

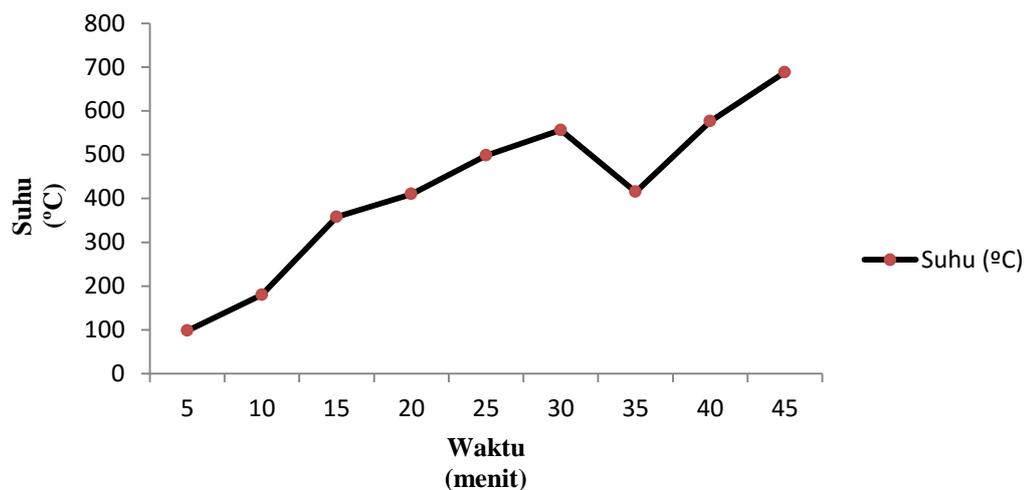
BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengukuran Suhu *Incinerator*

Pengukuran suhu *incinerator* dilakukan guna mengetahui kelayakan *incinerator* dalam mengolah limbah padat rumah sakit. Pengukuran suhu *incinerator* dilakukan pada dua titik yaitu ruang bakar utama dan ruang bakar asap. Lihat **Tabel 4.1.** dan **Tabel 4.2.**

Tabel 4.1. Hasil pengukuran suhu *incinerator* Pada Ruang Bakar utama

No.	Waktu (menit)	Suhu (°C)
1	5	98
2	10	180
3	15	358
4	20	410
5	25	498
6	30	556
7	35	415
8	40	576
9	45	688

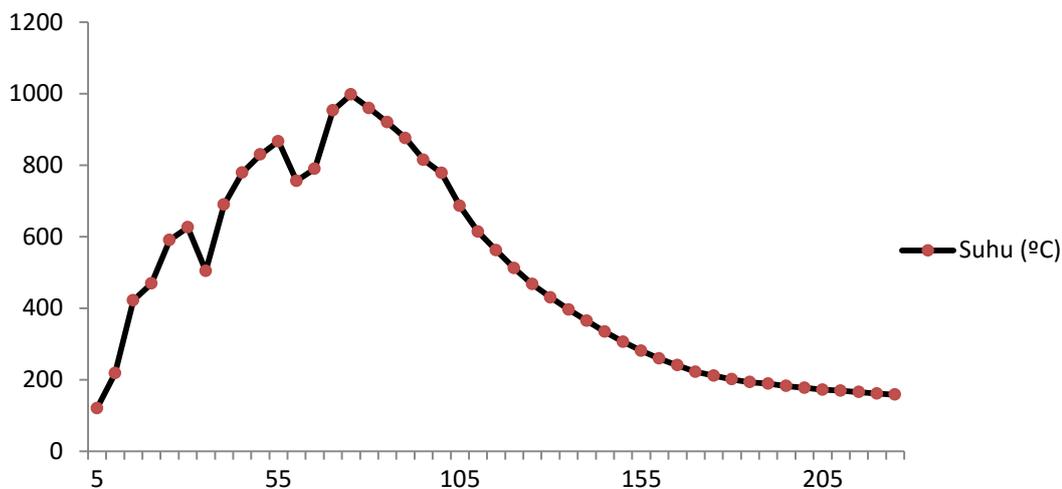


Gambar 4.1. Grafik perbandingan suhu dengan lama pembakaran pada ruang bakar utama *incinerator*

