

**ANALISA INSENERATOR HOSPITAL WASTE  
(PEMBAKARAN SAMPAH MEDIS) PADA  
RUMAH SAKIT HAJI MEDAN.**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
ujian sarjana**

**Oleh :**

**IRAWAN PASARIBU  
STB. : 02 813 0030**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
TAHUN 2007**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**Judul Penelitian** : ANALISA INSEERATOR HOSPITAL WASTE  
(PEMBAKARAN SAMPAH MEDIS) PADA  
RUMAH SAKIT HAJI MEDAN

**TUGAS AKHIR**

**Nama** : IRAWAN PASARIBU  
**Nomor Stambuk** : 02 813 0030  
**Program Study** : Teknik Mesin

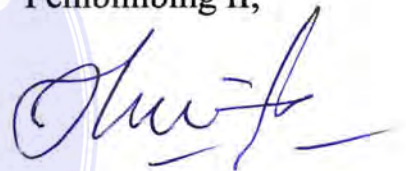
**Disetujui**

**Pembimbing I,**



(Ir. Darianto, MSc)

**Pembimbing II,**



(Ir. Husin Ibrahim)

**Mengetahui**

**Dekan,**



(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.,MSc)

**Ka. Program Studi,**



(Ir. Darianto, MSc)

**Tanggal Lulus :**

## ABSTRACT

Hospital is a health facility provides the health service that consists of outpatient, inpatient, emergency care unit, medical and non medical service, research and education in which its activities process influence the social environment, culture and applies the technology that has big impact to the environment. The activities of hospital produce various waste either solid, liquid and gas waste. The waste treatment in hospital is a health sanitation activity in hospital aims to protect the society from the environment pollutions from the hospital waste. The hospital waste is all of waste produced by the hospital activities and its auxiliaries. For its impact, it need a good waste treatment such as human resources, tools and facilities, financial and organizing in order to provide the hospital condition that fulfill the requirement of sanitation for the lack of site for treatment and the volume of hospital waste, the hospital must use Incinerator.

Incinerator is solid waste destroyer by controlled burning to control the emission gas and did not pollute the environment and the dust of the burning is not toxic. In addition to burn the medical and society waste, Incinerator also use for crematorium or known as ngaben in Bali traditional who embrace Hindu and Budha as well as Tionghoa ethnics in Medan.

Burning process by Incinerator is conducted in the high temperature (600-800 C), on the temperature, the organic solid can destroyed and the dust is in sterile product and this Incinerator occurred in the primary Incinerator chamber. The the gas of the waste burning is burnt in high temperature between 800-1000 C in order to control its emission and this process occurred in the secondary chamber. The advantages of Incinerator is able to operated in high temperature and did not need a wide the area, easy for operation, the short time for burning, use the special cooler, the continue process and the final disposed location is free the infectious waste and the society free from the transmitted substances.

## ABSTRAK

Rumah sakit adalah sarana kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan yang meliputi pelayanan rawat jalan, rawat nginap, pelayanan gawat darurat, pelayanan medik dan non-medik, penelitian, dan pendidikan, yang dalam melakukan proses kegiatan hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan sosial, budaya dan dalam menyelenggarakan upaya dimaksud dapat mempergunakan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar terhadap lingkungan. Kegiatan rumah sakit menghasilkan berbagai macam limbah yang berupa benda cair, padat dan gas. Pengelolaan limbah rumah sakit adalah bagian dari kegiatan penyehatan lingkungan di rumah sakit yang bertujuan untuk melindungi masyarakat dari bahaya pencemaran lingkungan yang bersumber dari limbah rumah sakit. Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit dan kegiatan penunjang lainnya. Mengingat dampak yang mungkin timbul, maka diperlukan upaya pengelolaan yang baik meliputi pengelolaan sumber daya manusia, alat dan sarana, keuangan dan tata laksana pengorganisasian yang ditetapkan dengan tujuan memperoleh kondisi rumah sakit yang memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan. Dikarenakan semakin sedikitnya lahan untuk penanaman dan semakin banyaknya limbah tersebut maka pihak rumah sakit menggunakan Insenerator (pembakar).

Insenerator adalah alat pemusnah limbah padat dengan cara pembakaran yang terkendali sehingga emisi gas buangnya terkontrol atau tidak mencemari lingkungan serta abu hasil pembakaran tidak berbahaya. Selain digunakan pada pembakaran sampah medis dan sampah masyarakat, Insenerator juga digunakan untuk membakar mayat (Insenerator Crematorium) atau yang sering disebut dengan ngaben yang dipergunakan oleh tradisional Bali yang memeluk agama Hindu dan Budha, begitu juga dengan masyarakat Medan yang beretnis Tionghoa.

Proses pembakaran dengan Insenerator berlangsung pada suhu tinggi ( $600-800^{\circ}\text{C}$ ), pada suhu tersebut limbah padat organik sudah dapat hancur terbakar dan abu yang dihasilkan akan dalam keadaan bersih/steril, proses pembakaran ini terjadi pada ruang bakar pertama. Gas hasil pembakaran limbah tersebut dibakar juga pada suhu lebih tinggi yaitu antara  $800-1000^{\circ}\text{C}$ , agar gas buangnya bersih dan emisinya terkendali, proses pembakaran ini terjadi pada ruang bakar kedua. Adapun keuntungan yang didapat dengan Insenerator adalah sanggup bekerja pada temperatur tinggi dan tidak memerlukan tempat yang luas, mudah dioperasikan, waktu pembakaran cepat, menggunakan pendingin khusus, penggunaan Insenerator yang kontiniu, dan manfaat yang didapat adalah area TPA(Tempat Pembuangan Akhir) bebas dari limbah infeksius, masyarakat aman dari bahan-bahan zat yang menular.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena taufiq dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selanjutnya shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW dan para sahabat-sahabatnya beserta keluarganya, yang dengan risalahnya umat manusia mendapat petunjuk untuk membedakan yang haq dan bathil, sehingga menjadi pedoman untuk kebahagiaan dunia dan akhirat.

Tugas akhir ini disusun dan ditulis setelah panulis selesai mangadakan survey di Rumah Sakit Haji Medan, yang mana tujuan survey ini adalah sebagai bahan perbandingan dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Dalam penulisan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan baik materi dan teknik penulisannya, hal ini disebabkan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaannya tugas akhir ini.

Selama dalam penyelesaian tugas akahir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak oleh karena itu pada kesempatan itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orangtuaku yang tersayang N. Br. Sitompul, semua saudara kandungku khususnya N. Br. Pasaribu/suami, T. Br. Pasaribu/suami yang telah memberikan dukungan moral maupun moril hingga terselesaikannya tugas akhir ini, dan tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada Pembimbing I Ir. Darianto, MSc dan Pembimbing II Ir. Husin Ibrahim, yang mana tanpa beliau penulis tidak

dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tak lupa juga penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. A. Ya'kub Matondang, MA selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Drs Dadan Ramdan, M.Eng, Sc, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Darianto, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Seluruh Staf, Pengajar dan Pegawai UMA, khususnya Fakultas Teknik (terima kasih atas ilmu yang diberikan).
5. Seluruh Staf dan Karyawan/ti R.S. Haji Medan.
6. Dear, The best friend's Abrori (Abe/Shadow<sup>s</sup>), Bang Ono, Bang Dani, thank's buat translatenya.
7. Buat seseorang yang tercinta Cara Mia dan yang tersayang Risnauli Sinurat (Pokemon).
8. Keluarga Nasafri Nasution, Drs.Ali Mulkan Siregar, Sopyan Warijo.
9. Teman-teman Jurjeg, Jenggot, Inong, Amput, Ucup, Melky, Rambegol, Bogel (Encik), Jatok, Kamben, Botot, Kapuk, Le'k, Bang Ansari, Benget, Rudi Irawan.
10. Seluruh rekan Mahasiswa yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu, khususnya Stambuk 02, thank's my friend's.

Selain itu penulis mohon maaf kepada seluruh pihak pembaca apabila nantinya menemukan kejanggalan-kejanggalan dalam tugas akhir ini. Harapan penulis tugas akhir ini dapat menjadi sumbangan ilmiah yang memperkaya lembaga keilmuan dibidang teknik umumnya dan Teknik Mesin khususnya.

