

**RANCANG BANGUN ALAT INCINERATOR UNTUK PEMBAKARAN  
LIMBAH INFECTIOUS MENGGUNAKAN METODE PRIMARY AND  
SECONDARY CHAMBER**



**Disusun Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Pendidikan  
Jurusan Teknik Kimia Program Studi S1 Terapan Teknik Energi  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :**

**Rosmaini  
0610 4041 1423**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2014**

## **LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN ALAT *INCINERATOR* UNTUK PEMBAKARAN  
LIMBAH INFENSIUS MENGGUNAKAN METODE *PRIMARY AND  
SECONDARY CHAMBER***

**Oleh:  
Rosmaini  
0610 4041 1423**

**Palembang, Juli 2014**

**Pembimbing I,**

**Mengetahui,  
Pembimbing II,**

**Tahdid, S.T., M.T.  
NIP. 197202131997021001**

**Ir. Aida Syarif, M.T.  
NIP. 196501111993032001**

**Ketua Program Studi  
S1 (Terapan) Teknik Energi**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Arizal Aswan, M.T.  
NIP. 195804241993031001**

**Ir. Robert Junaidi, M.T  
NIP. 196607121993031003**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN ALAT *INCINERATOR* UNTUK PEMBAKARAN LIMBAH INFEKSIUS MENGGUNAKAN METODE *PRIMARY AND SECONDARY CHAMBER***

---

Rosmaini 2014, 120 halaman, 59 tabel, 25 gambar, 5 lampiran

*Incinerator* merupakan teknologi pengolahan limbah medis yang dapat memusnahkan komponen berbahaya. Untuk merancang alat *incinerator* diperlukan beberapa pertimbangan untuk diperhatikan, yaitu jumlah udara pembakaran, sisa hasil pembakaran dan desain *incinerator*. *Incinerator* yang dirancang mempunyai dua ruang pembakaran. Aspek penting dalam merancang sebuah alat *incinerator* perlu memperhatikan faktor keamanan agar hasil rancangan aman bagi pengguna dan lingkungan sekitar saat dioperasikan. Untuk itu perlu diperhitungkan desain rancang bangun alat *incinerator* yang efektif, efisien dan optimal dalam memusnahkan limbah infeksius sesuai dengan kondisi operasi yang aman dalam pengoperasian alat *incinerator* dilihat dari pengaruh tekanan udara yang dibutuhkan terhadap *flame temperature*, dan efisiensi termal. Diperoleh rancangan alat *incinerator* untuk ukuran keseluruhan dengan panjang 571,6 mm, lebar 452,2 mm dan tinggi 1174,35 mm untuk kapasitas pembakaran limbah infeksius sebanyak 5 kg beroperasi secara *batch*. Berdasarkan perhitungan desain secara teoritis, tekanan udara yang dibutuhkan untuk proses sebesar 1,013 bar sehingga dilakukan pengamatan secara aktual dengan variasi tekanan udara sebesar 1,2 bar, 1,4 bar, 1,6 bar, 1,8 bar dan 2 bar. Kondisi optimum yang diperoleh secara aktual yaitu pada tekanan udara sebesar 2 bar dilihat berdasarkan efisiensi Ruang Bakar *Incinerator* yang dalam hal ini *Secondary chamber* karena termasuk juga didalamnya *Primary chamber* dengan efisiensi sebesar 99,40 %, dengan *flame temperature primary* sebesar 571°C dan *flame temperature secondary* sebesar 724°C.

Kata kunci : *Incinerator*, Tekanan udara, efisiensi

## **ABSTRACT**

### **DESIGN OF INCINERATOR FOR INFECTIOUS WASTE COMBUSTION METHOD USING PRIMARY AND SECONDARY CHAMBER**

---

Rosmaini 2014, 120 Pages, 59 tables, 25 Pictures, 5 Attachment

Incinerator is a medical waste treatment technology that can destroy harmful components. Incinerator necessary for designing some considerations to note, that the amount of combustion air, waste products of combustion and incinerator design. Incinerator designed to have two combustion chambers. An important aspect in designing a incinerator need to pay attention to safety factors so that the results of the design is safe for the user and the surrounding environment during operation. For that needs to be taken into account engineering design of incinerator effective, efficient and optimal destroy infectious waste in accordance with safe operating conditions in the operation of the incinerator is seen from the influence of air pressure needed to flame temperature, and thermal efficiency. Retrieved incinerator design to measure the overall length of 571.6 mm, 452.2 mm and a width of 1174.35 mm high for infectious waste burning capacity of as much as 5 kg batch operations. Based on the theoretical design calculations, required air pressure of 1.013 bar for the process so that the actual observed with variations in air pressure of 1.2 bar, 1.4 bar, 1.6 bar, 1.8 bar and 2 bar. The optimum conditions were obtained, namely the actual air pressure of 2 bar seen by Incinerator Fuel efficiency space which in this case because the Secondary chamber including there in Primary chamber with an efficiency of 99.40%, with a flame temperature of 571°C primary and secondary flame temperature of 724°C.

