

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Medis**

Sampah medis dihasilkan dari tindakan diagnosis dan tindakan medis terhadap pasien. Termasuk dalam kajian tersebut juga kegiatan medis di ruang poliklinik, perawatan, bedah, kebidanan, otopsi dan ruang laboratorium. Limbah padat medis sering juga disebut sampah biologis. Limbah medis dapat digolong-golongkan menjadi (Djojodibroto,1997) :

- a) Limbah benda tajam  
Limbah ini bisa berupa jarum, pipet, pecahan kaca, dan pisau bedah.  
Benda-benda ini mempunyai potensi menularkan penyakit
- b) Limbah infeksius  
Dapat dihasilkan oleh laboratorium, kamar isolasi, kamar perawatan, dan sangat berbahaya karena bisa juga menularkan penyakit
- c) Limbah jaringan tubuh  
Limbah ini berupa darah, anggota badan hasil amputasi, cairan tubuh, dan plasenta.
- d) Limbah farmasi  
Berupa obat-obatan atau bahan yang telah kadaluarsa, obat-obat yang terkontaminasi, obat yang dikembalikan pasien atau yang tidak digunakan.
- e) Limbah kimia  
Terdapat limbah kimia yang berbahaya dan tidak berbahaya dan juga limbah yang bisa meledak atau yang hanya bersifat korosif.
- f) Limbah radioaktif  
Bahan yang terkontaminasi dengan radio-isotof. Limbah ini harus dikelola sesuai dengan peraturan yang diwajibkan



Gambar 2.1 Limbah Medis Rumah Sakit

## 2.2 Limbah Non Medis

Sampah padat non medis adalah semua sampah padat diluar sampah padat medis yang dihasilkan dari berbagai kegiatan seperti di kantor/administrasi, unit perlengkapan, ruang tunggu, ruang inap, unit gizi/dapur, halaman parkir, taman, dan unit pelayanan.



Gambar 2.2 Limbah non Medis

## 2.3 Limbah Padat Medis Rumah Sakit

Limbah padat medis yang dihasilkan oleh rumah sakit berbagai macam jenis dan karakteristiknya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nainggolan (2006) dijelaskan bahwa kualitas/karakteristik dan volume limbah rumah sakit padat medis yang dikeluarkan oleh rumah sakit terdiri dari limbah infeksius, jaringan tubuh, benda tajam, sisa bahan kimia dan plastik. Dengan mengambil sampel dari tiga rumah sakit di Jakarta, dengan pengelola perhari yaitu limbah

infeksius 2,5 kg-53 kg, benda tajam 0,8 kg – 60 kg, jaringan tubuh 0,8 kg – 3 kg, sisa bahan kimia 0,5 kg – 3,3 kg, plastik 2 kg – 6,6 kg. Selanjutnya dari hasil pemeriksaan laboratorium terhadap residu atau hasil pembakaran insinerator diketahui dari beberapa parameter menyimpang dari baku mutu.

#### **2.4 Penanganan Limbah Medis Rumah Sakit**

Limbah padat medis yang dihasilkan oleh rumah sakit termasuk bahan berbahaya dan beracun atau B3. Oleh karena itu perlu adanya penanganan serius dalam meminimalisasinya. Menurut penelitian Ogbonna (2011) menyatakan bahwa presentasi limbah disalah satu rumah sakit di Nigeria sebesar 41% merupakan jenis limbah berbahaya. Berdasarkan presentasi tersebut, pembuangan abu yang mengandung logam beracun dari limbah rumah sakit insinerasi dapat ditangani melalui pemadatan-stabilisasi abu dasar dengan semen karena tampaknya menjadi metode terbaik untuk membuat kadar toksik dari abu berkurang. Seperti kebanyakan negara-negara berkembang, kekurangan infrastruktur, manusia dan sumber daya keuangan serta kapasitas kelembagaan yang diperlukan untuk secara efektif mengelola limbah medis sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan perlindungan kehidupan manusia dan kesehatan lingkungan masih kurang.

#### **2.5 Stabilisasi Limbah Medis**

Pengelolaan abu dari limbah medis adalah masalah lingkungan di seluruh dunia penting yang membutuhkan metode pembuangan dan pengelolaan untuk meminimalkan risiko kesehatan masyarakat dan lingkungan. Semua pengelolaan limbah medis yang di rencanakan juga harus mencakup diperlukan teknologi khusus yang dibutuhkan untuk implementasi mengurangi risiko epidemiologi. Menurut penelitian Cedzynska (2010) dengan alternatif metode stabilisasi limbah medis menggunakan vitrifikasi plasma menunjukkan efektif menetralkan abu dari instalasi pembakaran limbah medis dengan menambahkan SiO<sub>2</sub> sebelum pengolahan menghasilkan produk akhir secara norma yang dapat dibuang secara aman dengan meminimalisasi kerusakan lingkungan. Selain itu,

secara signifikan mengurangi volume total yang merupakan pertimbangan penting ketika limbah harus disimpan.

