

# Evaluasi Pengelolaan Limbah Padat B3 Hasil Insinerasi di RSUD Dr Soetomo Surabaya

Vijay Egclesias Girsang dan Welly Herumurti

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* herumurti@enviro.its.ac.id

**Abstrak**—Pengelolaan limbah medis di RSUD Dr. Soetomo belum memenuhi peraturan yang berlaku. Oleh sebab itu diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi jumlah timbulan dan karakteristik limbah padat B3, penyimpanan sementara dan mengevaluasi proses insinerasi. Timbulan limbah dijadikan acuan dalam mengevaluasi proses insinerasi. Abu insinerasi diteliti kandungan parameter logamnya dengan metode AAS kemudian dilakukan pengujian TCLP dengan solidifikasi-curing 14 dan 28 hari. Rata-rata timbulan limbah medis dari RSUD Dr Soetomo sebesar 1285 kg/hari. Limbah tersebut dimusnahkan dengan menggunakan insinerator sebanyak 3 unit ( 1 sebagai cadangan). Pada pengujian kandungan parameter logam abu insinerator didapatkan bahwa parameter logam Pb dan Zn melebihi baku mutu, masing-masing kadarnya 5209,38 ppm dan 6355,31 ppm. Hasil penelitian tersebut menempatkan abu insinerator RSUD Dr Soetomo ditimbun di *secure landfill* kategori I. Selanjutnya dari hasil uji TCLP didapatkan bahwa abu insinerator memenuhi baku mutu TCLP sehingga dapat ditimbun di *secure landfill* kategori I.

**Kata Kunci**—Curing, insinerator, limbah medis, solidifikasi, TCLP.

## I. PENDAHULUAN

**S**URVEI menyatakan bahwa masih banyak rumah sakit yang kurang memberikan perhatian serius terhadap pengelolaan limbahnya, khususnya limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) [1]. Tujuan dari pengolahan limbah B3 adalah menurunkan kadar kontaminan yang terdapat dalam limbah, sehingga kualitas limbah mendekati tingkat kelayakan untuk dibuang ke lingkungan. Hal ini penting dilakukan sebelum pengelolaan limbah adalah mereduksi volume limbah agar biaya pengolahan dapat ditekan [2].

Insinerator merupakan teknologi pengolahan limbah medis yang dapat memusnahkan komponen berbahaya. Volume limbah yang dapat direduksi 5 – 15% berupa abu selainnya menghasilkan energi. Hal tersebut dapat diperoleh secara bersamaan apabila suhu pembakaran 1200<sup>o</sup>C, sehingga insinerasi dianggap sebagai salah satu cara mengolah limbah yang ideal [3]. Pemusnahan limbah medis disesuaikan dengan kapasitas tungku pembakaran serta kemampuan insinerator dalam mereduksi limbah medis.

Survei terhadap sebuah rumah sakit di Kroasia mendapatkan kenyataan bahwa dari 10.064 ton limbah padat

per tahun, 86% berupa limbah domestik dan 14% adalah limbah B3 [4]. Sementara itu, di Indonesia menyebutkan bahwa sebanyak 648 rumah sakit dari 1.476 rumah sakit yang ada, yang memiliki insinerator baru 49% [5]. Padahal menurut Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1999 setiap orang / usaha yang menghasilkan limbah B3 harus mengelola limbahnya mulai dari sumber penghasil hingga pemusnahannya.

Insinerator merupakan teknologi pengolahan limbah medis yang dapat memusnahkan komponen berbahaya. Volume limbah yang dapat direduksi 5 – 15% berupa abu selainnya menghasilkan energi. Hal tersebut dapat diperoleh secara bersamaan apabila suhu pembakaran 1200<sup>o</sup>C, sehingga insinerasi dianggap sebagai salah satu cara mengolah limbah yang ideal [3]. 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 [6].