Medan, 15 Januari 2007



**IRAWAN PASARIBU**  
Stb: 02 813 0030



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	8
1.3. Tujuan Penelitian .....	9
1.4. Manfaat Penelitian .....	9
1.5. Metodologi Penelitian .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Teori Dasar Insenerator.....	10
2.1.1. Pengertian Insenerator.....	10
2.1.2. Klasifikasi Insenerator .....	10
2.1.2.1. Insenerator Sistem Tradisional .....	11
2.1.2.2. Insenerator Sistem Manual .....	12
2.1.2.3. Insenerator Sistem Otomatis.....	13
2.1.3. Jenis Insenerator sesuai dengan kegunaannya .....	13
2.1.3.1. Insenerator Crematorium .....	14
2.1.3.2. Insenerator Industri Waste.....	14
2.1.3.3. Insenerator Hospital Waste.....	15
2.1.4. Kontruksi Insenerator .....	15
2.1.5. Proses Pembakaran.....	16
2.1.5.1. Bahan Bakar.....	16
2.1.5.2. Oksigen dari Udara Pembakaran .....	16



2.1.5.3. Suhu (Sumber Panas).....	17
2.1.6. Diagram Alur Insenerator .....	17
2.2. Toeri Empirik (Dasar Perhitungan).....	18
2.2.1. Teori Perpindahan Panas .....	18
2.2.1.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi.....	18
2.2.1.2. Perpidahan Panas Secara Konveksi .....	19
2.2.1.3. Perpidahan Panas Secara Radiasi .....	20
2.2.2. Analisa Perpindahan Panas .....	21
2.2.3. Perhitungan Keseimbangan Massa pada	
Ruang Bakar Pertama.....	21
2.2.3.1. Dari Persamaan (2-7) .....	22
2.2.3.2. Persamaan Terhadap Kecepatan Udara Burner ...	22
2.2.3.3. Persamaan untuk Massa Udara Pembakaran .....	23
2.2.3.4. Penyelesaian untuk Massa Abu .....	24
2.2.4. Perhitungan Keseimbangan Massa pada	
Ruang Bakar Kedua .....	24
2.2.4.1. Persamaan Massa Hasil Pembakaran pada	
Ruang Bakar Kedua.....	24
2.2.4.2. Penyelesaian Massa Abu Hasil Pembakaran pada	
Ruang Bakar Kedua.....	25
2.2.5. Kapasitas Efisiensi Abu pada Ruang Bakar Kedua.....	25

### **BAB III METODOLOGI**

3.1. Jenis Penelitian.....	26
3.1.1. Penelitian Kepustakaan (Library Research).....	26
3.1.2. Penelitian Lapangan .....	26
3.1.3. Media Elektronik.....	26
3.2. Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	27
3.3. Alat-Alat Bantu Penelitian .....	27
3.3.1. Kamera Digital .....	27

3.3.2. Komputer.....	27
3.3.3. Boltpoint, Calkulator dan Flashdisk.....	28
3.4. Hasil Survey .....	28
3.4.1. Lokasi Survey.....	29
3.4.2. Gambar Insenerator Hospital Waste .....	29
3.4.3. Spesifikasi Insenerator .....	30
3.4.4. Gambar Ruang Bakar .....	31
3.4.5. Gambar Burner.....	32
3.4.6. Gambar Stack.....	32
3.4.7. Gambar Blower .....	33
3.4.8. Gambar Tangki Bahan Bakar.....	34
3.4.9. Persentase Komposisi Sampah Medis.....	34

## **BAB IV PERHITUNGAN INSENERATOR**

4.1. Analisa Pembakaran.....	35
4.1.1. Bahan Bakar Insenerator .....	35
4.1.2. Nilai Kalor Bahan Bakar .....	36
4.2. Perhitungan Volume Ruang Bakar .....	38
4.2.1. Perhitungan Volume Ruang Bakar Pertama .....	38
4.2.2. Perhitungan Volume Ruang Bakar Kedua .....	40
4.3. Analisa Gas Asap pada waktu tertentu .....	42
4.3.1. Perhitungan Gas Asap untuk Ruang Bakar Pertama....	42
4.3.2. Perhitungan Gas Asap untuk Ruang Bakar Kedua .....	43
4.4. Perhitungan Kecepatan Gas Asap .....	44
4.5. Analisa Perpindahan Panas/Isolasi Ruang Bakar.....	45
4.6. Perhitungan Cerobong.....	49
4.7. Perhitungan Keseimbangan Massa untuk Ruang Bakar Pertama.....	50
4.7.1. Dari Persamaan 2-7 Subsitusi Persamaan 2-8.....	51

4.7.2. Persamaan 2-12 untuk Massa Udara Pembakaran .....	52
4.7.3. Penyelesaian Persamaan 2-17 untuk Massa Udara Pembakaran .....	54
4.7.4. Penyelesaian 2-18 untuk Massa Abu .....	55
4.8. Perhitungan Keseimbangan Massa pada Ruang Bakar Kedua .....	57
4.8.1. Persamaan 2-22 Massa Hasil Pembakaran pada Ruang Bakar Kedua .....	58
4.8.2. Penyelesaian Persamaan 2-23 untuk Massa Abu Hasil Pembakaran pada Ruang Bakar Kedua .....	58
4.9. Kapasitas Efisiensi Abu % pada Ruang Bakar Kedua .....	59
4.9.1. Analisa Keseimbangan Massa (Abu Pembakaran) .....	60
4.9.2. Analisa I Efisiensi Ruang Bakar Kedua Kapasitas 80% .....	61
4.9.3. Analisa II Efisiensi Ruang Bakar Kedua Kapasitas 60% .....	65
4.9.4. Analisa III Efisiensi Ruang Bakar Kedua Kapasitas 40% .....	66
4.10. Perhitungan Efisiensi Dapur .....	67

## **BAB V KESIMPULAN**

### **LITERATUR**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Persentase Komposisi Sampah Medis .....	34
2. Komposisi Bahan Bakar Diesel .....	37



## DAFTAR GAMBAR

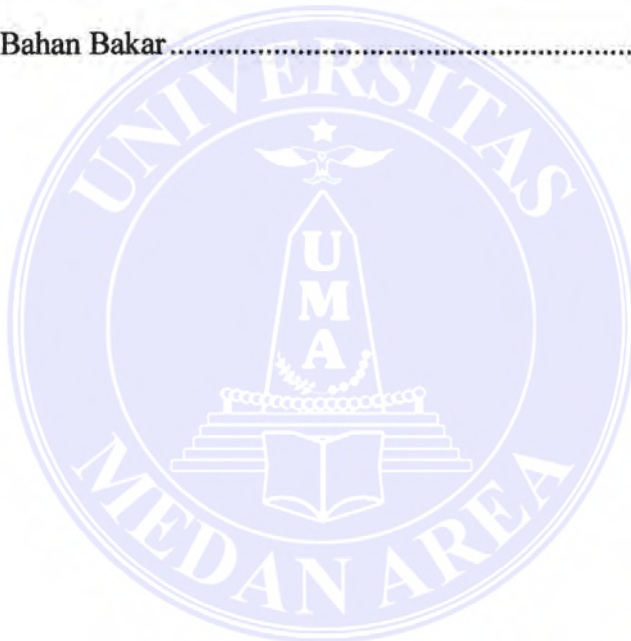
	Halaman
1. Pembersihan Sampah dari Sungai .....	2
2. Pemulung Memungut Sampah.....	2
3. Sampah Medis .....	4
4. Penumpukan Sampah di Sungai .....	5
5. Upacara Ngaben di Bali.....	11
6. Insenerator Sistem Manual .....	12
7. Insenerator Sistem Otomatis.....	13
8. Insenerator Crematorium.....	14
9. Insenerator Industri Waste.....	14
10. Insenerator Hospital Waste.....	15
11. Diagram Alur Insenerator.....	17
12. Lokasi Survey .....	29
13. Insenerator Hospital Waste.....	29
14. a. Ruang Bakar Pertama.....	31
b. Ruang Bakar Kedua .....	31
15. Burner .....	32
16. Stack (Cerobong).....	33
17. Blower.....	33
18. Tangki Bahan Bakar .....	34
19. Ruang Bakar Pertama .....	38
20. a. Ruang Bakar Bidang Persegi Panjang.....	38

b. Ruang Bakar Bidang Segitiga dan Persegi Panjang.....	39
21. Ruang Bakar Kedua .....	40
22. Diagram Tahanan dalam Ruang Bakar.....	46
23. Keseimbangan Massa untuk Ruang Bakar Pertama.....	51
24. Keseimbangan Massa untuk Ruang Bakar Kedua.....	57
25. Kapasitas Efisiensi Abu pada Ruang Bakar Kedua.....	60



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Koversi Satuan.....	70
2. Berat Spesifik dan Kekentalan Kinematik Cairan-cairan tertentu.....	74
3. Nilai Sifat-sifat Logam .....	77
4. Nilai Sifat-sifat bukan Logam .....	79
5. Sifat-sifat Zat Cair Jenuh.....	81
6. Spesifikasi Bahan Bakar.....	84



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG.