## 2.6 Abu Incinerator Dari Limbah Rumah Sakit

Abu insenerator limbah medis ialah abu dari proses hasil pembakaran limbah medis didalam insenerator dengan menggunakan temperature lebih dari 800 °C atau mencapai 1200°C, abu insenerator terbagi menjadi dua yaitu abu dasar (*Bottom Ash*) dan abu terbang (*Fly Ash*).

Di lokasi RSUD Dr.Soetomo yang suhu pembakaran pada insinerator mencapai 1200 °C. Sampel hasil pembakaran diambil dan diuji dari kandungan Abu limbah medisnya terdapat kandungan Hg, Pb, Cd, Cr, Cu dan Zn. Hasil pengujian yang di lakukan, terdapat hasil seperti pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1. Karakteristik Logam Berat Abu Insinerator Rumah Sakit

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Total Kadar Maksimum (mg/kg berat kering)	
				Kolom A	Kolom B
1	Hg	ppm	tidak terdeteksi	20	2
2	Pb	ppm	5209,38	3000	300
3	Cd	ppm	4,11	50	5
4	Cr	ppm	1378,92	2500	250
5	Cu	ppm	267,71	1000	100
6	Zn	ppm	6355,31	5000	500

Sumber : RSUD Dr. Soetomo Surabaya

## 2.7 Pengaruh Pemakaian Abu Insinerator Rumah Sakit dari Aspek Fisik

Kegiatan rumah sakit tidak terlepas dari masalah limbah, baik yang bersifat medis maupun non medis. Salah satu cara pengolahan limbah medis dengan menggunakan pembakaran suhu tinggi yang dilakukan dalam insinerator. Pembakaran suhu tinggi sangat efektif mengurangi volume limbah dan tingkat bahaya limbah medis. Meskipun demikian insinerator tetap menghasilkan abu sisa pembakaran yang jumlahnya makin lama makin meningkat sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Menurut penelitian yang dilakukan Darmayanti (2012) menunjukkan bahwa pemakaian abu insinerator menurunkan

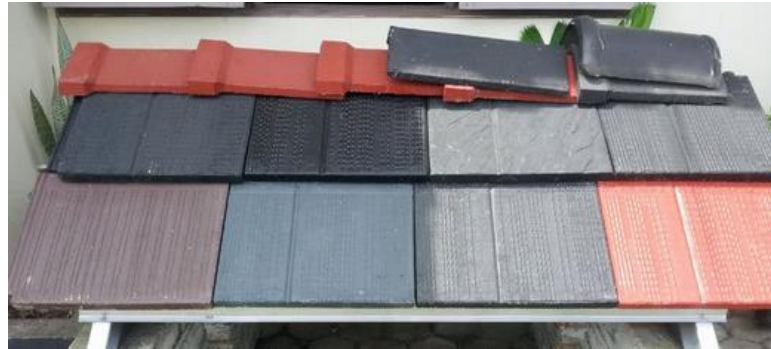
*workability* pada beton, hal ini dikarenakan abu insinerator mempunyai sifat fisik menyerap air yang cukup tinggi sehingga campuran beton menjadi lebih kental. Berdasarkan pengujian kuat tekan pada penelitiannya, penggunaan abu insinerator pada beton dapat menurunkan kekuatan beton dan menyebabkan kenaikan nilai absorpsi serta porositas pada beton. Pemakaian abu insinerator sebesar 25 % dari berat pasir menyebabkan berkurangnya kepadatan beton akibat pemakaian abu insinerator.

## **2.8 Pemanfaatan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Pengganti Semen**

*Bottom Ash* bisa digunakan sebagai bahan pengganti semen sehingga berperan serta mengurangi pemanasan global dan pencemaran lingkungan secara tidak langsung. Pada penelitian yang dilakukan oleh Zacoeb (2013) dengan menggunakan limbah *Bottom Ash* sebagai pengganti semen dalam pembuatan genteng beton menunjukkan bahwa pemanfaatan ini berpengaruh terhadap kuat lentur dan impermeabilitas dari genteng beton. Hal ini dibuktikan dengan tidak menurunnya nilai kuat lentur rata-rata pada presentasi 0%-30% setelah itu mengalami penurunan yang signifikan. Sementara itu pengujian impermeabilitas didapatkan bahwa baik genteng beton normal maupun yang menggunakan *Bottom Ash* sama-sama tidak ada rembesan air (air yang menetes) dan telah memenuhi standar baku mutu untuk genteng beton.