Limbah padat B3 tidak diperbolehkan membuang langsung ke tempat pembuangan akhir limbah domestik dan harus melalui proses pengolahan. Cara dan teknologi atau pemusnahan limbah padat B3 sesuai dengan kemampuan rumah sakit dan jenis limbah padat B3 yang ada, dengan pembakaran menggunakan insinerator [7]. Sistem pengolahan yang disarankan yaitu dengan menggunakan insinerator yang sudah ada akan tetapi perlu adanya modifikasi terhadap suhu insinerator menjadi 1200<sup>o</sup>C. Pada suhu tersebut dapat memusnahkan semua limbah padat B3 yang ada di RSUD

## II. METODE PENELITIAN

### A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data

primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei di RSUD Dr Soetomo. Sasaran dari data primer adalah jumlah timbulan limbah yang dibakar di insinerator, kapasitas pembakaran insinerator per satuan waktu, evaluasi kondisi tempat pewadahan dan TPS dan kondisi insinerator. Data sekunder diperoleh dari Instansi Sanitasi Lingkungan RSUD Dr Soetomo. Sasaran dari data sekunder adalah jumlah limbah medis yang dihasilkan per satuan waktu dan spesifikasi insinerator.

#### B. Evaluasi Kondisi Eksisting

Evaluasi kondisi ini adalah proses perbandingan perlakuan di lapangan dengan peraturan yang ada dalam studi literatur yang ada. Dalam hal ini meliputi hal-hal berikut:

1. Jenis Limbah Padat B3 yang dimusnahkan
2. Insinerasi limbah padat B3 per hari
3. Residu pembakaran
4. Temperatur pembakaran
5. Kontinuitas insinerasi

#### C. Pembuatan Benda Uji Solidifikasi

Pembuatan benda uji solidifikasi dengan komposisi yang telah ditentukan. Pada penelitian ini digunakan abu insinerator RSUD Dr Soetomo sebagai bahan campuran semen. Dengan variasi perbandingan komposisi semen:abu sebesar 75:25, 50:50, 25:75 dari total berat kering campuran semen dan abu.

Proses pembuatan benda uji berdasarkan SNI 03-2834-2000 yaitu tata cara pembuatan campuran beton normal, dimana perbandingan pembuatannya 1:2 {Air : (Semen + Abu)} dengan kuat tekanan 35 MPa atau 350 kg/cm<sup>2</sup>. Benda uji dan benda kontrol yang akan digunakan pada penelitian kali ini, dicetak dalam bentuk silinder berdiameter 5 cm dan tinggi 5 cm. Masing-masing sampel dibuat sebanyak 3 buah berdasarkan perbandingan semen dan abu.

Adonan yang telah jadi, dimasukkan kedalam cetakan. Cetakan diletakkan diatas plastik (atau bahan yang tidak menyerap air). Sebelumnya cetakan dilumuri dengan minyak terlebih dahulu agar mempermudah keluarnya benda uji yang telah kering. Setelah adonan penuh, benda uji ditekan hingga diperoleh kepadatan optimal. Benda uji kemudian dibiarkan didalam cetakan selama 2 jam kemudian dikeluarkan pelan-pelan. Selanjutnya benda uji tersebut di *curing* selama 14 hari dan 28 hari.

#### D. Proses Curing Padatan

Proses *curing* adalah suatu proses dimana kondisi diatur sedemikian rupa sehingga proses hidrasi dapat berjalan maksimum dengan menjaga kelembaban. Proses *curing* atau perawatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah proses *moist curing* yang dilakukan selama 14 hari dan 28 hari. Proses *moist curing* 28 hari mengacu pada SNI 03-2834-2000 sedangkan *moist curing* 14 hari sebagai pembanding.

Teknik proses *moist curing* yang dilakukan di dalam penelitian ini adalah dengan mengisi air setengah penuh pada

satu bak plastik (ember). Benda uji diletakkan di atas kasa yang dibawahnya adalah air yang terisi setengah penuh. Setelah itu bak tersebut ditutup dan diikat dengan tali rafia untuk mencegah kontak langsung dengan udara luar sehingga kelembaban tetap terjaga.

#### E. Pengujian Benda Uji S/S dengan TCCLP

Uji TCLP dilakukan pada benda yang telah disolidifikasi untuk mengetahui pencemar dalam suatu limbah untuk penentuan karakteristik sifat racun. Hasil uji kemudian dicocokkan dengan baku mutu. Dalam hal ini parameter logam yang diteliti adalah Mercury (Hg), Plumbun (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Cooper (Co) dan Zinc (Zn).