Sampah merupakan konsekuensi dari adanya aktifitas manusia. Setiap aktifitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi kita terhadap barang/material yang kita gunakan sehari-hari. Demikian juga dengan jenis sampah, sangat tergantung dari jenis material yang kita konsumsi. ([http://www.Walhi\\_or.id](http://www.Walhi_or.id))

Peningkatan jumlah penduduk dan gaya hidup sangat berpengaruh pada volume sampah. Misalnya saja, kota Jakarta pada tahun 1985 menghasilkan sampah sejumlah 18.500 m<sup>3</sup> per hari dan pada tahun 2000 meningkat menjadi 25.700 m<sup>3</sup> per hari. Jika dihitung dalam setahun, maka volume sampah tahun 2000 mencapai 170 kali besar Candi Borobudur (volume Candi Borobudur = 55.000 m<sup>3</sup>). Selain Jakarta, jumlah sampah yang cukup besar terjadi di Medan dan Bandung. Kota metropolitan lebih banyak menghasilkan sampah dibandingkan dengan kota sedang atau kecil. ([http://www.Walhi\\_or.id](http://www.Walhi_or.id))

Banyak jenis sampah yang secara kimia berbahaya, termasuk obat-obatan, yang dihasilkan oleh fasilitas-fasilitas kesehatan. Beberapa, seperti merkuri, harus dihilangkan dengan cara merubah pembelian bahan-bahan, bahan lainnya dapat didaur-ulang, selebihnya harus dikumpulkan dengan hati-hati dan dikembalikan kefabriknya. ([http://www.Walhi\\_or.id](http://www.Walhi_or.id))





Gambar 1.1 Pembersihan Sampah dari Sungai.

Secara umum, jenis sampah dibagi 2 yaitu sampah organik (biasa disebut sebagai sampah basah) dan sampah anorganik (sampah kering). Sampah basah adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup, seperti daun-daunan, sampah dapur, dll. Sampah jenis ini dapat terdegrasi (membusuk/hancur) secara alami. Sebaliknya dengan sampah kering, seperti kertas, plastik, kaleng, dll, sampah jenis ini tidak dapat terdegrasi secara alami. (<http://www.Walhi.or.id>)



Gambar 1.2. Pemulung Memungut Sampah.

Pada umumnya, sebagian besar sampah yang dihasilkan di Indonesia merupakan sampah basah, yaitu mencakup 60-70 % dari total volume sampah. Oleh karena itu pengelolaan sampah yang terdesentralisasi sangat membantu dalam meminimasi sampah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pada prinsipnya pengelolaan sampah haruslah dilakukan sedekat mungkin dengan sumbernya. Selama ini pengelolaan persampahan, terutama diperkotaan, tidak berjalan efisien dan efektif karena pengelolaan sampah bersifat terpusat. ([http : // www.Walhi\\_or.id](http://www.Walhi_or.id))

Sampah atau limbah dari alat-alat pemeliharaan kesehatan merupakan suatu faktor penting dari sejumlah sampah yang dihasilkan, beberapa diantaranya mahal biaya penanganannya. Namun demikian tidak semua sampah medis berpotensi menular dan berbahaya. Sejumlah sampah yang dihasilkan oleh fasilitas-fasilitas medis hampir serupa dengan sampah domestik atau sampah kota pada umumnya. Pemilahan sampah di sumber merupakan hal yang paling tepat dilakukan agar potensi penularan penyakit dan berbahaya dari sampah yang umum.

Rumah sakit adalah sarana kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan yang meliputi pelayanan rawat jalan, rawat nginap, pelayanan gawat darurat, pelayanan medik dan non-medik, penelitian, dan pendidikan, yang dalam melakukan proses kegiatan hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan sosial, budaya dan dalam menyelenggarakan upaya dimaksud dapat mempergunakan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar terhadap lingkungan. ([http : // www.pdii.lipi.go.id](http://www.pdii.lipi.go.id))

Kegiatan rumah sakit menghasilkan berbagai macam limbah yang berupa benda cair, padat dan gas. Pengelolaan limbah rumah sakit adalah bagian dari kegiatan penyehatan lingkungan di rumah sakit yang bertujuan untuk melindungi masyarakat dari bahaya pencemaran lingkungan yang bersumber dari limbah rumah sakit. (<http://www.pdii.lipi.go.id>)

Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit dan kegiatan penunjang lainnya. Mengingat dampak yang mungkin timbul, maka diperlukan upaya pengelolaan yang baik meliputi pengelolaan sumber daya manusia, alat dan sarana, keuangan dan tata laksana pengorganisasian yang ditetapkan dengan tujuan memperoleh kondisi rumah sakit yang memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan. (<http://www.pdii.lipi.go.id>)



Gambar 1.3. Sampah Medis.

Limbah rumah sakit bisa mengandung bermacam-macam mikroorganisme bergantung pada jenis rumah sakit, tingkat pengolahan yang dilakukan sebelum dibuang. Limbah cair rumah sakit dapat mengandung bahan organik dan anorganik yang umumnya diukur parameter BOD, COD, TSS, dan lain-lain. Sedangkan limbah padat rumah sakit terdiri atas sampah mudah membusuk,

sampah mudah terbakar dan lain-lain. Limbah-limbah tersebut kemungkinan besar mengandung mikroorganisme patogen atau bahan kimia beracun berbahaya yang menyebabkan penyakit infeksi dan dapat tersebar kelingkungan rumah sakit yang disebabkan oleh teknik pelayanan kesehatan yang kurang memadai, kesalahan penanganan bahan-bahan terkontaminasi dan peralatan, serta penyediaan dan pemeliharaan sarana sanitasi yang masih buruk. (<http://www.pdii.lipi.go.id>)



Gambar 1.4. Penumpukan Sampah di Sungai.

Jenis limbah pada rumah sakit :

- a. Limbah Klinik. Limbah dihasilkan selama pelayanan pasien secara rutin, pembedahan dan di unit-unit resiko tinggi. Limbah ini mungkin berbahaya dan mengakibatkan resiko tinggi infeksi kuman dan populasi umum dan staff rumah sakit. Oleh karena itu perlu diberi label yang jelas sebagai resiko tinggi. Contoh limbah jenis tersebut ialah perban atau pembungkus yang kotor, cairan badan, anggota badan yang diamputasi, jarum-jarum dan semprit bekas, kantung urin dan produk darah.

