the PLTSa incinerator chimney test with the air pollution control system the largest output temperature is 35.6, for the exhaust emission test the CO content in the chimney before being filtered was 0.64% and HC content was 82 ppm and after using the filter it became 0.46% HC content of 68 ppm. Furthermore, there was also a change in CO₂ content, not using a filter of 9.7% and O₂ content of 10.97%. When using the filter, the CO₂ content decreases to 6.3% and the O₂ content increases to 14.11%..

Keywords: PLTSa incinerator chimney; waste; exhaust emission test

1. Pendahuluan

Sampah merupakan salah satu permasalahan perkotaan yang menjadi masalah sosial, ekonomi, dan budaya. Dan hampir di semua kota di Indonesia mengalami kendala dalam mengelola sampah [1]. Sama halnya seperti yang terjadi di wilayah Karawang, Jawa barat. Produksi sampah di wilayah Karawang mencapai 900 ton per hari, hanya sebesar 400 ton yang dapat diangkut ke TPA, namun 500 ton masih tersebar diberbagai daerah di Karawang [2]. Salah satu teknik pengelolaan sampah yaitu dengan membakar sampah atau memanfaatkan sampah sebagai bahan bakar pada unit pembangkit uap dan listrik. Peralatan atau unit pembakar sampah disebut *incinerator*.

Ada dua tipe *incinerator* apabila ditinjau dari segi pemanfaatannya yaitu dimanfaatkan sebagai pemusnah sampah dengan membuang begitu saja panas yang timbul akibat pembakaran atau memanfaatkan panas yang timbul dari pembakaran sampah untuk dikonversikan ke tenaga listrik atau produksi uap [3]. Teknologi pengolahan sampah di Indonesia masih berkembang. Berdasarkan “ Seminar Teknologi Lingkungan” yang diselenggarakan oleh *Steering*

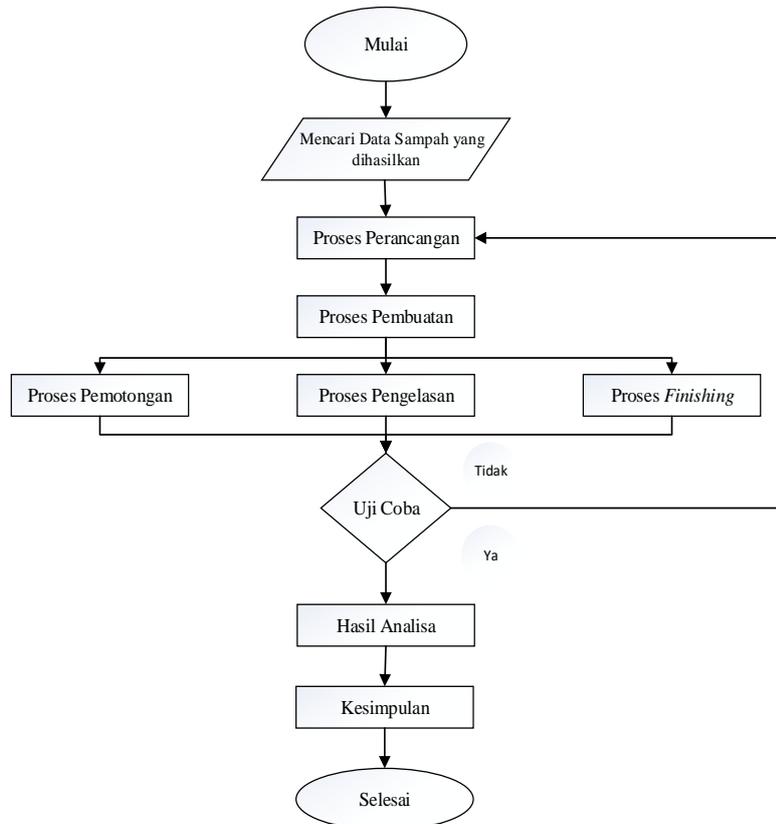
Committee Akselerasi Pertukaran Teknologi Lingkungan, APEC, terdapat 2 macam teknologi yang dapat digunakan dalam pengolahan sampah yaitu teknologi pembakaran (*incinerator*) dan teknologi fermentasi gas metana [3].

