

## **Analisis Laju Aliran Udara dan Laju Aliran Massa Bahan Bakar Terhadap Beban Pembakaran Sampah pada *Incinerator* Berbahan Bakar Limbah Oli Bekas**

<sup>(1)</sup>Junaidi, <sup>(2)\*</sup>Eddy Kurniawan, <sup>(3)</sup>Abdika Lasmana

<sup>(1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak

<sup>(2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tanjungpura Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak

\*Email: eddy\_kurniawan@teknik.untan.ac.id

Diterima: 08.05.2021, Disetujui: 29.05.2021, Diterbitkan: 30.05.2021

### **ABSTRACT**

*The amount of household waste and B3 waste from used oil always increases with the increase in population and vehicles. This used oil waste is used as an energy source. The purpose of this study was to find the highest temperature resulting from variations in air flow rate and mass flow rate of used oil fuel for burning waste in the incinerator room using a burner furnace by conducting several experiments with variations in air velocity of 10.4 m/s (B1), 13.4 m/s (B2) and 14.3 m/s (B3) and the fuel flow rate is 0.00408 l/s (A1) and 0.00838 l/s (A2) with fuel valve opening 1/2 and 1/4 of this study using experimental methods. The results obtained from the test showed that the highest temperature of the burner furnace was 1021.5<sup>0</sup>C in the A2-B3 variation of the experiment with 45 minutes of time and the lowest temperature was obtained in the A1-B1 variation of the experiment, which was 840.5<sup>0</sup>C at the same time. In the incinerator test, combustion of dry leaf waste weighing 8 kg can burn in 20 minutes with a burner furnace temperature ratio of 712.3<sup>0</sup>C and an incinerator chamber of 443.2<sup>0</sup>C and a combustion rate of 24.24 kg / hour, the yield of combustion residue is 3.06% and incinerator combustion efficiency 96.94% and fuel consumption used is 0.4 liters.*

**Keywords:** Waste, incinerator, burner furnace

### **ABSTRAK**

Jumlah limbah rumah tangga dan limbah B3 dari oli bekas selalu meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kendaraan. Limbah oli bekas ini digunakan sebagai sumber energi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari temperatur tertinggi yang dihasilkan dari variasi laju aliran udara dan laju aliran massa bahan bakar oli bekas untuk pembakaran sampah diruang incinerator menggunakan tungku burner dengan melakukan beberapa percobaan dengan variasi kecepatan udara 10,4 m/s (B1), 13,4 m/s (B2) dan 14,3 m/s (B3) dan laju alir bahan bakar 0,00408 l/s (A1) dan 0,00838 l/s (A2) dengan bukaan katup bahan bakar 1/2 dan 1/4 penelitian ini menggunakan metode eksperimental (percobaan). Hasil yang diperoleh dari pengujian menunjukkan bahwa suhu tertinggi tungku burner adalah 1021,5<sup>0</sup>C pada variasi percobaan A2-B3 dengan waktu 45 menit dan suhu terendah diperoleh pada variasi percobaan A1-B1 yaitu 840,5<sup>0</sup>C pada waktu yang bersamaan. Pada pengujian insinerator, pembakaran sampah daun kering seberat 8 kg dapat terbakar dalam waktu 20 menit dengan perbandingan temperatur tungku burner sebesar 712,3<sup>0</sup>C dan ruang ruang incinerator 443,2<sup>0</sup>C dan laju pembakaran 24,24 kg/jam rendemen sisa pembakaran 3,06% dan efisiensi pembakaran incinerator 96,94% dan konsumsi bahan bakar yang digunakan 0,4 liter.

**Kata Kunci:** Sampah, incinerator, tungku burner

### **I. Pendahuluan**

Sampah merupakan bahan tak terpakai yang dibuang dari hasil kegiatan manusia, maupun dari alam yang sifatnya tidak

mempunyai nilai ekonomi. Istilah limbah seperti sampah rumah tangga dan industri yang berupa sampah organik dan juga sampah anorganik maupun sampah B3 (bahan beracun dan berbahaya). penelitian (Ratman &