- b. Limbah Patologi. Limbah ini juga dianggap beresiko tinggi dan sebaiknya diotoklaf sebelum keluar dari unit patologi. Limbah tersebut harus diberi label biohazard.
- c. Limbah Bukan Klinik. Limbah ini meliputi kertas-kertas pembungkus atau kantong dan plastik yang tidak berkontak dengan cairan badan. Meskipun tidak menimbulkan resiko sakit, limbah tersebut cukup merepotkan karena memerlukan tempat yang besar untuk mengangkut dan membuangnya.
- d. Limbah Dapur. Limbah ini mencakup sisa-sisa makanan dan air kotor. Berbagai serangga seperti kecoa, kutu dan hewan pengerat seperti tikus merupakan gangguan bagi staff maupun pasien di rumah sakit.
- e. Limbah Radioaktif. Walaupun limbah ini tidak menimbulkan persoalan pengendalian infeksi di rumah sakit, pembuangannya secara aman perlu diatur dengan baik. (<http://www.pdii.lipi.go.id>)

Limbah yang dihasilkan rumah sakit dapat membahayakan kesehatan masyarakat, yaitu limbah berupa virus dan kuman yang berasal dari laboratorium Virologi dan Mikrobiologi yang sampai saat ini belum ada alat penangkalnya sehingga sulit untuk dideteksi. Limbah cair dan limbah padat yang berasal dari rumah sakit dapat berfungsi sebagai media penyebaran gangguan atau penyakit bagi para petugas, penderita maupun masyarakat. Gangguan tersebut dapat berupa pencemaran udara, pencemaran air, tanah, pencemaran makanan dan minuman. Pencemaran tersebut merupakan agen-agen kesehatan lingkungan yang dapat mempunyai dampak besar terhadap manusia. (<http://www.pdii.lipi.go.id>)

Sarana pengolahan/pembuangan limbah cair rumah sakit pada dasarnya berfungsi menerima limbah cair yang berasal dari berbagai alat sanitair,

menyalurkan melalui instalasi saluran pembuangan dalam gedung selanjutnya melalui instalasi saluran pembuangan di luar gedung menuju instalasi pengolahan buangan cair. Dari instalasi limbah, cairan yang sudah diolah mengalir saluran pembuangan ke perembesan tanah atau ke saluran pembuangan kota sarana pengolahan/pembuangan limbah padat yang berasal dari bangsal-bangsal, dapur, kamar operasi, sebagainya baik yang medis maupun non medis perlu dikelola sebaik-baiknya sehingga kesehatan petugas, penderita dan masyarakat di sekitar rumah sakit dapat terhindar dari kemungkinan-kemungkinan dampak pencemaran limbah rumah sakit tersebut. ([http : // www.pdii.lipi.go.id](http://www.pdii.lipi.go.id))

Biasanya limbah klinik, limbah patologi, limbah radio aktif ini ditanam didalam tanah yang ditimbun dengan lapisan kapur adapun caranya sebagai berikut :

- a. Menggali lubang, dengan kedalaman sekitar 2,5 meter.
- b. Tebarkan limbah klinik didasar lubang sampai setinggi 75 cm.
- c. Tambahkan lapisan kapur.
- d. Lapisan limbah yang ditimbun lapisan kapur masih bisa ditambahkan sampai ketinggian 0,5 meter dibawah permukaan tanah.
- e. Akhirnya lubang tersebut harus ditutup dengan tanah. ([http : // www.pdii.lipi.go.id](http://www.pdii.lipi.go.id))

Dikarenakan semakin sedikitnya lahan untuk penanaman dan semakin banyaknya limbah tersebut maka pihak rumah sakit menggunakan Insenerator (pembakar).

Insenerator adalah alat pemusnah limbah padat dengan cara pembakaran yang terkendali sehingga emisi gas buangnya terkontrol atau tidak mencemari

lingkungan serta abu hasil pembakaran tidak berbahaya. Selain digunakan pada pembakaran sampah medis dan sampah masyarakat, Insenerator juga digunakan untuk membakar mayat (Insenerator Crematorium) atau yang sering disebut dengan Ngaben yang dipergunakan oleh tradisional Bali yang memeluk agama Hindu dan Budha, begitu juga dengan masyarakat Medan yang beretnis Tionghoa. Berdasarkan klasifikasinya Insenerator dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

1. Insenerator sistim tradisional.
2. Insenerator sistim manual.
3. Insenerator sistim otomatis.

Keterangan dari ketiga sistim Insenerator ini dapat dijabarkan sesuai dengan sistim dan cara kerja dari Insenerator tersebut pada bab selanjutnya. Sedangkan berdasarkan jenis dan kegunaannya Insenerator dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Insenerator Crematorium ( Pembakar Mayat ).
2. Insenerator Industri Waste ( Pembakar Sampah Masyarakat ).
3. Insenerator Hospital Waste ( Pembakar Sampah Medis ).

Keterangan dari ketiga Insenerator ini juga akan dijabarkan pada bab selanjutnya.

## 1.2. PERUMUSAN MASALAH.

Berhubung karena ruang lingkup masalah pembakaran sangat luas maka sesuai dengan judul yakni “**Insenerator Hospital Waste**” maka dengan mengambil pokok-pokok pembahasan ini diharapkan dapat mempengaruhi masalah yang ada.

Adapun pokok-pokok permasalahan yang akan dibahas pada bab berikutnya adalah sebagai berikut :

1. Analisa nilai bahan bakar.
2. Analisa volume ruang bakar pertama dan kedua.
3. Analisa cerobong asap.
4. Analisa perpindahan panas pada ruang bakar.

### **1.3. TUJUAN.**

1. Menganalisa sistem isolasi yang dipergunakan pada Insenerator.
2. Menganalisa sistem pembakaran pada burner 1 dan 2.
3. Menghitung komposisi bahan bakar.

### **1.4. MANFAAT.**

1. Area TPA bebas tanpa limbah infeksius.
2. Meluaskan pandangan mahasiswa terhadap jenis-jenis permasalahan yang ada dibidang bersangkutan.
3. Masyarakat aman dari bahan-bahan zat-zat yang menular.
4. Sebagai bahan referensi bagi mahasiswa dengan masalah yang sama.

### **1.5. METODOLOGI.**

Penulisan hasil penelitian ini berdasarkan pada :

- a. Penelitian kepustakaan (library research) merupakan cara pengumpulan data teoritis atau literatur yang khusus membahas tentang masalah perpindahan panas.
- b. Penelitian lapangan, yang merupakan cara penelitian langsung dan telah dilakukan di Rumah Sakit Haji Medan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. TEORI DASAR INSENERATOR.**

##### **2.1.1. Pengertian Insenerator.**

Secara umum Insenerator dikenal sebagai alat pemusnah limbah padat dengan cara pembakaran yang terkendali, sehingga emisi gas buangnya terkontrol atau tidak mencemari lingkungan serta abu hasil pembakaran tidak berbahaya. Tetapi secara khusus Insinerator berfungsi sebagai alat atau mesin konversi energi yang mengkonversikan energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas, dimana energi panas tersebut dimanfaatkan didalam ruang bakar untuk membakar objek (limbah/sampah).

##### **2.1.2. Klasifikasi Insenerator.**

Dengan meningkatnya perkembangan teknologi maka timbullah berbagai pemikiran dan membuat suatu perubahan pada mesin Insenerator ini dimana pada dasarnya mesin Insenerator ini hanyalah sebagai tungku pemanas dan kini memiliki berbagai jenis Insenerator yaitu :

1. Insenerator Sistem Tradisional.
2. Insenerator Sistem Manual.
3. Insenerator Sistem Otomatis.

Keterangan dari ketiga Insenerator ini dapat dijabarkan sesuai dengan sistem dan cara kerja dari Insenerator tersebut dengan keadaan yang diambil dari lapangan.

### 2.1.2.1. Insenerator Sistem Tradisional.

Insenerator sistem tradisional ini adalah dimana sistem kerjanya masih dikendalikan oleh tenaga manusia sepenuhnya, dari sistem ini masih menggunakan bahan bakar kayu dan proses pembakaran ini belum menggunakan ruang bakar, melainkan hanyalah tungku perapian yang mana terdapat galangan-galangan besi untuk tempat penyusunan kayu bakar dan batas susunan kayu ini diletakkan mayat untuk dibakar atau sering kita kenal dengan istilah NGABEN. Pembakaran awal menggunakan minyak lampu yang disiramkan ke kayu bakar dan diberikan percikan api (korek api), sehingga susunan kayu bakar terbakar bersama mayat. Sistem kerja tradisional ini belum dikatakan Insenerator tetapi prinsip kerjanya tidak jauh beda dengan sistem kerja Insenerator yang memanfaatkan panas untuk pembakaran, hanya perbedaannya adalah Insenerator telah menggunakan sistem teknologi pemesinan.