Saat ini Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) tipe *incinerator* telah digunakan banyak negara karena dapat memanfaatkan limbah sampah hingga 90% – 95%. Tetapi dalam penerapan teknologi *incinerator* dapat menimbulkan masalah, seperti senyawa kimia berbahaya yang terbentuk selama proses pembakaran sampah, terlebih lagi untuk sampah heterogen. Hasil emisi yang berbahaya ialah senyawa diosin dan furan yang berbahaya bagi kesehatan tubuh manusia. Akan tetapi senyawa ini terbentuk pada pembakaran pada temperatur 400 – 600°C. Apabila proses pembakaran sampah berlangsung sempurna maka tidak menghasilkan senyawa dioksin [4].

Proses pembakaran sampah pada ruang terbuka (perkarangan rumah atau kebun) dapat menyebabkan pembakaran tidak terkontrol dan gangguan lingkungan sekitar. Kegiatan Salah satu solusi dalam penanganan sampah adalah dengan proses pembakaran menggunakan alat atau instalasi pembakar sampah (*incinerator*). Penggunaan alat pembakar sampah selain dapat mengurangi dampak negatif proses pembakaran (asap, bau, radiasi panas), juga sebagai upaya pemanfaatan energi panas hasil pembakaran sampah [5]. Maka dari itu perlu adanya upaya penanganan untuk mengolah asap, meminimalisir hasil sisa pembakaran pada sistem *incinerator* agar aman untuk lingkungan. Tujuan yang ingin dicapai dalam perancangan ini adalah untuk meminimalisir asap hasil pembakaran *incinerator* dengan sistem *Air Pollution Control*.

2. Material dan metodologi

Metodologi yang digunakan dalam perancangan ini adalah studi literatur dan data lapangan kemudian membuat rancangan mesin. Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

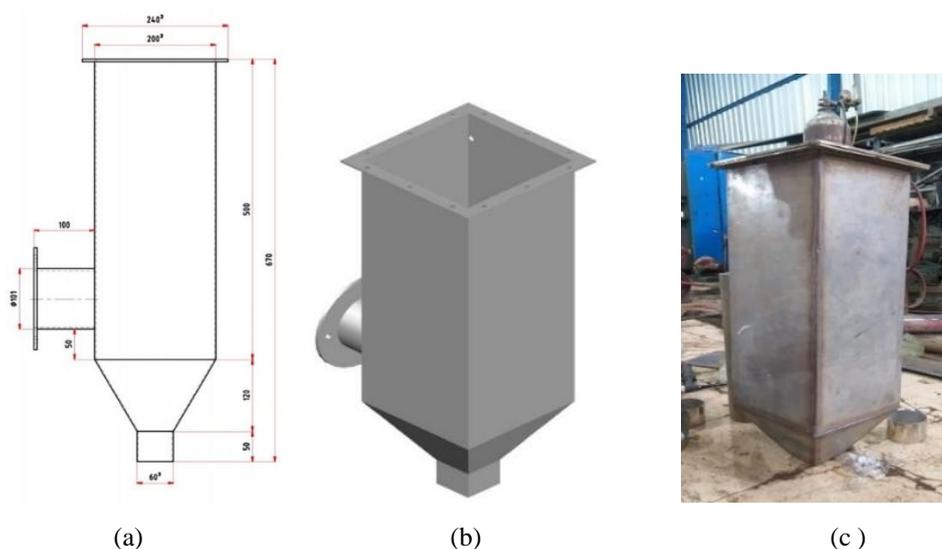
Pada diagram alir penelitian dapat dijelaskan perihal langkah – langkah yang akan dilaksanakan. Pertama mencari sampah yang berada di lingkungan kampus, setelah mengetahui data sampah dilakukan perancangan alat. Ketika perancangan alat sudah dilakukan maka dilakukan proses pembuatan alat. Yang selanjutnya ketika alat sudah dibuat maka dilakukan uji coba. Dari hasil uji coba ,apakah rancang bangun alat cerobong *air pollution control* ini berhasil atau tidak, jika tidak dilakukan evaluasi pada perancangan alat tersebut. Jika alat berhasil maka bisa dilanjutkan penelitian lebih rinci. Material cerobong *incinerator* tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Material cerobong *incinerator*