Keywords : Incinerator, Air Pressure, and Efficiency

**Motto :**

*Teori mawar merah*

*Layaknya bunga mawar yang identik dengan keindahannya nan karismatik dan tak lupa harum semerbak mewanginya yang menyebarkan kedamaian, berdiri tegar memancarkan keindahan yang terpancar dari Kelopak yang terbungkus rapi oleh sang mahkota. Namun, janganlah engkau sesekali memetik keindahannya dan mematahkan tangkainya karena mawar tatkala dapat melukaimu dengan duri tajamnya. Jangan pula engkau coba memandangnya sebelah mata, karena engkau tidak akan pernah terpikir daun kecilnya dapat menggenggam isi dunia tatkala daun kecil itu menutupi sebelah matamu sehingga tertutuplah duniamu.*

*By : Rosmaini*

**Ku persembahkan kepada :**

*Allah SWT yang tidak pernah berhenti menjaga, melindungi, dan memberikan jalan kemudahan untuk setiap peristiwa yang terjadi*

*Ayahanda dan Ibunda tercinta yang amat berjasa dan selalu memberikan doa tulus serta kasih sayang yang tak pernah usai hingga detik ini*

*Ayunda puput dan Adinda dhiaħ, saudara sekaligus teman yang selalu berusaha memberikan hal yang terbaik serta rasa sayang yang tulus ikhlas*

*Kakek dan Nenek serta keluarga besar yang selalu mendukung dan menyemangati serta memberikan arti dari perjuangan hidup dunia dan akhirat*

*Guru besar ‘My Secret Admire’ yang selalu menasihati, membimbing dan memberikan pelajaran berharga dalam berbagai hal*

*Pembimbing I dan Pembimbing II yang selalu mengarahkan dan membimbing kami demi terselesaiannya studi kami di Politeknik Negeri Sriwijaya*

*Almamaterku Politeknik Negeri Sriwijaya serta teman-teman seperjuangan Teknik Kimia program studi Teknik Energy, semoga apa yang diberikan dapat bermanfaat bagi kita semua*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat-Nya Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Alat *Incinerator* untuk Pembakaran Limbah Infeksius Menggunakan Metode *Primary and Secondary Chamber*” dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan S1-Terapan Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas akhir ini membahas bagaimana mendapatkan rancangan desain alat *incinerator* yang efisien dan optimal untuk pembakaran limbah infeksius dilihat dari pengaruh tekanan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran terhadap komposisi gas, *flame temperature*, panas konduksi. Laporan tugas akhir ini dapat memberikan informasi ilmiah tentang data-data bersifat konseptual untuk perbaikan proses pada alat *incinerator* dimasa yang akan datang.

Atas kelancaran pelaksanaan dan penulisan Laporan Kerja Praktek ini banyak pihak yang telah membantu, untuk itu penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. RD Kusumanto, S.T, M.M., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Pembantu Direktur 3 Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ir. Robert Junaidi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Zulkarnain, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Tahdid, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Jurusan Teknik Kimia prodi S1 Terapan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Ir. Aida Syarif, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Jurusan Teknik Kimia prodi S1 Terapan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Bapak / Ibu Dosen Teknik Kimia, selaku Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Orang tua dan saudara – saudara kami yang telah memberikan dukungan moral dan materi.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Kerja Praktek ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak dan semoga kekurangan itu tidak mengurangi manfaat dari hasil Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua, terutama Bapak / Ibu Dosen jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, serta rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Kimia prodi S1 Terapan Teknik Energi.