Sebelum dilakukan pembuatan sampel, dilakukan *preliminary evaluation* untuk mengetahui kadar pH dari sampel. Sampel yang diuji berada pada kisaran pH basa (pH = 8,2) sehingga larutan ekstraksi yang digunakan adalah cairan ekstraksi 2. Pembuatan sampel yang dilakukan 12,5 gram (20 x berat padatan) dan ditambahkan aquades 250 ml. Selanjutnya dilakukan pengkondisian pH (pH > 2,88) dengan menambahkan larutan CH<sub>3</sub>COOH.

Pada proses rotasi-agitasi, sampel ke dalam botol plastik berbahan *Polyethylene*. Selanjutnya dilakukan proses rotasi dan agitasi dengan menggunakan alat *rotation agitator*. Prinsip alat ini adalah dengan menghasilkan suatu putaran dengan arah vertikal. Proses rotasi-agitasi ini dilakukan dengan kecepatan putaran mesin pada alat *rotation agitation* sebesar 30 rpm ± 12 jam. *Rotation agitator* ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Setelah itu dilakukan filtrasi sampel untuk untuk memisahkan filtrat dan suspensi sampel dengan menggunakan *vacuum filter*. Cairan (filtrat) hasil penyaringan yang diperoleh inilah yang disebut dengan *TCLP extract*. *TCLP extract* ini kemudian diperiksa konsentrasi Mercury, Plumbun, Cadmium, Chrom, Cooper, Zinc. Hasil penyaringan tersebut dianalisis dengan menggunakan AAS. AAS adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kandungan logam berat suatu sampel larutan.

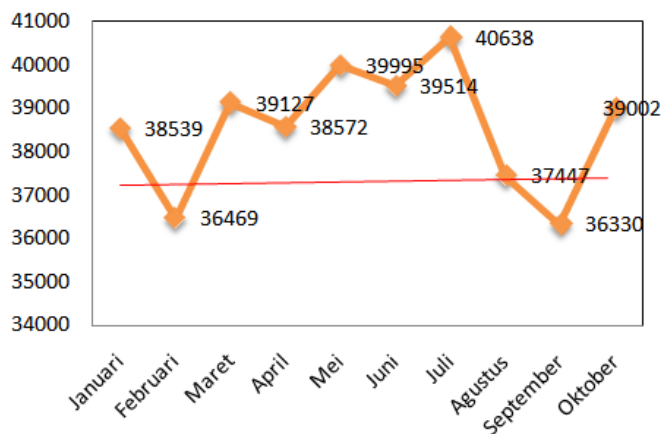
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Timbulan Limbah Medis di RSUD Dr Soetomo

Timbulan limbah medis dihasilkan di tiap unit atau ruang pelayanan kesehatan di RSUD Dr Soetomo. Timbulan limbah medis itu bersumber dari aktivitas pelayanan kesehatan yang dilakukan kepada pasien berupa kegiatan perlindungan kesehatan, perawatan medis dan penelitian ilmiah. Semua residu tersebut harus ditangani dengan baik agar tidak terjadi infeksi silang. RSUD Dr Soetomo melakukan penimbangan limbah medis yang dihasilkan setiap hari dan bulan, dimana timbulan limbah medis berfluktuasi. Berikut adalah fluktuasi total limbah medis per bulan tahun 2012 di RSUD Dr. Soetomo (lihat Gambar 2).



Gambar. 1. Sampel yang di rotasi agitasi.



Gambar. 2. Grafik fluktuasi limbah medis perbulan tahun 2012 di RSUD Dr Soetomo.

Berdasarkan Gambar 2, didapatkan bahwa rata-rata timbulan limbah medis di RSUD Dr. Soetomo sebesar 38563,3 kg/bulan. Tampak fluktuasi limbah medis tiap bulannya dengan timbulan yang terbesar terdapat pada bulan Juli dan terkecil pada bulan September. Fluktuasi timbulan limbah dipengaruhi oleh jumlah pasien. Dari penelitian sebelumnya rata-rata timbulan limbah medis 6,4 g/pasien.hari [8]. Semakin besar jumlah pasien, maka semakin tinggi jumlah timbulan limbah yang dihasilkan.