Syafrudin, 2007) dengan menganalisa pengolahan limbah B3 menggunakan *incinerator*. Metode pengurangan sampah atau limbah dapat dilakukan dengan cara 3R (*Reuse, Recycle dan Reduce*). Karena dengan cara 3R ialah paling tepat dalam mengatasi pengurangan sampah yang ada di kota maupun suatu wilayah karena dapat mengurangi timbulan sampah sebesar 15- 20% (Nurhayati, 2013) dan penelitian (Lolo, 2014) dengan menganalisis penggunaan *incinerator* di pengelolaan sampah di kota Merauke. Dengan hal tersebut diharuskan ada pengelolaan sampah yang baik dan ramah lingkungan agar sampah yang dikelola tidak merusak lingkungan sekitar. Pada saat proses pembakaran sampah sangat membahayakan bagi kesehatan orang yang berada disekitarnya karena gas hasil pembakaran (Jamaluddin, 2016). Pembakaran di ruang terbuka bisa menyebabkan pembakaran yang tidak terkontrol dan juga bisa mengakibatkan gangguan pada lingkungan sekitar adapun faktor yang mempunyai peranan penting dalam insinerasi ialah temperatur dan lama pembakaran sampah (Latief, 2010). Permasalahan tersebut umumnya sering dilakukan oleh kalangan masyarakat karena merasa terganggu dengan sampah yang tertimbun dan juga memakai tempat. Solusi dalam penanganan sampah tersebut berupa pembakaran dengan menggunakan alat atau instalasi alat pembakar sampah mini *incinerator* (Margono & Rahardjo, 2011) melakukan penelitian rancang bangun *incinerator* untuk tungku pembakaran sampah radio aktif.

Penggunaan alat tersebut dapat mengurangi dampak negatif dari proses pembakaran seperti asap, bau, radiasi dan panas juga upaya pemanfaatan energi panas hasil dari pembakaran sampah tersebut. Suhu yang dapat dihasilkan pada pembakaran *incinerator* mencapai 500 - 1000<sup>0</sup>C sehingga sampah menjadi abu. Dari hasil penelitian sebelumnya mengenai *incinerator* ini terdapat dua ruang bakar yaitu ruang bakar tingkat kedua dan ruang bakar utama. Ruang bakar utama suhu mencapai 800<sup>0</sup>C - 1.000<sup>0</sup>C dengan menggunakan *burner* dan *blower*. Sedangkan di ruang bakar tingkat kedua suhu mencapai 1100<sup>0</sup>C. *Incinerator* ini memerlukan energi besar karena *burner* yang dipakai dalam pengoperasiannya selalu dinyalakan (*steady*)

sehingga memakai bahan bakar yang banyak (Kurdi, 2017) juga dari penelitian (sumingkrat dkk. 2014) yang mengelola limbah cair dengan limbah padat abu dari hasil pembakaran *incinerator*.

Dari penelitian yang berjudul “Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Pembakaran Oli Bekas Menggunakan *Automizing Burner* Untuk Peleburan Aluminium” (Supriyanto, 2007) dapat diketahui kecepatan udaranya pengaruhnya ke pembakaran oli bekas juga minyak jelantah pada rasio bahan bakar dan udara. Panas hasil dari pembakaran ini energinya dimanfaatkan untuk meleburkan aluminium. Pembakarannya menggunakan *air automizing burner*, dengan kecepatan variasi udaranya 0, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 m/s dari *blower*. Dengan campuran 70% bahan bakar dan 30 % oli bekas. Pada saat pengujiannya, warna api dan panjang api dilihat lalu diamati secara visual lalu diukur ketika temperatur nyala stabil dan diukur. Energi dari penggunaan oli bekas untuk peleburan aluminium dilihat dari temperatur di tungku peleburan lalu konsumsi dari bahan bakar serta waktu dari aluminium tersebut dapat mencair. Sedangkan dari penelitian lainnya yang berjudul “Pemanfaatan Oli Bekas Dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar Pada *Automizing Burner*” (Raharjo, 2009) dilakukan untuk mengolah oli bekas yaitu dengan cara destilasi lalu memanaskannya ditemperatur 2000<sup>0</sup>C yang bertujuan sebagai penguapan zat cair pada oli. Oli dicampur dengan minyak tanah dan kadarnya ialah 10%, 20%, 30% dan 40% yang digunakan sebagai bahan bakar *automizing burner* dalam tekanan udara 8 m/s. Hasilnya kadar campuran dari minyak tanah yang tinggi dapat menurunkan viskositas dan meningkatkan nilai kalor dari bahan bakar temperatur pembakaran suhu tertingginya yaitu 1386<sup>0</sup>C untuk campuran 30% dan yang terendah 10% akan tetapi campuran 30 % menunjukkan penggunaan bahan bakar yang tinggi. Selain itu penelitian dengan judul “Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Sifat Pembakaran Minyak Jelantah Menggunakan *Vaporizing Burner* untuk Peleburan Aluminium” (Widhiasto, 2010).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui temperatur maksimum, minimum dan waktu pembakaran yang dihasilkan dari

percobaan variasi laju aliran massa udara dan bahan bakar terhadap pembakaran sampah di ruang *incinerator* dan efisiensi dari *incinerator*. Selain itu dari hasil percobaan ini ingin melihat efisiensi dari proses pembakaran pada *incinerator*.