Gambar 2.1. Upacara Ngaben di Bali.

### 2.1.2.2. Insenerator Sistim Manual.

Insenerator ini masih banyak type dan cara kerjanya dimana dikatakan manual karena masih menggunakan tenaga manusia untuk melakukan proses pembakaran dalam bentuk pemasukan limbah kedalam ruang bakar. Tetapi pada sistem manual ini menggunakan sistem ruang bakar dan sistem penyemprotan bahan bakar kedalam ruang bakar dengan menggunakan sistem BURNER, dengan adanya sistem burner ini pembakaran sudah didalam ruang bakar dan tidak menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar melainkan bahan bakar, bahan bakar ini disuplay kedalam ruang bakar oleh injection pump pada burner dan menggunakan blower untuk menekan bahan bakar kedalam ruang bakar sehingga bahan bakar menyebar didalam ruang bakar, akibat adanya penyebaran bahan bakar tersebut maka nyala api dalam ruang bakar menyebar untuk membakar sampah/limbah tersebut.



Gambar 2.2. Insenerator Sistem Manual.

### 2.1.2.3. Insenerator Sistem Otomatis.

Insenerator otomatis ini adalah suatu mesin yang proses kerja pembakarannya telah diatur oleh sistem komputerisasi dimana pada Insenerator ini telah terdapat beberapa fungsi dari kontrol panel, tetapi pada Insenerator ini hanya sistem pembakaran dan sistem pengontrolan proses pembakaran serta sistem gas buang yang dapat dikendalikan oleh sistem otomatis. Karena sistem pemasukan objek/sampah yang akan dibakar masih menggunakan sistim tenaga manusia. Setelah sampah/limbah dimasukkan kedalam Insenerator maka sistim kontrol panel dihidupkan dan mulai pembakaran hingga selesai, pembakaran dapat diatur oleh sistim otomatis.



Gambar 2.3. Insenerator Sistem Otomatis.

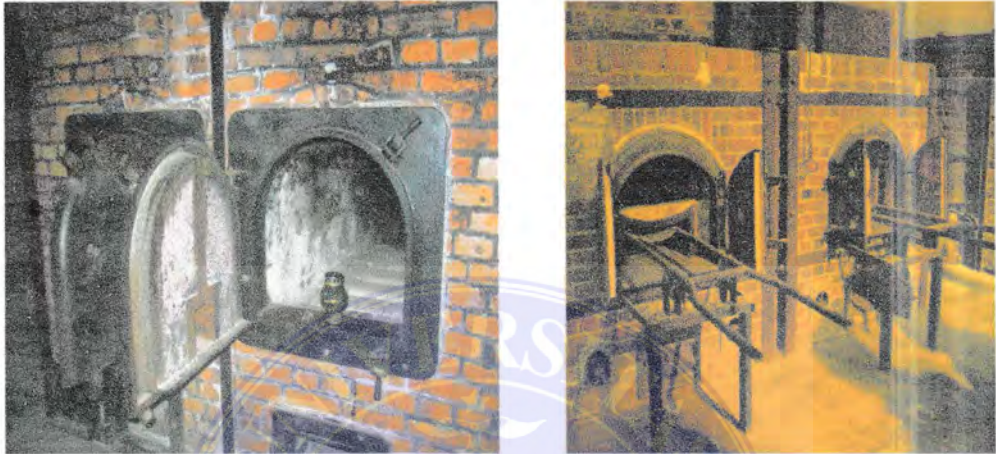
### 2.1.3. Jenis Insenerator Sesuai dengan Kegunaannya.

Insenerator dapat dibagi tiga sesuai dengan kegunaannya :

1. Insenerator Crematorium ( Pembakar Mayat ).
2. Insenerator Industri Waste ( Pembakar Sampah Masyarakat ).
3. Insenerator Hospital Waste ( Pembakar Sampah Medis ).

### 2.1.3.1. Insenerator Crematorium ( Pembakar Mayat ).

Insenerator ini jenis ini biasanya dipergunakan oleh pengelola Vihara untuk membakar mayat atau menjadikan mayat menjadi abu sesuai dengan kepercayaan dan ajarannya.



Gambar 2.4. Insenerator Crematorium.

### 2.1.3.2. Insenerator Industri Waste ( Pembakar Sampah Masyarakat ).

Pihak-pihak restoran, perhotelan, perumahan, tempat perbelanjaan dan lain-lain sebagainya menggunakan Insenerator sebagai pemusnahan limbah yang mereka hasilkan.



Gambar 2.5. Insenerator Industri Waste.

### 2.1.3.3. Insenerator Hospital Waste (Pembakar Sampah Medis ).

Insenerator ini menggunakan pembakaran yang lebih sempurna di banding dengan lainnya, dimana kita ketahui Insenerator ini membakar sampah medis yang banyak mengandung kuman dan bakteri, apabila pembakaran sampah medis ini kurang sempurna maka dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya.



Gambar 2.6. Insenerator Hospital Waste.

### 2.1.4. Kontruksi Insenerator.

Kontruksi tungku terbuat dari plat baja yang meliputi bagian-bagian sebagai berikut :

- a. Ruang bakar pertama (Primary Burning Chamber).
- b. Ruang bakar kedua (Secondary Burning Chamber).
- c. Cerobong asap (Stack).
- d. Batu penyimpan panas, tahan sampai temperatur 1750 <sup>0</sup>C.

- e. Cement penyimpan panas, tahan sampai temperatur 1600 °C untuk mengisi pada lekukan-lekukan.
- f. Cement perekat batu penyimpan panas.
- g. Cement isolator/insulator amperlite.
- h. Insulating bricks menghambat panas dan temperatur luar tidak lebih dari 30 °C.

### 2.1.5. Proses pembakaran.

Sistem pembakaran ada beberapa jenis sesuai dengan bahan bakar yang dipergunakan pada suatu alat (benda) dan kita ketahui untuk melakukan proses pembakaran diperlukan tiga unsur yaitu :

1. Bahan bakar.
2. Oxygen dari udara pembakaran.
3. Suhu (sumber panas) untuk memulai pembakaran.

#### 2.1.5.1. Bahan bakar.

Bahan bakar adalah segala bahan yang dapat dibakar, ada tiga jenis bahan bakar yaitu :

- a. Bahan bakar padat (solid fuel).
- b. Bahan bakar cair (liquid fuel).
- c. Bahan bakar gas (gaseous fuel).

#### 2.1.5.2. Oxygen dari udara pembakaran.

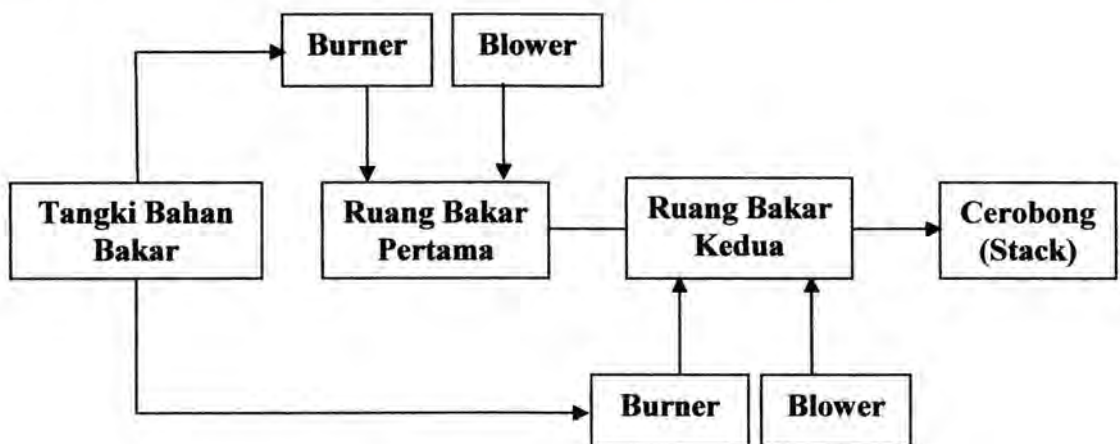
Harus kita ketahui bahwa udara merupakan yang sangat penting pada setiap pembakaran, agar proses pembakaran sempurna maka udara yang akan kita suplay harus kontiniu dan efisien.