Volume limbah medis didapatkan dari hasil perbandingan antara berat total limbah medis dengan densitasnya. Densitas didapatkan dari *range* densitas limbah medis infeksius tajam dan infeksius non tajam yaitu 150 kg/m<sup>3</sup> [9]. Berdasarkan rata-rata timbulan yang dihasilkan di RSUD Dr Soetomo sebesar 38563,3 kg/bulan, maka rata-rata timbulan per bulan adalah 38563,3 kg/ 30 hari = 1285 kg/hari, diperoleh volume limbah medis sebesar 8567 l/hari atau 8,567 m<sup>3</sup>/hari. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dari penelitian sebelumnya yang memperoleh volume limbah medis di RSUD Dr Soetomo sebesar 8961,19 l/hari atau 8,961 m<sup>3</sup>/hari [10]

## B. Pengelolaan Limbah Medis di RSUD Dr Soetomo

### 1. Pewadahan

Semua limbah yang diangkut ke insinerator telah sesuai dengan pemilahan limbahnya, dimana hanya sedikit limbah tercampur antara limbah medis dan non medis (tidak 100% terpilah dengan baik). Hal ini dikarenakan wadah yang

disediakan di tiap poli / ruang di RSUD Dr Soetomo telah sesuai Kepmenkes RI No. 1204 Tahun 2004 yaitu mengenai pewadahan dan pelabelan. Akan tetapi hal itu semua tergantung kepada tenaga medis dalam membuang limbah.

### 2. Pengumpulan dan Penyimpanan

RSUD Dr. Soetomo memiliki 2 unit TPS, masing-masing TPS memiliki fungsi penyimpanan yang berbeda, masing-masing sebagai penyimpanan sementara limbah infeksius dan limbah B3. TPS limbah infeksius berada berdekatan dengan insinerator agar memudahkan proses pembakaran di insinerator. Luas TPS limbah infeksius adalah 5 m x 1,5 m. TPS limbah infeksius tersebut kurang memadai dalam menyimpan sementara limbah infeksius sehingga banyak limbah yang dikumpulkan di depan insinerator sedangkan TPS tersebut diperuntukkan sebagai penyimpanan sementara botol infus. TPS limbah B3 berada 100 m sebelah barat insinerator. Luas TPS limbah B3 tersebut adalah 4 m x 3 m. jenis limbah yang disimpan adalah limbah abu, limbah radiologi *developer, fixer*, farmasi, lampu bekas, dan oli bekas.

### 3. Pengolahan

Sistem pengolahan limbah medis di RSUD Dr Soetomo adalah menggunakan insinerator atau sistem pembakaran. Pembakaran dilakukan setiap hari. Adapun jam operasi pembakaran dari pukul 07.00 – 15.00. Satu kali pembakaran membutuhkan waktu  $\pm 2$  jam. Lamanya waktu pembakaran juga dipengaruhi oleh jenis limbah yang dibakar. Dalam sehari, insinerator-insinerator di RSUD Dr Soetomo dapat membakar limbah medis sebanyak 4 kali. Rata-rata suhu pembakaran yang berlangsung adalah 900°C, padahal menurut Kepmenkes RI No. 1204 Tahun 2004 pemusnahan limbah padat infeksius dan farmasi dengan insinerator menggunakan suhu >1000°C.

### 4. Pengangkutan

RSUD Dr Soetomo melakukan kerja sama dengan pihak ketiga dalam proses pengangkutan limbah hasil insinerasi (abu). Abu hasil insinerasi dimasukkan dan dikemas ke dalam drum yang berukuran tinggi 80 cm dan diameter 60 cm (bervolume 0,23 m<sup>3</sup>). Apabila telah terisi 90 %, dilakukan pengecoran dengan tebal 10 cm. Alasan pengecoran ini adalah mencegah agar abu hasil insinerasi tidak tumpah / tercecer saat diangkut oleh pihak ketiga. Biasanya pihak ketiga mengangkut drum berisi abu pembakaran tersebut setiap bulan

### C. Kondisi Eksisting Insinerator RSUD Dr Soetomo

RSUD Dr. Soetomo memiliki 3 unit insinerator dengan dengan masing-masing type adalah Rotary Klin (Insinerator I), Hoval Multizon CV (Insinerator II) dan CMC type IR-2 (Insinerator III). Masing-masing insinerator dalam keadaan baik, akan tetapi insinerator I jarang dipergunakan karena kapasitas pembakarannya yang lebih kecil dan hanya dipergunakan bila timbulan limbah medis menumpuk. Volume ruang pembakaran CMC type IR-2 adalah 2 m<sup>3</sup> sedangkan volume ruang pembakaran Hoval Multizon CV adalah 0,9 m<sup>3</sup>



Gambar. 3. Insinerator CMC type IR-2 di RSUD Dr Soetomo.