## II. Bahan dan Metode

Pada penelitian kali ini metode yang digunakan ialah metode dengan eksperimen langsung bahan yang digunakan tungku *burner* menggunakan blower listrik dan ruang pembakaran *incinerator* untuk pengambilan data laju aliran massa udara menggunakan alat ukur *anemometer* diletakkan diujung pipa output dari *blower* listrik yang ditunjukkan pada Gambar 1. untuk mencari kecepatan udara terlebih dahulu.



Gambar 1. Pengukuran kecepatan udara

Pada pengukuran kecepatan udara didapat data yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Data pengukuran kecepatan udara

No	Kecepatan udara ( $V_{air}$ )
1	10,4 m/s
2	13,4 m/s
3	14,3 m/s

Maka untuk mencari laju aliran massa udara ialah sebagai berikut :

$$\dot{m} = \rho_{air} \cdot V_{air} \cdot A$$

dengan :

$\dot{m}$  = laju aliran massa dari udara (kg/s)

$\rho_{air}$  = massa jenis dari udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_{air}$  = laju kecepatan udara (m/s)

A = luas penampang yang dilalui ( $\text{m}^2$ )

Untuk mencari laju aliran massa bahan bakar oli bekas terlebih dahulu mencari debit aliran bahan bakar oli bekas menggunakan alat

ukur gelas ukur selanjutnya melakukan perhitungan laju aliran massa dari bahan bakar yaitu sebagai berikut :

$$\dot{m} = \frac{\rho \times Q_{debit}}{1000}$$

dengan :

$\dot{m}$  = laju aliran massa dai udara (kg/s)

$\rho$  = massa jenis dari udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$Q_{debit}$  = debit aliran bahan bakar (l/s)

Adapun data dari hasil pengukuran didapat sebagai berikut :

Tabel 2. Data volume,debit dan laju aliran massa dari bahan bakar

Volume	Bukaan Kran	Debit	Laju Aliran Massa Bahan Bakar ( $\dot{m}$ )
0,245 ml	1/4	0,00408 l/s	$3,54144 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$
0,503 ml	1/2	0,00838 l/s	$7,27384 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$

Dalam proses penelitian kali ini langkah-langkah dalam pengambilan data juga sebagai prosedur awal yaitu pengoperasian alat pada tungku *burner* sebelum melakukan pengujian ke *incinerator*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Pertama-tama sebelum melakukan proses pembakaran pada tungku *burner* adalah mengambil data awal yaitu kecepatan udara (m/s) dan debit bahan bakar (l/s) pada bukaan kran.
2. Pada proses pengambilan data kecepatan udara (m/s) dengan menghidupkan *blower* dan mengatur kecepatannya dengan bukaan katup *inlet*.
3. Mengisi bahan bakar oli bekas pada tanki bahan bakar dan memasang perangkat alat ukur thermometer type K pada *burner* lalu menyiapkan jenis sampah yang akan dibakar.
4. Selanjutnya melakukan pembakaran awal di tungku *burner* selama kurang lebih 5 menit menggunakan kayu bakar dan bensin yang dicampur oli agar nyala apinya stabil.

- Setelah nyala api ditungku stabil, hidupkan *blower* dan buka kran bahan bakar untuk menguji tungku *burner* apakah sudah bisa melakukan pengujian dengan variasi laju aliran massa udara dan laju aliran massa dari bahan bakar dengan data pada tabel sebagai berikut :

6. Tabel 3. Tabel pengambilan data dari beberapa variasi percobaan

Variasi Percobaan	1	2	3
A ( debit bahan bakar )	0,00408 l/s	0,00838 l/s	-
B (kecepatan udara )	10,4 m/s	13,4 m/s	14,3 m/s

Maka dari tabel diatas diperoleh keterangan variasi percobaan sebagai berikut:

A1-B1 : Variasi percobaan dengan debit bahan bakar 0,00408 l/s dan 10,4 m/s kecepatan udara.