Berdasarkan pengukuran suhu *incinerator* yang telah dilakukan didapatkan data kenaikan dan penurunan suhu *incinerator*. Data tersebut diambil dengan mencatat nilai suhu setiap 5 menit. Pada pengujian tersebut dilakukan dua kali pengisian ulang limbah padat rumah sakit yaitu pada menit ke 30 dan 55. Pada ruang bakar utama kenaikan suhu mencapai 98 °C pada 5 menit pertama, kemudian pada menit ke 35 mengalami penurunan karena dilakukan pengisian limbah. Pada menit ke 40 suhu kembali naik hingga mencapai titik maksimum 688°C.

Tabel 4.2. Hasil pengukuran suhu *incinerator* Pada Ruang Bakar Asap

No.	Waktu (menit)	Suhu (°C)
1	5	120
2	10	218
3	15	422
4	20	469
6	30	626
7	35	504
8	40	690
9	45	779
10	50	830
11	55	867
12	60	756
13	65	790
14	70	953
15	75	998
16	80	960
17	85	920
18	90	876
19	95	815
20	100	778
21	105	686
22	110	614
23	115	562
24	120	512
25	125	467
26	130	430
27	135	396
28	140	365
29	145	334
30	150	306
31	155	281
32	160	259
33	165	240
34	170	222
35	175	211
36	180	201
37	185	193
38	190	189
39	195	182
40	200	177
41	205	172
42	210	169
43	215	165
44	220	161
45	225	158



Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Suhu dengan Lama Pembakaran Pada Ruang Asap *Incinerator*

Dari grafik **Gambar 4.2.**, pada menit ke 5 sampai menit ke 30 merupakan tahap untuk membuat bara api dengan menggunakan Batok Kelapa. Pada tahap tersebut suhu terus meningkat yaitu mencapai 626°C. Namun, Pada menit ke 35 suhu ruang bakar *incinerator* turun karena terjadi pengisian limbah dan kembali naik saat limbah mulai terbakar. Suhu kembali turun pada menit ke 60 karena terjadi pengisian ulang limbah dan kembali naik hingga suhu *incinerator* mencapai titik maksimum yaitu 998°C. Pada titik tersebut suhu mengalami penurunan dikarenakan habisnya limbah yang dibakar karena nilai dari suhu *incinerator* dibantu oleh pembakaran dari limbah itu sendiri. Pada grafik tersebut terjadi penurunan suhu yang signifikan yaitu antara menit ke 85 - 115, kemudian pada menit selanjutnya suhu mengalami penurunan secara lambat dan lebih stabil dikarenakan untuk mencapai suhu ruangan dibutuhkan waktu yang lebih lama.

Pada *incinerator* yang ada di Industri Klor Alkali, pada proses pembakaran digunakan bahan bakar LPG agar tercapai suhu pembakaran sekitar 900°C untuk mendapatkan aktivasi abu hasil pembakaran (Sumingkrat dkk. 2014). Jika dibandingkan antara keduanya maka nilai suhu *incinerator* hasil rancangan Tugas Akhir lebih tinggi yaitu mencapai 998°C, disamping itu lebih ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan bakar LPG dan

biaya pengoperasian lebih murah karena bahan bakar menggunakan Batok Kelapa.