No.	Material
1.	Plat SUS304 2 mm
2.	Plat MS (SS400) 2 mm
3.	Pipa MS (SS400) 4"
4.	Besi Siku 3x3x3
5.	Pipa SUS <i>Ornamen</i> 3"
6.	Elbow SUS <i>Ornamen</i> 3"
7.	Pompa <i>Sprayer</i>
8.	<i>Clamp</i> Selang ½"
9.	Mur dan Baut
10.	Selang <i>Pneumatik</i>
11.	<i>Blower</i>
12.	<i>Nozzle</i>

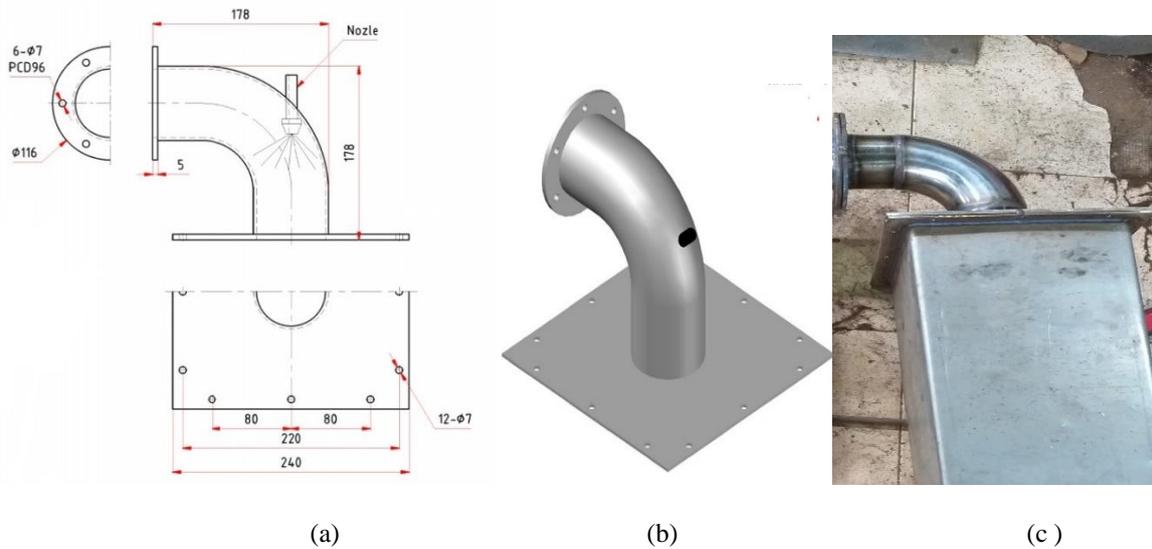
3. Hasil dan pembahasan

Gambar 2 merupakan hasil perancangan dari kotak *quencher* menggunakan aplikasi autocad 2016. Pembuatan kotak *quencher* bahan yang dibutuhkan adalah material *stainless steel* SUS304 dengan total ukuran panjang kotak 670 mm dan total ukuran lebar kotak 200 mm, dan tebal plat 2 mm. kemudian di las menggunakan las argon. Penggunaan material *stainless steel* pada kotak *quencher* karena bagian ini yang paling sering terkena dengan air. Meminimalisir proses terjadinya korosi pada bagian ini.



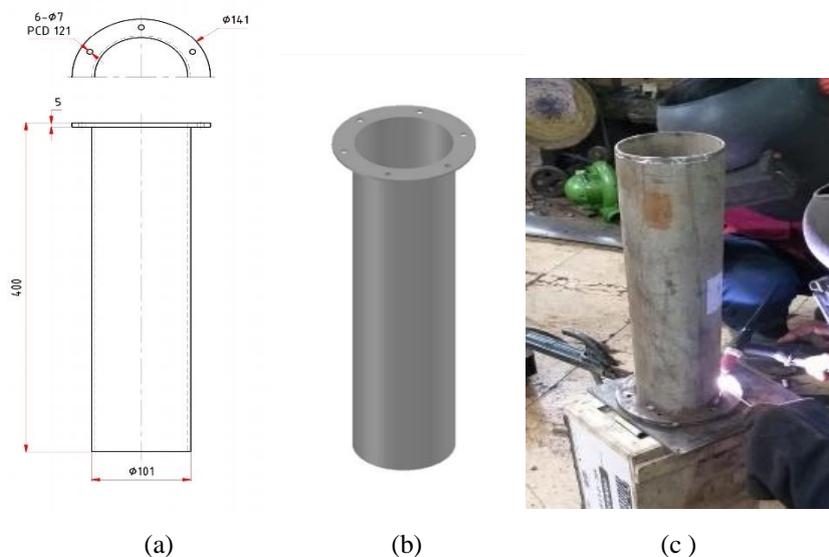
Gambar 2. Kotak *Quencher* (a) 2D Software Autocad, (b) Desain 3D Software Autocad dan (c) Hasil rancang bangun