A1-B2 : Variasi percobaan dengan debit bahan bakar 0,00408 l/s dan 13,4 m/s kecepatan udara.

A1-B3 : Variasi percobaan dengan debit bahan bakar 0,00408 l/s dan 14,3 m/s kecepatan udara.

A2-B1 : Variasi percobaan dengan debit bahan bakar 0,00838 l/s dan 10,4 m/s kecepatan udara.

A2-B2 : Variasi percobaan dengan debit bahan bakar 0,00838 l/s dan 13,4 m/s kecepatan udara.

A2-B3 : Variasi percobaan dengan debit bahan bakar 0,00838 l/s dan 14,3 m/s kecepatan udara.

Pada tahap proses kerja dari *incinerator* ini ialah tahap dimana prosedur melakukan pengujian pembakaran sampah. Adapun prosedur dari proses pembakaran sampah adalah sebagai berikut :

- Limbah yang dipilih ialah sampah daun kering dan sampah plastik kemudian masing-masing sampah yang berbeda berdasarkan jenisnya dimasukkan ke dalam tungku pembakaran ruang *incinerator* sampai batas kapasitas ruang pembakaran antara 8 - 15 kg sampah.

- Sampah dibakar menggunakan *burner* yang berbahan bakar limbah oli bekas yang terlebih dahulu dipanaskan kurang lebih 5 menit lalu api masuk melalui lubang dibawah.
  - Setelah proses pembakaran sudah stabil yaitu pada temperatur burner dan pada asap pembakaran sudah mulai keluar dari cerobong asap selanjutnya menghidupkan pompa air diruang *filterisasi*.
  - Mengukur temperatur ruang *chamber* menggunakan thermo infrared *HW 600*. Pengukuran dilakukan di titik yang telah ditentukan yaitu ruang *chamber*, cerobong asap dan ruang filterisasi.
  - Untuk pengukuran di tungku *burner* menggunakan Thermocouple TM - 902C.
  - Saat pembakaran, sampah yang dibakar habis dan apinya mengecil, maka burner di hidupkan kembali dengan mengatur bukaan katup *inlet blower*.
  - Button ash* / rendemen bekas pembakaran dikeluarkan lewat Pintu yang terletak pada bagian bawah.
  - Fly ash* / asap dari sisa pembakaran dialirkan ke ruang *filterisasi* asap.
  - Setelah rendemen bekas pembakaran sudah dibersihkan selanjutnya dilakukan proses pembakaran sampah baru.
- Adapun rumus yang digunakan untuk mencari parameter uji kerja *incinerator* sebagai berikut :

- Laju pembakaran

$$B_{bt} = \frac{m(\text{kg})}{t(\text{jam})}$$

Dengan :

$B_{bt}$  = laju pembakaran dari sampah (kg/jam)

m = massa sampah yang akan dibakar (kg)

t = waktu proses lama pembakaran (jam)

- Rendemen Arang

$$\text{Arang (\%)} = \frac{\text{Bobot arang}}{\text{Bobot sampah}} \times 100\%$$

- Rendemen Abu

$$\text{Abu (\%)} = \frac{\text{Bobot abu}}{\text{Bobot sampah}} \times 100\%$$

- Konsumsi Bahan Bakar

$FC$  : volume bahan bakar awal - volume bahan bakar akhir

e. Efisiensi Alat

Efisiensi alat (%) =  $(100\% - (A(\%) + B(\%)))$

Dengan :

A : Rendemen Arang (%)

B : Rendemen Abu (%)

**III. Hasil dan Pembahasan**

Pengujian pada tungku *burner* didapat data sebagai berikut:

Tabel 4. Kecepatan udara, massa jenis udara, luas penampang dan laju aliran massa udara

Kecepatan udara ( $V_{air}$ )	Kecepatan blower	$\rho_{air}$	Luas penampang Pipa (A)	Laju aliran massa udara ( $\dot{m}$ )
10,4 m/s	Rendah	1,2 kg/m <sup>3</sup>	0,00202 m <sup>2</sup>	0,0252 kg/s
13,4 m/s	Sedang	1,2 kg/m <sup>3</sup>	0,00202 m <sup>2</sup>	0,0324 kg/s
14,3 m/s	Tinggi	1,2 kg/m <sup>3</sup>	0,00202 m <sup>2</sup>	0,0346 kg/s