Tabel 1.  
Hasil pengujian kadar logam abu insinerator

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Total Kadar Maksimum (mg/kg berat kering)	
				Kolom A	Kolom B
1	Hg	ppm	Tdk terdeteksi	20	2
2	Pb	ppm	<b>5209.38</b>	3000	300
3	Cd	ppm	4.11	50	5
4	Cr	ppm	1378.92	2500	250
5	Cu	ppm	267.71	1000	100
8	Zn	ppm	<b>6355.31</b>	5000	500

Tabel 2.  
Hasil pengujian TCLP limbah medis curing 14 hari

No	Parameter	Satuan	Hasil uji	Baku Mutu
1	Hg	mg/l	-	0.2
2	Pb	mg/l	0.0231	5
3	Cd	mg/l	0.0030	1
4	Cr	mg/l	0.3505	5
5	Cu	mg/l	0.0186	10
6	Zn	mg/l	0.0078	50

Tabel 3.  
Hasil pengujian TCLP limbah medis curing 28 hari

No	Parameter	Satuan	Hasil uji	Baku Mutu
1	Hg	mg/l	-	0.2
2	Pb	mg/l	0.0509	5
3	Cd	mg/l	0.0138	1
4	Cr	mg/l	0.3325	5
5	Cu	mg/l	0.0169	10
6	Zn	mg/l	0.0961	50

**D. Proses Insinerasi di RSUD Dr Soetomo**

Dalam sehari insinerator CMC type IR-2 membakar

limbah medis ± 4 kali sehari. Limbah medis yang dibakar tiap sekali membakar adalah ± 200 kg atau 2 troli besar. Jadi beban pembakaran insinerator CMC type IR-2 adalah ± 800 kg/hari atau ± 5,333 m<sup>3</sup>/hari. Kondisi eksisting insinerator CMC disebutkan bahwa volume ruang pembakarannya adalah 2 m<sup>3</sup>. Ditinjau dari limbah yang dibakar dalam sekali membakar adalah 200 kg atau 1,33 m<sup>3</sup>, jadi limbah yang dimasukkan tidak melebihi kapasitas ruang pembakaran karena limbah yang telah terbakar akan menyusut dan menjadi abu. Diasumsikan 20% menjadi abu, maka dalam sekali membakar diperoleh abu ± 160 kg/hari.

Insinerator type hoval multizon CV membakar limbah medis ± 4 kali sehari. Limbah medis yang dibakar tiap sekali membakar adalah ± 100 kg atau 1 troli besar. Jadi beban pembakaran insinerator hoval multizon CV adalah ± 400 kg/hari atau ± 2,67 m<sup>3</sup>/hari. Kondisi eksisting insinerator hoval multizon CV disebutkan bahwa volume ruang pembakarannya adalah 0,9 m<sup>3</sup>. Ditinjau dari limbah yang dibakar dalam sekali membakar adalah 100 kg atau 0,67 m<sup>3</sup>, jadi limbah yang dimasukkan tidak melebihi kapasitas ruang pembakaran karena limbah yang telah terbakar akan menyusut dan menjadi abu. Diasumsikan 20% menjadi abu, maka dalam sekali membakar diperoleh abu ± 80 kg/hari.

Setelah dilakukan analisis perhitungan, jumlah limbah yang dibakar dalam sehari disimpulkan bahwa jumlah timbulan limbah yang dihasilkan per hari yaitu 1285 kg/hari melebihi jumlah limbah yang dibakar setiap harinya oleh 2 buah insinerator yaitu ± 1200 kg/hari. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi timbulan limbah yang lebih besar dari 1200 kg/hari, pihak RSUD Dr Soetomo mengoperasikan insinerator yang satunya.

**E. Hasil Pengujian Kadar Logam Abu Insinerator**

Pengujian kadar logam abu insinerator dilakukan (Hg, Pb, Cd, Cr, Co, dan Zn) untuk mengetahui kadar logam yang dalam abu tersebut. Pengujian kadar logam abu insinerator ini dilakukan tanpa melalui proses pengolahan (solidifikasi).