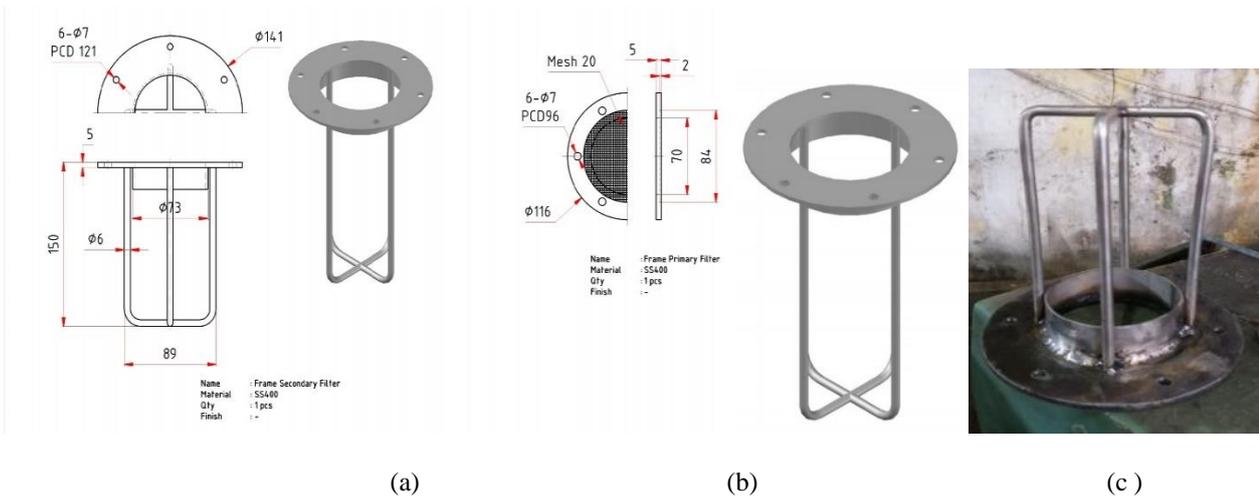
Gambar 3 Pembuatan tutup kotak *quencher* bahan yang dibutuhkan masih sama, yaitu material *stainless steel* SUS304 dengan total ukuran panjang kotak 240 mm dan total ukuran lebar kotak 240 mm, dan tebal plat 2 mm. kemudian di las menggunakan las argon. Pada pembuatan tutup kotak *quencher* ini sekaligus dilakukan penyambungan *elbow* sebagai jalur asap yang langsung di las menggunakan las argon. Bahan material yang digunakan pada *elbow* adalah *stainlees steel* SUS Ornamen, dengan ukuran 3 inch.



Gambar 3. Tutup Kotak Quencher dan Elbow (a) 2D *Software Autocad*, (b) Desain 3D *Software Autocad* dan (c) Hasil rancang bangun