### 2.1.5.3. Suhu (sumber panas).

Untuk memulai pembakaran panas yang dipergunakan pada proses pembakaran sangat penting, tanpa adanya panas bagaimana mungkin bahan bakar akan terbakar, sebagai sumber panas untuk proses pembakaran biasanya dimulai dengan percikan api, arus listrik dll.

Sampah yang akan dibakar terlebih dahulu dikumpulkan dari berbagai ruangan dirumah sakit, ini dimaksudkan agar pembakaran tidak berulang-ulang. Setelah sampah terkumpul pintu ruang bakar pada Insenerator dibuka dan sampah yang dikumpulkan tadi langsung dimasukkan kedalam ruang bakar. Proses pembakaran dengan Insenerator berlangsung pada suhu tinggi ( $600-800^{\circ}\text{C}$ ), pada suhu tersebut limbah padat organik sudah dapat hancur terbakar dan abu yang dihasilkan akan dalam keadaan bersih/steril, proses pembakaran ini terjadi pada ruang bakar pertama. Gas hasil pembakaran limbah tersebut dibakar juga pada suhu lebih tinggi yaitu antara  $800-1000^{\circ}\text{C}$ , agar gas buangnya bersih dan emisinya terkendali, proses pembakaran ini terjadi pada ruang bakar kedua.

### 2.1.6. Diagram Alur Insenerator.



Gambar 2.7. Diagram Alur Insenerator.



## 2.2. TEORI EMPIRIK (DASAR PERHITUNGAN).

### 2.2.1. Teori Perpindahan Panas.

Pada dasarnya ada tiga cara perpindahan panas, dimana panas dapat dipindahkan dari suatu sumber panas ke bagian yang lebih dingin atau dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Ketiga cara perpindahan panas tersebut antara lain :

- a) Konduksi (hantaran).
- b) Konveksi (aliran).
- c) Radiasi (pancaran).

Perpindahan panas tersebut dapat terjadi melalui media perantara seperti, media padat, cair atau gas (konduksi dan konveksi) atau dapat juga tanpa melalui media apapun (radiasi).

Dalam kenyataan sehari-hari perpindahan panas ini sering terjadi secara kombinasi dari ketiga cara di atas. Perpindahan panas yang terjadi pada ruang bakar melalui ketiga cara perpindahan panas di atas yaitu : konduksi, konveksi, radiasi.

#### 2.2.1.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi.

Perpindahan panas secara konduksi adalah proses perindahan panas suatu sumber panas ke benda yang menerima panas melalui media padat. Energi panas yang dipindahkan tersebut diberikan dari satu sisi yang lebih panas ke sisi yang lebih dingin melalui perantara molekul – molekul dari media padat tersebut yang saling bergetar tetapi masing-masing molekul tersebut berada pada tempatnya.

Besarnya laju perpindahan panas konduksi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = - k A \frac{\partial T}{\partial X} \dots\dots\dots 2-1 \text{ (J.P. Holman "Perpindahan$$

Kalor" hal. 2)

Dimana :

Q = Laju perpindahan panas ( W/m<sup>2</sup> ).

k = Hantaran Thermal ( W/m.°C ).

A = Luas permukaan perpindahan panas ( m<sup>2</sup> ).

$\frac{\partial T}{\partial X}$  = Gradien suhu ke arah perpindahan panas.

- = (Negative) menandakan kalor mengalir ke arah yang bertemperatur rendah dalam skala suhu.

### 2.2.1.2. Perpindahan Panas Secara Konveksi.

Perpindahan panas secara konveksi adalah proses perpindahan panas melalui fluida cair atau gas. Bila suatu pipa baja yang dialiri oleh fluida panas, maka fluida tersebut akan menghantarkan panas tersebut ke seluruh bagian dinding, proses perpindahan panas terjadi dari permukaan dinding sebelah dalam ke permukaan dinding sebelah luar.

Perpindahan panas secara konveksi dapat di bagi atas dua bagian yaitu :

1. Konveksi alami (Natural or Free Convektion).

Yaitu perpindahan panas melalui fluida secara alami, misalnya dengan memanaskan sebatang pipa kemudian dibiarkan pipa tersebut menjadi dingin, fluida yang menghantarkan kalor adalah udara luar/terbuka, jadi perpindahan panas yang terjadi di sini adalah perpindahan panas secara konveksi alami.

## 2. Konveksi paksa (forced convection).

Yaitu perpindahan panas konveksi dengan menggunakan media pembantu untuk lebih mempercepat laju aliran fluida.

Laju perpindahan panas konveksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_c = h A (T_w - T_x) \dots\dots\dots 2-2 \text{ (J.P. Holman "Perpindahan$$

Kalor" hal. 40)

Dimana :

$Q_c$  = Laju aliran perpindahan panas kalor konveksi (  $W/m^2$  ).

$h$  = Koefisien perpindahan panas konveksi (  $W/m^2\text{ }^\circ C$  ).

$A$  = Luas penampang perpindahan panas (  $m^2$  ).

$T_w$  = Suhu permukaan (  $^\circ C$  ).

$T_x$  = Suhu fluida yang mengalir (  $^\circ C$  ).

### 2.2.1.3. Perpindahan Panas Secara Radiasi.

Perpindahan panas secara radiasi adalah proses perpindahan panas dari satu sumber panas ke penerima panas secara memancar (tanpa media). Melalui suatu gelombang elektromagnetik. Saat sumber panas mengalir sebagian energinya akan diserap oleh penerima panas sebagian lagi akan dipantulkan.

Besarnya perpindahan panas secara radiasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \sigma \varepsilon A T^4 \dots\dots\dots 2-3 \text{ (J.P. Holman "Perpindahan$$

Kalor" hal 13)

Dimana :

Q = Laju perpindahan kalor radiasi (  $W/m^2$  ).

$\sigma$  = Konstanta Stefan – Boltzman (  $5.669 \times 10^8 W/m^2 K^4$  ).

$\epsilon$  = Emisifitas benda.

T = Suhu absolut (  $^{\circ}K$  ).

A = Luas permukaan (  $m^2$  ).

### 2.2.2. Analisa Perpindahan Panas.

$$q = \frac{TA - TB}{\frac{1}{h_1 A} + \frac{\Delta x}{kA} + \frac{1}{h_2 A}} \dots\dots\dots 2-4 \text{ (J.P. Holman "Perpindahan$$

Kalor" hal 32)

Maka untuk perpindahan panas menyeluruh.

$$q = U A \Delta T \text{ menyeluruh} \dots\dots\dots 2-5 \text{ (J.P. Holman "Perpindahan$$

Kalor" hal 33)

Maka :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_3} + \frac{\Delta x_4}{k_4} + \frac{1}{h_1}} \dots\dots\dots 2-6 \text{ (J.P. Holman$$

"Perpindahan Kalor" hal 34).

### 2.2.3. Perhitungan Keseimbangan Massa Pada Ruang Bakar Pertama.

Massa yang masuk = Massa yang keluar .....2-7. (Tony Liwe "Pollution engineering smokeless incinerator" hal 2).

$$M_f + M_{cpj} + M_{al} = M_{s1} + M_{fgl}$$

Dimana :

$M_f$  = Kapasitas sampah.

$M_{cp1}$  = Massa hasil dari pembakaran .

$M_{a1}$  = Massa udara (blower burner).

$M_{s1}$  = Massa abu.

$M_{fg1}$  = Massa gas asap.

### 2.2.3.1. Dari Persamaan (2-7).

$$M_{fg1} = M_f + M_{cp} + M_{a1} - M_{s1} \dots \dots \dots 2-8 \text{ (Tony Liwe "Pollution}$$

engineering smokeless incinerator" hal 2).

$M_f$  = 60 kg/jam ( kapasitas sampah ).

$M_{cp1}$  = 1 kg/min .....2-9.