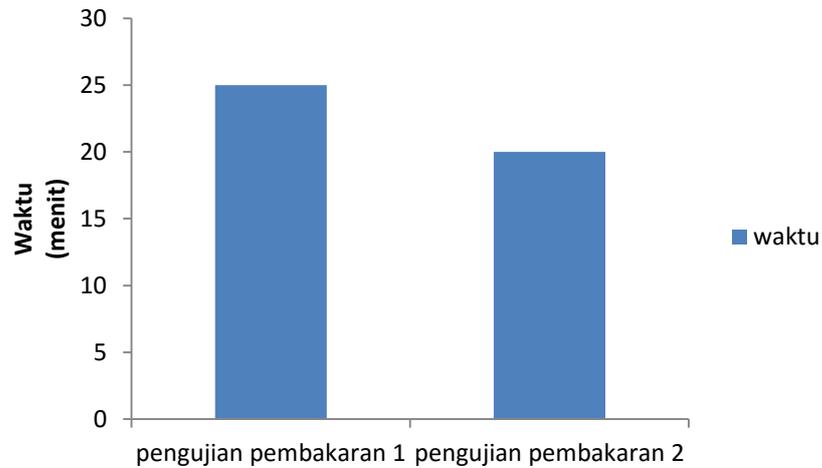
Pradipta (2011) melakukan penelitian unjuk kerja *incinerator* dengan kapasitas 0,294 m³, berat limbah 18,3 kg. Pada penelitian tersebut, suhu *incinerator* hanya mencapai 478°C. Berdasarkan data tersebut maka *incinerator* hasil rancangan lebih efisien karena suhu mencapai 998°C, disamping itu dalam proses pembakaran tidak memerlukan bahan bakar seperti minyak dan gas. Namun yang menjadi kekurangan *incinerator* tanpa menggunakan bahan bakar minyak dan gas yaitu memerlukan waktu yang lebih lama agar bisa mencapai suhu tertentu sampai bisa digunakan untuk membakar limbah.

Suhu maksimum dari *incinerator* hasil rancangan mencapai 998°C dengan bahan bakar yang digunakan adalah Batok Kelapa. Pada suhu tersebut *incinerator* tidak bisa digunakan untuk mengolah limbah sitotoksik karena untuk mengolah limbah sitotoksik dibutuhkan suhu sekitar 1200°C. Sedangkan suhu *incinerator* hasil rancangan hanya mencapai 998°C. Untuk mencapai suhu tersebut dibutuhkan bahan bakar dengan nilai kalor tinggi. Bahan bakar tersebut adalah Batubara yang memiliki nilai kalor 23864.75 kJ/kg. Nilai kalor tersebut lebih besar dibandingkan dengan Batok Kelapa yaitu 18200 kJ/kg hingga 19338.05 kJ/kg.

4.2. Kualitas Pembakaran

4.2.1. Waktu Pembakaran

Pembakaran yaitu proses untuk merubah karbon (C) dalam suatu bahan bakar menjadi CO₂ dalam selang waktu tertentu. Waktu pembakaran dipengaruhi oleh bahan yang dijadikan umpan dan kesempurnaan proses pembakaran yang terjadi. Kesempurnaan pembakaran dipengaruhi oleh jumlah udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran. Sehingga secara umum semakin luas lubang udara, maka waktu pembakaran akan lebih kecil.



Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Waktu Pengujian Pembakaran

Berdasarkan grafik **Gambar 4.3.** pembakaran I memerlukan waktu 25 menit untuk bisa membakar habis limbah padat rumah sakit sampai berubah menjadi abu sedangkan pembakaran 2 memerlukan waktu 20 menit. Artinya, pembakaran I memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan pembakaran II. Hal ini disebabkan karena kurangnya suplai udara yang masuk pada pembakaran I sehingga berpengaruh terhadap lamanya waktu pembakaran sedangkan suplai udara pada pembakaran II lebih banyak. Banyaknya udara yang masuk ke ruang pembakaran maka sirkulasi udara semakin merata dan kebutuhan udara optimal untuk proses pembakaran terpenuhi.

4.2.2. Laju Pembakaran

Waktu yang dibutuhkan untuk proses pembakaran berpengaruh terhadap laju pembakaran pada alat pembakar limbah padat rumah sakit (*incinerator*). Total waktu yang dibutuhkan *incinerator* untuk membakar habis limbah menjadi abu yaitu 20 menit (0,333 jam). Data tersebut diambil dari pembakaran ke II. Laju pembakaran dihitung dengan membandingkan bobot sampah yang dibakar (m) dengan lamanya proses pembakaran (t).

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Pembakaran} &= \frac{m}{t} \\
 &= \frac{2,5 \text{ kg}}{0,333 \text{ jam}} \\
 &= 7,5 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi, dalam waktu 1 jam *incinerator* mampu membakar sampah RSJ. Prof. Soerojo, Magelang sebanyak 7,5 kg/jam.