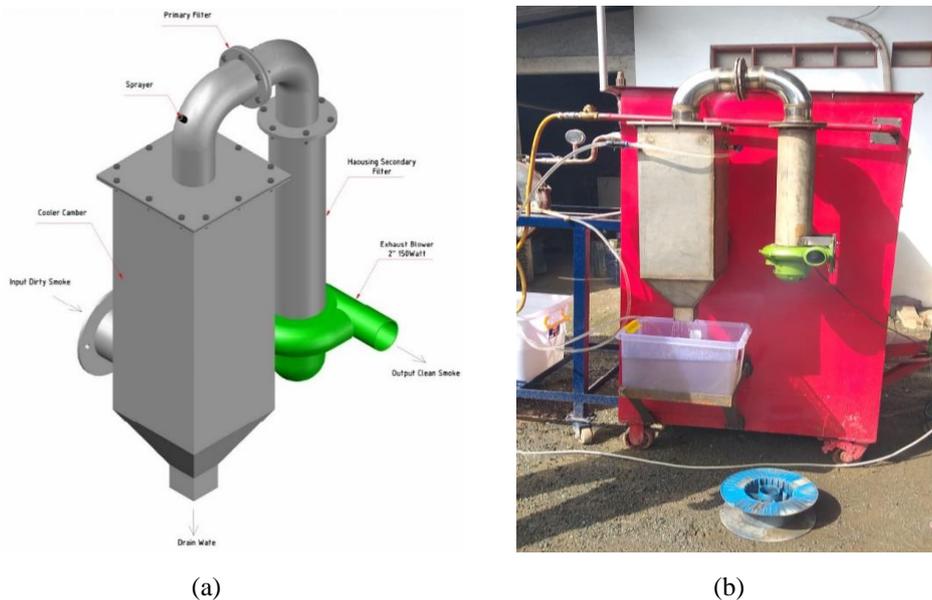
Gambar 4 pembuatan *bag filter* bahan yang dibutuhkan adalah. Pipa besi dengan diameter 3 inch dan total panjangnya 400 mm. dan disambung juga dengan *flange* menggunakan las argon sebagai pengikatnya. Serta didalam *bag filter* ini terdapat frame yang berguna sebagai tempat mengaitkan debu hasil pembakaran agar tidak ikut terbang ke udara bebas. Material pada *frame bag filter* menggunakan plat MS SS400 dengan total panjang 150 mm dan lebar 89 mm.





Gambar 4. Bag Filter (a) 2D Software Autocad, (b) Desain 3D Software Autocad dan (c) Hasil rancang bangun

Gambar 5 merupakan kondisi ketika cerobong *incinerator* dengan sistem *air pollution control* sedang di nyalakan, asap yang berada di dalam kotak pembakaran *incinerator* akan masuk ke dalam kotak *quencher* untuk dilakukan proses *filtrasi* dengan cara dilakukan *spray* menggunakan air bertekanan, ada pada gambar 7. Air dari hasil *filtrasi* akan turun ke dalam bak penampungan. Selanjutnya sisa asap akan naik melalui *elbow* yang sudah terpasang *filter* karbon dan selanjutnya masuk lagi ke proses terakhir, yaitu *bag filter* untuk menangkap sisa-sisa debu hasil pembakaran. Pada gambar 8, selanjutnya asap yang sudah difiltrasi akan dihisap dan dikeluarkan oleh blower ke udara bebas.



Gambar 5. Cerobong *incinerator* (a) Desain 3D Software Autocad dan (b) Hasil rancang bangun



Gambar 6. Air hasil *filtrasi*



Gambar 7. Asap output

Setelah dilakukan rancang bangun cerobong incinerator dengan sistem *air pollution control*, maka dilakukan pengujian emisi gas buang dengan alat gas analyzer maka didapatkan hasil sebelum dan sesudah filtrasi. Lebih jelas dapat dilihat hasil pengujian pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Emisi Cerobong *Incinerator*

Keadaan	Parameter CO (%)	Parameter HC (ppm)
Sebelum di <i>Filtrasi</i>	0,64	82
Sesudah di <i>Filtrasi</i>	0,46	68
Keadaan	Parameter CO ₂ (%)	Parameter O ₂ (%)
Sebelum di <i>Filtrasi</i>	9,7	10,97
Sesudah di <i>Filtrasi</i>	6,3	14,11

Setelah dilakukan pengujian emisi pada cerobong incinerator dengan pembakaran selama 15 menit dan sampah kayu sebanyak 5 Kg, terjadi perubahan pada hasil gas buang ketika cerobong menggunakan *filter* dan tidak menggunakan *filter*. Pada saat sebelum di filter kadar CO pada cerobong sebesar 0,64% dan kadar HC sebesar 82 ppm. Dan sesudah menggunakan *filter*, kandungan CO pada cerobong menjadi 0,46% dan kadar HC menjadi 68 ppm. Untuk hasil selanjutnya terjadi juga perubahan pada kandungan CO₂, tidak menggunakan filter sebesar 9,7% dan kadar O₂ sebesar 10,97%. Ketika menggunakan filter, kandungan CO₂ menurun menjadi 6,3% dan kandungan O₂ meningkat menjadi 14,11%