$M_{cp1}$  = ( $M_{fd1}$ ) +  $M_{ab}$ ) .....2-10.

$M_{fd}$  =  $B_c \times B_q \times \rho$  .....2-11.

$M_{fd}$  = Massa bahan bakar.

Dimana :

$B_c$  = Kapasitas bahan bakar untuk ruang bakar.

$B_q$  = Jumlah burner.

$\rho$  = Density bahan bakar.

### 2.2.3.2. Persamaan Terhadap Kecepatan Udara Burner ( $M_{ab}$ ).

$$M_{ab} = Q \times \Delta a \times B_q \dots \dots \dots 2-12. \text{ (Tony Liwe "Pollution}$$

engineering smokeless incinerator" hal 2).

$Q$  =  $V \cdot A$  .....2-13.

$V$  =  $\frac{\pi d \cdot n}{60}$  .....2-14.

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$120 f = pn \dots\dots\dots 2-15.$$

$$n = \frac{120 f}{p}$$

$\Delta a$  = Density udara = 0,075 lb/ft<sup>3</sup> ...(Ken's mechanical Engineering" hand book, Power Volume).

$$M_{cp1} = M_{fd1} + M_{ab1} \dots\dots\dots 2-16 \text{ (Tony Liwe "Pollution engineering, hal 4)}$$

$M_{fd1}$  = Massa bahan bakar.

$M_{ab1}$  = Massa udara.

**2.2.3.3. Persamaan Untuk Massa Udara Pembakaran ( $M_{a1}$ ).**

$$M_{a1} = (Qa) (\Delta a) (jb) \dots\dots\dots 2-17.$$

$Qa$  = Ukuran kapasitas.

$\Delta a$  = Density Udara.

$jb$  = Jumlah blower.

**2.2.3.4. Penyelesaian Untuk Massa Abu ( $M_{s1}$ ).**

$$M_{s1} = Aac + Af \dots\dots\dots 2-18.$$

$Aac$  = Abu sampah.

$Af$  = Abu bahan bakar.

$$Af = (M_{fd}) (\% \text{ massa abu}) \dots\dots\dots 2-19.$$

#### 2.2.4. Perhitungan Keseimbangan Massa Untuk Ruang Bakar Kedua.

Massa yang masuk dalam sistem = Massa yang keluar dari sistem

$$M_{fg1} + M_{cp2} + M_{a2} = M_{s2} + M_{fg2} \dots\dots\dots 2-20 \text{ (Tony Liwe "Pollution engineering, hal 4).}$$

Dimana :

$M_{fg1}$  = Massa gas asap dari ruang bakar pertama.

$M_{cp2}$  = Massa hasil pembakaran (burner ruang bakar kedua).

$M_{a2}$  = Massa udara (dari burner ruang bakar kedua).

$M_{s2}$  = Massa abu (hasil dari ruang bakar kedua).

$M_{fg2}$  = Massa gas asap keluar dari cerobong.

##### 2.2.4.1. Persamaan Untuk Massa Hasil Pembakaran Pada Ruang Bakar Kedua ( $M_{cp}$ )

$$M_{cp2} = M_{fd2} + M_{ab2} \dots\dots\dots 2-22 \text{ (Tony Liwe "Pollution engineering, hal 5)}$$

$M_{fd2}$  = Massa bahan bakar.

$$= (Bc) (\rho).$$

$Bc$  =  $(Tf) (TB)$ .

$Tf$  = Kapasitas bahan bakar.

$TB$  = Jumlah burner.

$\rho$  = Density bahan bakar diesel.

$M_{ab2}$  = Massa udara.

$$= \frac{60(Q) (\Delta a) (3,281)^3 (1)}{2.205}$$

$Q$  =  $V \cdot A$ .

$Aa$  = Density udara.

### 2.2.4.2. Penyelesaian Untuk Massa Abu Hasil Pembakaran Pada Ruang Bakar Kedua ( $M_{s2}$ ).

$$M_{s2a} = A_{mfg} + A_{f2} \dots 2.23. \text{ (Tony Liwe "Pollution engineering, hal 5).}$$

$$A_{mfg} = \text{Abu gas asap dari ruang bakar pertama} \dots 2-23a.$$

$$A_{f2} = (M_{fd2}) (\% \text{ massa abu}) \dots 2-23b.$$

$$A_{f2} = \text{Abu gas asap dari ruang bakar kedua.}$$

### 2.2.5. Kapasitas Efisiensi Abu (%) Pada Ruang Bakar Kedua (Secondary Chamber Dust Efisiensi, % SCDRE).

Massa abu yang masuk = Massa abu yang keluar

$$M_{s1a} + M_{cp2a} = M_{s2a} + M_{fg2a} \dots 2-24. \text{ (Tony Liwe "Pollution engineering, hal 5).}$$

$$M_{s1a} = 30\% (M_{s1}) \dots 2-24a.$$

$$M_{cp2a} = (M_{fd2}) (\text{massa abu } \%) \dots 2-24b.$$

$$M_{fg2a} = M_{s1a} + M_{cp2a} - M_{s2a} \dots 2-25$$

$$\rho_{\text{actual}} = \rho_c (C_l) (C_p) \dots 2-26.$$

$$\text{Kapasitas 60\%} = (M_{s2a}) (60\%) \dots 2-24d.$$

$$\text{Kapasitas 40\%} = (M_{s2a}) (40\%) \dots 2-24e.$$



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. JENIS PENELITIAN.

Adapun jenis penelitian yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian kepustakaan (library research).
2. Penelitian lapangan.
3. Media elektronik.

##### 3.1.1. Penelitian Kepustakaan (Library Research).

Merupakan cara pengumpulan data yang diambil dari text book, jurnal, majalah, skripsi, koran dll. Yang khusus membahas tentang Insenerator dan Perpindahan Panas.

##### 3.1.3. Penelitian Lapangan.

Merupakan penelitian langsung yang dilakukan ditempat survey dengan cara mengadakan interview atau wawancara berbentuk tanya jawab langsung dengan pembimbing setempat, mengadakan pengamatan pada benda yang dianalisa.

##### 3.1.3. Media Elektronik.

Media elektronik yang digunakan dalam pengambilan data adalah Internet. Data diambil dengan membuka beberapa website yang ada hubungannya dengan masalah diatas.

### **3.2. TEMPAT DAN WAKTU PELAKSANAAN.**

#### **a. Tempat penelitian.**

Tempat penelitian dilaksanakan di R.S. Haji Medan yang beralamat di jl. Rumah Sakit Haji Medan Estate.

#### **b. Waktu pelaksanaan penelitian.**

Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan, terhitung dari sejak tanggal 12 Juli 2006 s/d 12 September 2006.

### **3.3. ALAT-ALAT BANTU PENELITIAN.**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kamera Digital.
2. Komputer.
3. Disk Card, Bolt Point, Calculator.

#### **3.3.1. Kamera Digital.**

Untuk mengambil gambar selama pelaksanaan riset menggunakan kamera digital Samsung yang mempunyai camera type 4 Mega Fixel. Setelah gambar selesai diambil gambar dipindahkan kekomputer.

#### **3.3.2. Komputer.**

Dalam pelaksanaan pengetikan, pengaturan gambar (Photo), penggambaran, penyimpanan data menggunakan komputer yang berbasis Ms Word. Dan AutoCad.

### **3.3.3 Disk Card, Bolt Point, Calculator.**

a. Disk card.

Setelah data diketik, digambar, disusun data disimpan dikomputer. Selain dikomputer data juga disimpan disk card.

b. Bolt Point.

Penulisan data digunakan dengan bolt point type faste C – 600 Black.

c. Calculator.

Untuk menghitung hasil dari perhitungan analisa Insinerator alat bantu hitung yang digunakan adalah calculator type karece. Kc-108.

### **3.4. HASIL SURVEY.**

Dari hasil survey yang dilakukan di Rumah Sakit Haji Medan, maka didapat beberapa data yang memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, adapun data dari hasil survey yaitu :

1. Lokasi Survey
2. Gambar Insenerator Hospital Waste.
3. Spesifikasi Insenerator.
4. Gambar Ruang Bakar.
5. Gambar Burner.
6. Gambar Stack.
7. Gambar Blower.
8. Gambar Tangki Bahan Bakar.
9. Persentase Komposisi Sampah Medis.