4.2.3. Rendemen Limbah Sisa Pembakaran

Rendemen limbah sisa pembakaran digunakan untuk mengetahui kesempurnaan proses pembakaran. Parameter yang diukur untuk analisis rendemen sisa pembakaran adalah parameter bobot limbah sisa pembakaran yang dihasilkan oleh proses pembakaran dan bobot limbah yang dibakar. Nilai rendemen limbah sisa pembakaran dihitung dengan presentase perbandingan bobot limbah sisa pembakaran dan bobot limbah yang dibakar. Bobot limbah sisa pembakaran pada *incinerator* yaitu 0,62 kg yang dihasilkan dari pembakaran 5 kg bobot limbah dan 8 kg bobot Batok Kelapa. Perhitungan rendemen limbah sisa pembakaran adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{bobot limbah sisa pembakaran}}{\text{bobot limbah}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,62 \text{ kg}}{13 \text{ kg}} \times 100 \% \\
 &= 4,76 \%
 \end{aligned}$$

Jadi, rendemen sisa pembakaran limbah padat rumah sakit dari mesin *incinerator* adalah 4,76 %.

Budiman (2001) melakukan penelitian unjuk kerja *incinerator*. Pada penelitian tersebut didapatkan nilai rendemen limbah sisa pembakaran yaitu 12.16 % dari jumlah bobot limbah sisa pembakaran 2,19 kg dan bobot limbah sebelum dibakar 18 kg. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa tingkat efisiensi mesin *incinerator* hasil rancangan lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Budiman (2001)

karena nilai rendemen limbah sisa pembakaran dari *incinerator* hasil rancangan adalah 4,76 % sedangkan penelitian yang dilakukan Budiman (2001) yaitu 12,16 %.

4.3. Hasil Pengujian Kandungan Abu Hasil Pembakaran

Abu *incinerator* hasil pembakaran limbah padat rumah sakit yang suhunya mencapai 998°C diambil dan diuji kandungannya dengan parameter yang telah ditentukan yaitu Zn, Pb, Cu, Cr dan Cd. Hasil pengujian kandungan abu lihat **Tabel 4.4**.

Tabel 4.3. Hasil Lab. Pengujian Kandungan Abu *Incinerator*

No.	Parameter Uji	Hasil (mg/kg)	Metode	Batas Maksimum Baku Mutu (mg/kg)
1	Zn (Seng)	9221,22	SSA-Nyala	5000
2	Pb (Timbal)	5,08	SSA-Nyala	3000
3	Cu (Tembaga)	297,6	SSA-Nyala	1000
4	Cr (Kromium)	34,36	SSA-Nyala	2500
5	Cd (Kadmium)	0,59	SSA-Nyala	50

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pengujian abu seperti pada **Tabel 4.3.** dapat disimpulkan bahwa limbah abu sisa *incinerator* dapat ditimbun pada *landfill* kategori I dikarenakan nilai Zinc (Zn) > 5000 ppm sesuai dengan Keputusan Kepala Bapedal No. 4 Tahun 1995 tentang Tata Cara Persyaratan Penimbunan Hasil Pengolahan, Persyaratan Lokasi Bekas Pengolahan Dan Lokasi Bekas Penimbunan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun. Adapun tingginya kandungan Zn diakibatkan oleh banyaknya jarum suntik yang ada pada limbah rumah sakit.

Saragih & Herumurti (2013) melakukan penelitian unjuk kerja *incinerator* di Rumah Sakit TNI Dr. Ramelan Surabaya. Pada penelitian tersebut didapat parameter Zn yang terkandung dalam abu sisa insinerasi nilainya 6046.27 ppm. Sedangkan pada mesin *incinerator* hasil rancangan

didapat kandungan abu dengan parameter Zn nilainya 9221,22 ppm. Dari data tersebut mesin Incinerator yang ada pada Rumah Sakit TNI Dr. Ramelan Surabaya lebih efisien dibandingkan dengan mesin *incinerator* hasil rancangan karena nilai kandungan Zn lebih kecil dibandingkan dengan *incinerator* hasil rancangan.