**1. Hasil pengujian temperatur *burner***

pengujian dilakukan selama 45 menit menggunakan alat ukur thermometer digital TM-902C dengan meletakkan ujung sensor *probe* thermometer ke dalam tungku. Pengukuran tungku *burner* pada Gambar 2, dibawah ini :



Gambar 2. Pengukuran temperatur tungku *burner*

Pengujian temperatur tungku *burner* didapat data temperatur tertinggi dan terendah pada 2 pengujian A1-B1, dan A2-B3. Adapun hasilnya ditunjukkan pada *Tabel 5* dan *Tabel 6* ialah sebagai berikut :

Tabel 5. Temperatur rata-rata burner dengan variasi percobaan A1-B1

Percobaan	Waktu (menit)	Temperatur rata-rata burner (°C)
1	5	439,4
2	10	450,2
3	15	467,3
4	20	497,1
5	25	530,4
6	30	570,5
7	35	720,2
8	40	740,4
9	45	840,5

Tabel 6. Temperatur rata-rata burner dengan variasi percobaan A2-B3

Percobaan	Waktu (menit)	Temperatur rata-rata burner (°C)
1	5	675,2
2	10	689,5
3	15	760,5
4	20	798,3
5	25	840,2
6	30	892,6
7	35	966,2
8	40	1009,3
9	45	1021,5

Dari data temperatur tungku *burner* diatas dari variasi percobaan A1-B1 debit bahan bakar 0,00408 l/s dan kecepatan udara 10,4 m/s didapat temperatur pada waktu 5 menit setelah *burner* menyala dengan stabil lalu dilakukan proses pengukuran suhu awal yang mencapai 439,4°C. Selanjutnya pada waktu 30 menit kenaikan temperatur *burner* mencapai 570,5°C dan temperatur tertinggi mencapai 840,5°C. Dari variasi percobaan tersebut suhu maksimal yang didapat 840,5°C dan suhu terendah dicapai pada menit awal yaitu

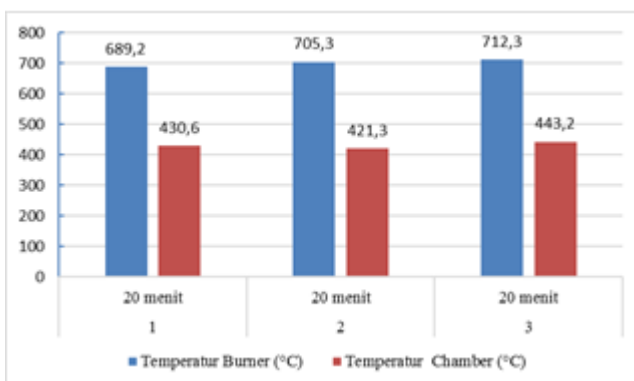
439,4°C sedangkan data temperatur tungku *burner* diatas dari variasi percobaan A2-B3 debit bahan bakar 0,00838 l/s dan kecepatan udara 14,3 m/s didapat temperatur pada waktu 5 menit setelah *burner* menyala dengan stabil lalu dilakukan proses pengukuran suhu awal yang mencapai 675,2°C.

Selanjutnya pada waktu 30 menit kenaikan temperatur *burner* mencapai 892,6°C dan temperatur tertinggi mencapai 1021,5°C. Dari variasi percobaan tersebut suhu maksimal yang didapat 1021,5°C dan sedangkan suhu terendah dicapai pada menit awal yaitu 675,2°C.

Pengujian *incinerator* dilakukan pada sampah daun kering dengan berat 8 kg dengan dimensi ruang pembakaran 580 mm x 930 mm selama 20 menit dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan konsumsi bahan bakar 0,4 liter. Adapun data pengukuran temperatur pembakaran sampah daun kering ialah sebagai berikut :

Tabel 7. Data pengukuran suhu tertinggi tungku burner dan ruang chamber pada pengujian ke 1 sampai 3 sampah daun kering

Pengujian percobaan sampah daun kering			
Percobaan ke	Waktu	Temperatur Burner (°C)	Temperatur Chamber (°C)
1	20 menit	689,2	430,6
2	20 menit	705,3	421,3
3	20 menit	712,3	443,2



Gambar 3. Grafik temperatur tertinggi tungku burner dan ruang chamber sebanyak 3 kali pengujian.