### 3.4.1. Lokasi Survey.

Sebagai sarana pelayanan kesehatan dan pendidikan (AKPER dan AKBID) Rumah Sakit Haji Medan ini mempunyai tempat yang strategis, jauh dari kebisingan jalan raya pabrik-pabrik dan rumah sakit. Rumah Sakit Haji Medan ini mempunyai luas area  $\pm$  15 hektar, sudah termasuk sarana pendidikan dan bertempat di Jl. Rumah Sakit Haji Medan Estate. Lokasi ini sudah termasuk lokasi perkotaan (tidak jauh dari pusat perbelanjaan).



Gambar 3.1 Lokasi Survey.

### 3.4.2. Gambar Insenerator Hospital Waste.



Gambar 3.2. Insenerator Hospital Waste.

Gambar di atas adalah Insenerator model ICI – 800 C untuk pembakaran sampah, yang dirancang sebagai pembakaran yang memiliki temperatur ruang bakar 600 °C – 1000 °C dan mempunyai pensterilan gas buang sehingga Insenerator ini aman dan tidak mengganggu terhadap makhluk hidup.

### 3.4.3. Spesifikasi Insenerator.

#### Spesifikasi

Kapasitas Insenerator	= 60 kg/jam.
Temperatur maximal	= 1000 °C.
Burner Ex Amerika	= 2 buah.
Blower Ex Amerika	= 2 buah.
Bahan bakar minyak tanah/solar	= 20 liter/jam.
Listrik/voltage	= 220 V, 50 Hz, 1 phase, 6 Amp.
Cerobong asap (Diameter)	= 380mm (Galvanis)
Tinggi	= 7000 mm.

Dari data diatas maka Insenerator ini mempunyai keuntungan sebagai berikut :

- Sanggup bekerja pada temperatur tinggi.
- Tidak memerlukan tempat yang luas, dan tidak menimbulkan polusi.
- Mudah dioperasikan.
- Waktu pembakaran cepat.
- Menggunakan pendingin khusus.
- Penggunaan Insenerator yang kontiniu.

#### 3.4.4. Gambar Ruang Bakar.

Ruang bakar berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pembakaran sampah. Insenerator ini mempunyai 2 ruang bakar antara lain :

a. Ruang Bakar Pertama.

Ruang bakar pertama berfungsi untuk membakar limbah padat menjadi abu suhu pada ruangan ini sekitar 600 – 800 °C.



Gambar 3.3a. Ruang Bakar Pertama.

b. Ruang Bakar Kedua.

Untuk membakar gas dari hasil pembakaran pada ruang bakar pertama suhu pada ruangan ini harus lebih tinggi yaitu sekitar 800 – 1000 °C, agar terjadi pembakaran yang sempurna dan gas yang keluar tidak berbahaya.



Gambar 3.3b. Ruang Bakar Kedua.

### 3.4.5. Gambar Burner.

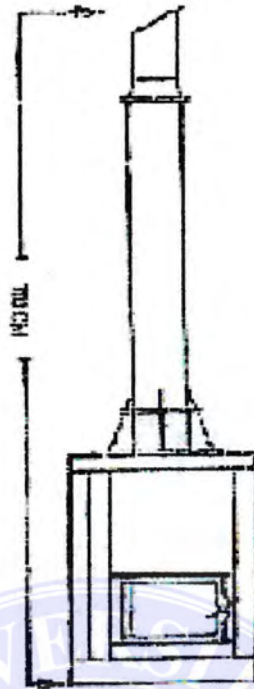
Burner berfungsi sebagai alat untuk menyuplai bahan bakar dan mengakibatkan bahan bakar dengan udara tercampur sebelum bahan bakar disuplai ke dalam ruang bakar, agar bahan bakar mudah terbakar.



Gambar 3.4. Burner.

### 3.4.6. Gambar Stack.

Stack berfungsi sebagai tempat saluran gas buang dari pembakaran dalam ruang bakar, stack ini dilengkapi dengan proses water spray untuk membersihkan gas buang yang dikeluarkan ke udara bebas, sehingga gas buang tidak mengandung zat yang berbahaya yang dapat merugikan kesehatan manusia.



Gambar 3.5. Stack.

### 3.4.7. Gambar Blower.

Blower berfungsi untuk menekan bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar dan berfungsi juga sebagai pengisap gas buang yang diproduksi oleh pembakaran agar dapat ke luar dengan lancar sehingga memaksimalkan efisiensi pembakaran pada ruang bakar.



Gambar 3.6. Blower.



### 3.4.8. Gambar Tangki Bahan Bakar.

Tangki bahan bakar berfungsi sebagai wadah penampungan bahan bakar yang akan dialirkan ke burner



Gambar 3.7. Tangki Bahan Bakar.

### 3.4.9. Persentase Komposisi Sampah Medis.

Jenis Sampah	Persentase (%)
Botol infus	15
Kaca/plastik	35
Jarum suntik/spuit benang	25
Kain kasa	10
Jaringan tubuh/sisa operasi	5
Sisa kuret/darah beku stool	2,5
Desinfektran/karbol	3,5
Formaldehid	2,5
Jaringan mati	1,5
Total	100%

*Data diperoleh dari hasil survey*

Tabel 3.1. Persentase Komposisi Sampah Medis.

## BAB V

### KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan, maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

#### 1. ANALISA BAHAN BAKAR

- a. High Heating Value ( HHV ) = 47224,8 Kj/kg  
= 11244 Kkal/kg
- b. Low Heating Value ( LHV ) = 44449,867 Kj/kg  
= 10583,301 Kkal/kg

#### 2. VOLUME RUANG BAKAR PERTAMA DAN KEDUA

- a. Volume Ruang Bakar Pertama = 0,613 m<sup>3</sup>
- b. Volume Ruang Bakar Kedua = 0,273 m<sup>3</sup>

#### 3. CEROBONG ASAP

- a. Tinggi ( H ) = 7 m
- b. Luas Penampang ( A ) = 0,113 m<sup>3</sup>
- b. Diameter ( D ) = 380 mm ( 0,38 m )
- c. Kecepatan Gas Asap ( V ) = 4,5 m/s
- e. Efisiensi Dapur = 95 %

#### 4. PERPINDAHAN PANAS TIAP-TIAP LAPISAN

- a. T<sub>1</sub> = 904,053 °C
- b. T<sub>2</sub> = 292,634 °C
- c. T<sub>3</sub> = 129,238 °C
- d. T<sub>4</sub> = 129,105 °C

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

## 5. ISOLASI YANG DI PERGUNAKAN

a. Batu tahan api pada temperature 1100 °C

$k = 1,09 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  dengan tebal 0,152 m

b. Tahan diatome dicetak dan dibakar tahan pada temperature 870 °C

$k = 0,31 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  dengan tebal 0,2 m

c. Semen portlan

$k = 0,29 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  dengan tebal 0,05 m

d. Baja karbon tahan pada temperature 400 °C

$k = 42 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  dengan tebal 0,006 m



## LITERATUR

1. Calvin R. Brunner, 1993. Hazardus. "Waste Incenerator" New York : Mc Graw-Hill, Inc.
2. Calvin R. Brunner, P.E, D.E.E (1993) Hazardus "Waste Incenerator" New York : Mc Graw-Hill, Inc. PP. 246-249.
3. Soemitro. Herman Widodo, (Seri Buku Schaum), "Mekanika Fluida & Hidrulika". Edisi II. Penerbit erlangga. 1984.
4. Muin. Syamsir A, "Pesawat-Pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap)" Penerbit CV. Rajawali. Jakarta. 1998.
5. Holmann. J. P, "Perpindahan Kalor" Edisi ke Enam. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1993.
6. Ken's, "Mechanical Engineering Hand Book" (Power Volume).
7. Tony Liwe, "Polution Engineering Smokelees Incenerator" Model BCA. Seri Kembangan Selangor Dalur Ehsan Malaysia, (2003).