4. Kesimpulan

Dengan dilakukannya penelitian ini, yaitu rancang bangun cerobong incinerator dengan sistem *air pollution control* ini, dapat dilihat bahwa perubahan warna pada bak air penampungan menjadi hitam pertama terjadi dimenit ke 45. Hasil pengujian yang dilakukan dengan cara percobaan dan pengujian menggunakan automotive emission analyzer dengan awal gas buang yang didapatkan untuk konsentrasi senyawa karbon monoksida (CO), karbondioksida (CO₂), oksigen (O₂), hidrokarbon (HC). Didapat hasil CO sebelum difiltrasi sebesar 0,64% dan kadar HC sebesar 82 ppm. Sesudah menggunakan filter, kandungan CO pada cerobong menjadi 0,46% dan kadar HC menjadi 68 ppm. Untuk hasil selanjutnya terjadi juga

perubahan pada kandungan CO₂, tidak menggunakan filter sebesar 9,7% dan kadar O₂ sebesar 10,97%. Ketika menggunakan filter, kandungan CO₂ menurun menjadi 6,3% dan kandungan O₂ meningkat menjadi 14,11%.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. (2018). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018 (Pengelolaan Sampah di Indonesia). Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [2] Damanhuri, E., & Padami, T. (2010). Pengelolaan Sampah (Diktat Kuliah TL-3104). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [3] T. B. P. Pengelolaan Dan Pemanfaatan Sampah Menggunakan Teknologi Incinerator. Jurnal Teknologi Lingkungan. 2002; 3 (17): p. 17-23.
- [4] Safrizal. Distributed Generation Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kota (PLTSa) Type Incinerator Solusi Listrik Alternatif Kota Medan. Jurnal Sains Dan Teknologi. 2014: p. 121-128.
- [5] B. Martana, S. Sulasminingsih and M. A. Lukmana. Perencanaan dan Uji Performa Alat Pembakar Sampah Organik. 2017; 13: p. 65-71.
- [6] R. Hartono. Penanganan dan Pengolahan Sampah. Bogor: Penebar Swadaya; 2008.
- [7] M. Rusdi. <http://rusdhyrsc17.blogspot.com/2012/11/cerobong-asap.html>. 2012 [Diakses pada tanggal 19 Maret 2021].
- [8] R. Alfian. Stainless Steel - Baja tahan karat. <https://radenalfian.wordpress.com/2014/01/02/stainless-steel-baja-tahan-karat/>. 2014 [Diakses pada tanggal 19 Maret 2021].
- [9] Nazaroff, Cohen, A., Mihelcic, & Zimmerman. Cyclone Separators and their Design. In Gaseous Emission-Control Technologies (Air-Quality Technology). p. 445-44.
- [10] Quina, M. J., Bordado, J. C., Quinta-Ferreira, R. M. Air Pollution Control in Municipal Solid Waste Incinerators. The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources: p. 332- 258.
- [11] Tchobanoglous, G., & Kreith, F. Handbook of Solid Waste Management; Second Edition. USA: Mc-GrawHill Companies: 2002.
- [12] W. d. S. W. Prasetyadi. Teknologi Penanganan Emisi Gas Dari Insinerator Sampah Kota. 2018; 11 (88): p. 85-93.
- [13] T. A. Nusalim, E. A. Handoyo. Perancangan Ketel Uap untuk PT. Hongxing Algae International. Teknik Mesin. 6: p. 1-7.
- [14] R. Hartono. Penanganan dan Pengolahan Sampah. Bogor: Penebar Swadaya, 2008.
- [15] D. Logger. Gas Analyzer, Pengertian Dan Fungsi. <https://infodatalogger.wordpress.com/2018/02/06/gas-analyzer-pengertian-dan-fungsi/>. 2018 [Diakses pada tanggal 17 April 2021].