Palembang, Juli 2014

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Incinerator</i> .....	5
2.2 Jenis-Jenis <i>Incinerator</i> .....	8
2.2.1 Ruang Bakar Incinerator .....	11
2.3 Prinsip Kerja <i>Incinerator</i> .....	13
2.4 Limbah .....	14
2.4.1 Limbah Medis .....	15
2.4.2 Limbah Non Medis .....	16
2.5 Standar Pengoperasian <i>Incinerator</i> .....	17
2.6 Bahan Bakar Gas.....	19
2.6.1 LPG .....	19
2.7 Udara .....	20
2.7.1 Pengertian Udara.....	20
2.7.2 Udara sebagai Salah Satu Faktor Utama Pembakaran .....	21
2.7.3 Tekanan Udara .....	22
2.7.4 Udara Berlebih ( <i>excess air</i> ).....	22
2.8 Proses Pembakaran.....	24
2.8.1 Panas Pembakaran .....	27
2.9 Kajian Termodinamika Pembakaran.....	28
2.9.1 Nilai Kalor .....	28

2.9.2	Pembakaran Stoikiometrik .....	28
2.10	Temperatur Nyala Api ( <i>Flame Temperature</i> ) .....	29
2.11	Persamaan Gas Ideal .....	30
2.12	Pengkajian Terhadap Tungku .....	31
2.12.1	Kehilangan Panas yang Mempengaruhi Kinerja Tungku .....	31
2.13	Perpindahan Panas .....	33
2.14	Standar Baku Mutu Emisi Udara .....	35
<b>BAB III</b>	<b>KERANGKA PEMECAHAN MASALAH .....</b>	<b>37</b>
3.1	Pendekatan Desain Fungsional .....	37
3.2	Pendekatan Desain Struktural .....	38
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian .....	42
3.4	Alat dan Bahan yang Digunakan.....	42
3.4.1	Alat dan Bahan Konstrusi Pembuatan Incinerator .....	42
3.4.2	Peralatan Operasi Alat <i>Incinerator</i> .....	43
3.4.3	Bahan-Bahan yang Digunakan Selama Pengoperasian Alat <i>Incinerator</i> .....	43
3.5	Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	43
3.6	Pengamatan .....	44
3.7	Proseedur Percobaan .....	44
3.7.1	Pembuatan Alat <i>Incinerator</i> .....	45
3.7.2	Tahap Pengujian Alat (insinerasi).....	46
3.8	Alur Logika Penelitian .....	48
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
4.1	Hasil .....	49
4.2	Pembahasan.....	50
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>56</b>
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>	
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>60</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Klasifikasi Teknologi Termal pada MSW ( <i>Municipal Solid Waste</i> ) .....	6
2. Alat Pembakar Sampah Tipe Konyinyu.....	7
3. Alat Pembakar Sampah Tipe Batch .....	7
4. Gambar Piktoral <i>Incinerator</i> Tipe Batch .....	7
5. <i>Incinerator Rotary Kiln</i> .....	8
6. <i>Multiple Hearth Incinerator</i> .....	9
7. <i>Fluidized Bed Incinerator</i> .....	11
8. Profil Pembakaran Bahan Bakar .....	27
9. Kehilangan Panas Dalam Tungku .....	31
10. Desain Dimensi <i>Incinerator</i> Tampak Depan .....	39
11. Desain Dimensi <i>Incinerator</i> Tampak Samping.....	40
12. Alat <i>Incinerator</i> Tampak Samping .....	40
13. Alat <i>Incinerator</i> Tampak Depan .....	41
14. Alat <i>Incinerator</i> Tampak Belakang .....	41
15. Alat <i>Incinerator</i> Tampak Samping Kanan Bagian Dalam.....	41
16. Alat <i>Incinerator</i> Tampak Samping Kiri Bagian Dalam.....	41
17. Konsep Rancangan Percobaan .....	48
18. Blok Diagram <i>Incinerator</i> .....	61
19. Blok Diagram Neraca Massa <i>Primary</i> dan <i>Secondary Chamber</i> .....	70
20. Desain Ukuran <i>Incinerator</i> .....	75
21. Blok Diagram Neraca Massa Alat <i>Incinerator</i> .....	80
22. Blok Diagram Neraca Massa <i>Primary Chamber</i> dan <i>Secondary Chamber</i> Tekanan Udara 1,2 Bar .....	89
23. Blok Diagram Neraca Panas Alat <i>Incinerator</i> .....	93
24. Blok Diagram Neraca Panas <i>Primary Chamber</i> Tekanan Udara 1,2 Bar..	107
25. Blok Diagram Neraca Panas <i>Secondary Chamber</i> Tekanan Udara 1,2 Bar .....	108