## **2.9 Genteng Beton**

Menurut SNI 0096:2007 genteng beton atau genteng semen adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap terbuat dari campuran merata antara semen portland atau sejenisnya dengan agregat dan air dengan atau tanpa menggunakan pigmen.



Gambar 2.3 Genteng Beton Bentuk Flat

### 2.10. Kualitas genteng beton

Syarat dan mutu menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI) dan SNI 0096:2007 yaitu :

a) Beban Lentur

Genteng Beton harus mampu menahan beban lentur minimal, dapat di lihat pada tabel 2.2 standar beban lentur di bawah ini :

Tabel 2.2 Tingkat Mutu Beban Lentur Genteng Beton

Tingkat Mutu	Beban lentur rata-rata genteng yang di uji (kg)
I	150
II	120
III	80
IV	50
V	30

Sumber : PUBI, 1982

b) Penyerapan Air

Penyerapan air maksimal 10%

c) Sifat dampak

Genteng harus mempunyai permukaan atas mulus, tidak terdapat retak, atau cacat lain yang dapat mempengaruhi sifat pemakaian

d) Ukuran

Ukuran bagian genteng beton dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Ukuran Bagian Genteng Beton

bagian yang di uji	satuan	persyaratan
*tebal		
bagian yang rata	mm	min 8
penumpang	mm	min 6
*kaitan		
panjang	mm	min 30
lebar	mm	min 12
tinggi	mm	min 9
*penumpang		
lebar	mm	25
kedalaman alur	mm	3
jumlah alur	buah	1

## e) Ketahanan terhadap rembesan air

Tidak boleh ada tetesan air dari permukaan bagian bawah genteng dalam jangka waktu 20 jam kurang lebih 5 menit

### 2.11. Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm<sup>3</sup>, antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg, dan Pb dinamakan sebagai logam non esensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi makhluk hidup (Subowo, 1999). Logam berat digolongkan dalam kategori pencemar lingkungan karena menyebabkan efek beracun pada tanaman, manusia dan makanan. Beberapa logam berat diantaranya Arsen (As), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Merkuri (Hg) yang merupakan racun kumulatif. Logam berat ini bersifat kuat, menumpuk dan tidak dapat dimetabolisme dan merupakan senyawa yang tidak mudah diuraikan dalam lingkungan. Logam ini terakumulasi dalam rantai makanan melalui penyerapan di tingkat produsen primer kemudian melalui konsumsi di tingkat konsumen.

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya adalah karena sifatnya yang tidak dapat dihancurkan (nondegradable) oleh organisme

hidup yang ada di lingkungan. Akibatnya, logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi.

Logam berat dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi manusia tergantung bagai mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernafasan dan pencernaan. Logam berat jika sudah terserap kedalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Hal ini juga terjadi apa bila suatu lingkungan terutama perairan telah tercemar logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan

### **2.12. Insinerator**

Insinerator dapat mereduksi limbah 5 – 15% yang berupa abu selainnya menghasilkan energi. Hal tersebut dapat diperoleh secara bersamaan apabila suhu pembakaran 1200C, sehingga insinerasi dianggap sebagai salah satu cara mengolah limbah yang ideal. Pemusnahan limbah medis disesuaikan dengan kapasitas tungku pembakaran serta kemampuan insinerator dalam mereduksi limbah medis. Insinerator limbah padat domestik rumah sakit dan limbah medis dapat beroperasi melalui sistem manajemen yang terintegrasi. Insinerator tersebut dapat mereduksi massa sebesar 70% dan mereduksi volume sebesar 90%. Untuk limbah medis infeksius, proses insinerasi yang pokok dilakukan adalah destruksi organisme infeksius yang berada pada limbah tersebut. Adapun operasi tambahan dalam melakukan insinerasi adalah meminimalisasi kandungan organik dan mengontrol emisi pembakaran





Gambar 2.4 Insinerator Rumah Sakit

### 2.13. Manfaat Insinerator

Jenis insinerator yang biasanya digunakan untuk limbah rumah sakit adalah jenis controlled-air, yang dikenal di pasaran sebagai pembakaran secara starved air atau secara modular atau secara pyrolytic. Sistem ini disebut demikian karena jenis ini dioperasikan dengan dua ruangan yang bekerja secara seri. Ruangan pertama (bagian limbah padat) difungsikan pada kondisi substoichiometris (beberapa jenis dijumpai juga pada model kiln), sedang ruangan kedua (bagian limbah gas) di fungsikan pada kondisi udara yang berlebih.