Dari 3 kali pengujian pada ruang pembakaran *incinerator* menggunakan sampah daun kering abu yang dihasilkan 0,2 kg (0,33 jam) dan arang 0,045 kg kemudian waktu pembakaran 20 menit. Adapun perhitungan parameter uji kerja *incinerator* ialah sebagai berikut :

a. Laju pembakaran

$$Bbt = \frac{8 \text{ Kg}}{0,33 \text{ Jam}} = 24,24 \text{ kg/jam}$$

b. Rendemen Abu

$$\text{Rendemen Abu (\%)} = \frac{0,2 \text{ kg}}{8 \text{ kg}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen Abu (\%)} = 2,5\%$$

c. Rendemen Arang

$$\text{Rendemen Arang (\%)} = \frac{0,045 \text{ kg}}{8 \text{ kg}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen Arang (\%)} = 0,56 \%$$

d. Konsumsi Bahan Bakar

$$\text{Fuel Consumption (FC)} = 3 \text{ liter} - 2,6 \text{ liter} = 0,4 \text{ liter}$$

e. Efisiensi Alat *Incinerator*

Pada proses pengujian sampah daun kering didapat efisiensinya sebagai berikut :

Efisiensi alat *incinerator* (%)

$$= 100\% - (0,56\% + 2,5\%)$$

Efisiensi alat *incinerator* (%)

$$= 100\% - 3,06\%$$

$$\text{Efisiensi alat } incinerator (\%) = 96,94\%$$

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan temperatur tertinggi tungku *burner* yaitu 1021,5°C pada variasi percobaan A2-B3 di waktu 45 menit dengan kecepatan udara 14,3 m/s dan laju aliran massa dari bahan bakar  $7,27384 \times 10^{-3}$  kg/s. Pada pengujian pembakaran sampah daun kering dengan berat 12 kg sampah habis terbakar pada waktu 20 menit dengan temperatur tungku *burner* sebesar 712,3°C dan temperatur ruang pembakaran *incinerator* 443,2°C dengan konsumsi bahan bakar 0,4 liter dan laju pembakaran didapatkan dari berat sampah 8 kg yaitu 24,24 kg/jam dan rendemen

sisa pembakaran yaitu 3,06 % dan efisiensi pembakaran *incinerator* sebesar 96,94 %.

### Daftar Pustaka

- Jamaluddin. (2016, January 12). *Balai Besar Pelatihan Pertanian*. Retrieved from Jagan Membakar Sampah: [www.BBPP-Batangkaluku.com](http://www.BBPP-Batangkaluku.com)
- Kurdi, M. Y. (2017). *Depok Bebas Sampah*. Retrieved Maret Selasa, 2020, from <https://depokbebassampah.wordpress.com/acuan/incenerator/>
- Latief, A. S. (2010). Manfaat dan Dampak Penggunaan Insinerator Terhadap Lingkungan. *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negri Semarang*, 5(1), 20.
- Lolo, D. P. (2014). Analisis Penggunaan Incinerator Pada Pengolahan Sampah Di Kota Merauke. *Jurnal Teknik MUSTEK ANIM HA VOL 3*, 200-211.
- Margono, & Rahardjo, H. P. (2011). Rancang Bangun Prototipe Tungku Pembakar Sampah Radioaktif. *Jurnal Perangkat Nuklir Vol 5*, 1-8.
- Nurhayati, N. (2013). *Pencemaran Lingkungan*. Bandung: Yrama Widya.
- Raharjo, W. P. (2009). Pemanfaatan Oli Bekas Dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar Pada Automizing Burner. *Publikasi Ilmiah*, 10(2), 2.
- Ratman, C. R., & Syafrudin. (2007). Penerapan Pengelolaan Limbah B3 Di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *Jurnal Presipitasi Vol 7*, 62-70.
- Sumingkrat, & Yusuf, A. (2014). Penanganan Limbah Cair Dengan Limbah Padat Abu Hasil Pembakaran Incinerator Klor Alkali. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Vol 12 No 1*.
- Supriyanto, B. (2007). *Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Pembakaran Oli Bekas Menggunakan Automizing Burner Untuk Peleburan Alumunium*. Surakarta: Skripsi S1 Teknik Mesin FT UNS.
- Widhiasto, R. (2010). *Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Sifat Pembakaran Minyak Jelantah Menggunakan Vaporizing Burner Untuk Peleburan Alumunium*. Surakarta: Skripsi S1 Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.