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kelebihan dan kelemahan penggunaan <i>incinerator</i> dibandingkan metode <i>landfill</i> dan kompos .....	12
2. Komposisi Kimia Limbah Infeksius .....	16
3. Sifat Fisik dan Kimia Bahan Bakar Gas .....	19
4. Baku Mutu DRE untuk <i>Incinerator</i> .....	35
5. Baku Mutu Emisi Udara untuk <i>Incinerator</i> .....	36
6. Data Komposisi Abu Berdasarkan Pengaruh Tekanan.....	49
7. Data Temperatur Operasi Alat <i>Incinerator</i> .....	49
8. Data Komposisi Gas Hasil Pembakaran <i>Secondary Chamber</i> .....	50
9. Hasil Perhitungan Panas Reaksi dan Efisiensi Ruang Bakar .....	50
10. Komposisi Limbah Infeksius.....	61
11. Komposisi Paparan Berat Limbah Penelitian .....	62
12. Komposisi Massa Unsur Setiap Jenis Limbah.....	62
13. Komposisi Mol Unsur Setiap Jenis Limbah .....	63
14. Neraca Massa <i>Primary Chamber</i> pada Alat Incinerator.....	67
15. Neraca Massa <i>Secondary Chamber</i> pada Alat Incinerator .....	69
16. Variasi tekanan udara yang diambil untuk penelitian.....	72
17. Densitas Komposisi Limbah Medis .....	72
18. Massa Masuk <i>Secondary Chamber</i> .....	73
19. Berat Molekul Komponen Masuk <i>Secondary Chamber</i> .....	73
20. Komponen Output <i>Secondary Chamber</i> .....	77
21. Massa Gas yang tidak Terserap oleh Absorben.....	78
22. Komponen <i>Flue Gas Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	80
23. Neraca Massa <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar.....	84
24. Komponen <i>Flue Gas Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar ..	85
25. Neraca Massa <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	88

26.	Neraca Massa <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,4 Bar.....	90
27.	Neraca Massa <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,4 Bar .....	90
28.	Neraca Massa <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,6 Bar.....	91
29.	Neraca Massa <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,6 Bar .....	91
30.	Neraca Massa <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,8 Bar.....	92
31.	Neraca Massa <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,8 Bar .....	92
32.	Neraca Massa <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 2 Bar .....	93
33.	Neraca Massa <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan udara 2 Bar .....	93
34.	Konstanta Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Input <i>Secondary Chamber</i> .....	94
35.	Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Produk <i>Secondary Chamber</i> .....	95
36.	Konstanta Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Produk <i>Secondary Chamber</i> .....	95
37.	Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Input <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	96
38.	Hasil Perhitungan Panas Masing-Masing Komponen Input <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	96
39.	Konstanta Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Output <i>Secondary Chamber</i> .....	97
40.	Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Output <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	98
41.	Hasil Perhitungan Panas Masing-Masing Komponen Output <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	99
42.	Neraca pana <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	100
43.	Konstanta Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Input <i>Secondary Chamber</i> .....	100
44.	Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Input <i>Primary Chamber</i> .....	101
45.	Konstanta Kapasitas Panas Udara Input <i>Primary Chamber</i> .....	101

46.	Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Input <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan 1,2 Bar .....	102
47.	Hasil Perhitungan Panas Masing-Masing Komponen Input <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	103
48.	Konstanta Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Output <i>Primary Chamber</i> .....	103
49.	Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Masing-Masing Komponen Output <i>Primary Chamber</i> .....	104
50.	Hasil Perhitungan Panas Masing-Masing Komponen Output <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	105
51.	Neraca Panas <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,2 Bar .....	106
52.	Neraca Panas <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,4 Bar .....	109
53.	Neraca Panas <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,4 Bar .....	109
54.	Neraca Panas <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,6 Bar .....	110
55.	Neraca Panas <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,6 Bar .....	110
56.	Neraca Panas <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,8 Bar .....	111
57.	Neraca Panas <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 1,8 Bar .....	111
58.	Neraca Panas <i>Secondary Chamber</i> pada Tekanan Udara 2 Bar .....	112
59.	Neraca Panas <i>Primary Chamber</i> pada Tekanan Udara 2 Bar .....	112

## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik	Halaman
1. Tekanan Udara (bar) Terhadap Efisiensi (%) .....	52
2. Tekanan Udara (bar) Terhadap <i>Flame Temperatur Primary</i> dan <i>Secondary Chamber</i> .....	54

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan.....	60
2. Perhitungan .....	61
3. Spesifikasi Alat .....	113
4. Dokumentasi Kegiatan.....	119
5. Surat-Surat .....	121