Tujuan dari penggunaan alat ini adalah

- a) Menghancurkan sampah – sampah berbahaya dan beracun ataupun sampah – sampah infeksi, sehingga sisanya dapat dibuang dan dimanfaatkan sebagai bahan pencampuran beton seperti pada penelitian ini.
- b) Mendestruksi materi-materi yg berbahaya seperti mikroorganisme patogen dan meminimalisir pencemaran udara yg dihasilkan dari proses pembakaran sehingga gas buang yg keluar dari cerobong menjadi lebih terkontrol dan ramah lingkungan.

## 2.14. Review Pustaka

Penilitan ini merujuk pada berbagai studi pustaka dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan seperti terangkum dalam :

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Tentang Pemanfaatan Abu Insinerator

No	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
1	<p>“Kualitas Limbah Padat Medis Rumah Sakit”</p> <p>Penyusun :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riris Nainggolan</li> <li>• Supraptini</li> </ul>	<p>Diketuainya kualitas atau karakteristik dan volume sampah padat medis di beberapa kelas rumah sakit di dua kota besar di Indonesia</p>	<p>Dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelusuran literatur</li> <li>- Wawancara dengan pengelola rumah sakit</li> <li>- Review dilakukan pada instansi oendidikan/penelitian (lembaga penelitian UI, USU, Dinas Kesehatan, dan berupa hasil penelitian.</li> <li>- Pengumpulan data primer volume limbah/sampah dilakukan di 5 RS di jakarta.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sampah yang dihasilkan dari 5 RS di Jakarta diketahui bahwa pada 3 RS pengolahan limbah padat medis dengan insinerator. 2 RS masing-masing di Medan dan Jakarta telah lebih dari 5 tahun menerima limbah padat medis dari RS lain untuk dibakar dalam insinerator yang ada. Diketahui jarum suntik tidak dapat hancur.</li> <li>2. Sebanyak 80,7% menggunakan pewadahan khusus</li> <li>3. Kualitas/ karakteristik dan volume limbah medis yang dikeluarkan RS terdiri dari benda tajam, sisa bahan kimia, dan plastik. Volume limbah tersebut menurut pengelola masing-masing : limbah infeksius = 2,5 kg – 53 kg, benda tajam = 0,8 kg – 60 kg, jaringan tubuh = 0,8 kg-3 kg, sisa bahan kimia = 0,5 kg- 3,3 kg.</li> </ol> <p>Hasil pemeriksaan Laboratorium residu limbah padat medis Rumah Sakit Jakarta 2004 yakni: Cadmium (tidak terdeteksi), Tembaga (0,99 mg.l), Timbal (tidak terdeteksi), Selenium (0,102 mg.l), Seng (5,4 mg/l), Arsen (tidak terdeteksi), Chrom</p>

				(0,28 mg/l), Perak (tidak terdeteksi), Raksa (tidak terdeteksi).
2	<p>“MANUFACTURE OF HYBRID CEMENTS WITH <i>FLY ASH</i> AND <i>BOTTOM ASH</i> FROM MUNICIPAL SOLID WASTE INCINERATOR”</p> <p>Creator :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Garcia-Lodeiro</li> <li>•V.Carcelen-Laboada</li> <li>•A.Fernandez-Jimenez</li> <li>•A.Palomo</li> </ul>	<p>A hybrid cement developed for that purpose by blending 60 wt% clinker and 40 wt% incinerator <i>Bottom Ash</i> and <i>Fly Ash</i> exhibited good 28-day mechanical strength (upward of 32.5 MPa). The leaching of potentially toxic metals present in the hybrid cement as a result of the inclusion of MSW <i>Fly Ash</i> and <i>Bottom Ash</i> was tested with different leaching procedures</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Starting Materials</li> <li>2. Hybrid cement mortar and paste preparation</li> <li>3. Leaching test with TCLP</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengaktifkan insinerator limbah yang mengandung hybrid semen dengan cukup padat basa menghasilkan binder selama 28 hari dengan kekuatan tekan 33 MPa, yaitu, lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk komersial semen..</li> <li>• Studi tentang reaksi produk yang dihasilkan setelah aktivasi mengungkapkan adanya beberapa jenis gel: C-(A)-S-H dan C-A-S-H gel yang mengandung S, Cl dan logam berat seperti Pb.</li> </ul>
3	“PENGARUH	Penelitian	Penelitian ini	Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan

.	<p>PEMAKAIAN ABU INSINERATOR RUMAH SAKIT TERHADAP KUAT TEKN, ABSORPSI, POROSITAS, DAN REMBESAN BETON”</p> <p>Penyusun :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lita Darmayanti,</li> <li>• Alex Kurniawandy</li> <li>• Benny nurzikri Rahim</li> </ul>	<p>dilakukan dengan memanfaatkan abu insinerator rumah sakit untuk mensubstitusi sebagian pasir yang digunakan dalam pembuatan beton. Persentase abu yang digunakan 0%, 5%, 10%,15%, 20%, dan 25% dari berat pasir</p>	<p>menggunakan abu insinerator dari RSUD Arifin Achmad Pekanbaru, abu yang digunakan adalah <i>Bottom Ash</i> yang tertahan pada saringan no. 200. Bentuk fisik abu menyerupai pasir, berwarna hitam dan bergradasi tidak seragam. Abu insinerator mempunyai specific gravity 0,79, kadar air 16,45%, dan modulus kehalusan 2,18. Komposisi kimia abu insinerator dapat dilihat pada Tabel 1. Pasir yang digunakan berasal dari Kabupaten Kampar dengan specific gravity 2,66, kadar air 3,3%, dan modulus kehalusan 2,94. Kerikil juga</p>	<p>yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemakaian abu insinerator menurunkan workability pada beton, hal ini karena abu insinerator mempunyai sifat menyerap air yang cukup tinggi sehingga campuran beton menjadi lebih kental dan kelecakan berkurang.</li> <li>2. Berdasarkan pengujian kuat tekan, penggunaan abu insinerator pada beton dapat menurunkan kekuatan beton, kuat tekan tertinggi didapat pada beton dengan abu insinerator 0% yaitu sebesar 23,9 MPa, sedangkan pada pemakaian abu insinerator sebesar 5% dari berat pasir kuat tekan mengalami penurunan menjadi 21,39 MPa, pada pemakaian abu insinerator sebesar 10% kuat tekan mengalami penurunan menjadi 14,26 MPa, pada pemakaian abu insinerator sebesar 15% kuat tekan mengalami penurunan menjadi 11,32 MPa, pada pemakaian abu insinerator sebesar 20% kuat tekan mengalami penurunan menjadi 9,51 MPa, dan pada pemakaian abu insinerator sebesar 25% kuat tekan mengalami penurunan menjadi 6,39 MPa.</li> <li>3. Pemakaian abu insinerator menyebabkan kenaikan nilai absorpsi dan porositas pada beton. Nilai absorpsi dan porositas tertinggi diperoleh sebesar 1,84% dan 4,04% pada saat pemakaian abu</li> </ol>
---	--	--	---	--

			<p>berasal dari dari Kabupaten Kampar, dengan sepsific gravity 2,59, kadar air 3,8%, dan modulus kehalusan 7,46. Air yang digunakan adalah air yang ada di Laboratorium Teknologi Bahan, semen yang digunakan adalah semen tipe I.</p>	<p>insinerator sebesar 25% dari berat pasir, hal ini disebabkan karena berkurangnya kepadatan beton akibat pemakaian abu insinerator.</p> <p>4. Komposisi optimum abu insinerator yang dapat digunakan pada beton yaitu sebesar 5% dari berat pasir, karena masih memenuhi persyaratan penurunan yang diijinkan SNI 03-2847-2002, sedangkan pemakaian abu insinerator sebesar 10-25% sebaiknya dimanfaatkan untuk beton non struktural.</p> <p>5. Nilai rembesan beton diperoleh dari rata-rata tiga buah benda uji berbentuk kubus 15 cm x 15 cm dengan umur beton 28 hari. Hasil nilai rembesan pada beton normal tanpa pemakaian abu insinerator sebesar 3,47 cm, pada pemakaian abu insinerator sebesar 5% nilai rembesan meningkat menjadi 3,8 cm, pada pemakaian sebesar abu insinerator 10% nilai rembesan meningkat menjadi 5,43 cm, pada pemakaian sebesar abu insinerator 15% nilai rembesan juga hmeningkat menjadi 6,43 cm, sedangkan pada pemakaian sebesar abu insinerator 20% nilai rembesan meningkat cukup besar menjadi 8,1 cm. Nilai rembesan terbesar didapat pada penggunaan limbah sebesar 25% yaitu sebesar 9,6 cm atau meningkat 63,8% dari beton normal. Nilai permeabilitas cenderung meningkat sebanding dengan pemakaian abu insinerator dalam campuran beton. Hal ini dipengaruhi oleh angka pori di dalam beton.</p>
--	--	--	--	--