Hasil uji tersebut dibandingkan dengan total kadar maksimum limbah B3 untuk menentukan kategori *landfill* berdasarkan Kep Bapedal No. 4 tahun 1995. Berdasarkan Tabel 5.14 bahwa parameter Plumbun (Pb) dan Zinc (Zn) melebihi nilai pada kolom A, sehingga kategori *landfill* yang sesuai untuk limbah medis RSUD Dr Soetomo adalah **landfill kategori I**.

**F. Hasil Pengujian TCLP**

Pengujian TCLP dilakukan dengan melakukan serangkaian prosedur yaitu solidifikasi, *curing* dan rotasi-agitasi. Uji TCLP ini dilakukan karena hasil pengujian kadar logam abu insinerator (Tabel 1) tidak memenuhi baku mutu apabila dilakukan penimbunan langsung ke *secure landfill*, sehingga perlu dilakukan pengolahan.

Berdasarkan Kep Bapedal No. 4 Tahun 1995, limbah B3 harus telah memenuhi baku mutu uji TCLP sebelum ditimbun di *secure landfill*. Abu insinerator termasuk ke dalam limbah

B3 yang disarankan ditimbun di *secure landfill* karena abu insinerator mengandung bahan-bahan pencemar yang berbahaya bagi lingkungan termasuk parameter-parameter logam.

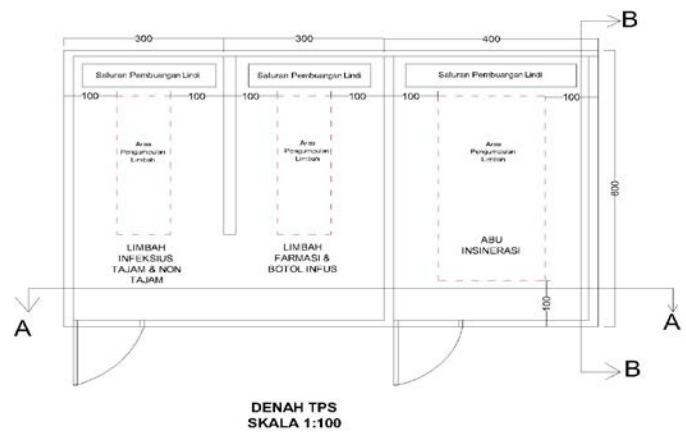
Pengujian TCLP dilakukan dengan menggunakan benda uji yang *dicuring* selama 14 hari dan 28 hari untuk membandingkan hasil uji dari tiap parameter logam. Perbandingan itu dilakukan untuk mengetahui *curing* yang terbaik dalam proses pengolahan abu insinerator.

Dari kedua Tabel tersebut bahwa hasil uji untuk masing-masing parameter logam tidak berbeda jauh, sehingga dalam penanganan abu insinerator yang efisien dapat dilakukan dengan melakukan solidifikasi *curing* 28 hari.

#### G. Desain TPS Limbah Infeksius dan Abu Insinerasi

RSUD Dr Soetomo telah memiliki 2 unit TPS yaitu TPS limbah infeksius dan TPS limbah B3, akan tetapi penggunaan TPS tersebut belum optimal terutama pada TPS limbah infeksius. Pada kenyataannya, TPS limbah infeksius hanya menyimpan limbah berupa botol infus saja sedangkan limbah infeksius dikumpulkan di depan insinerator. Untuk menangani hal tersebut perlu adanya sebuah unit TPS yang cukup luas dan memenuhi syarat menurut Kep Bapedal No 1 Tahun 1995 untuk menyimpan limbah medis di RSUD Dr Soetomo, dimana rata-rata volume limbah medis adalah 8,567 m<sup>3</sup>.

TPS yang dirancang memiliki 2 ruang dan TPS ini berukuran 10 m x 6 m. Ruang I menyimpan limbah infeksius tajam, limbah infeksius non tajam, limbah farmasi dan botol infus sedangkan ruang II menyimpan limbah berupa abu insinerasi. Pada ruang I, antara limbah infeksius tajam/non tajam dengan limbah farmasi dan botol infus dipisahkan dengan sekat dinding. Adapun tata cara penyimpanan limbah medis ini mengacu pada Kep Bapedal No 1 Tahun 1995 dimana jarak tumpukan kemasan limbah terluar terhadap atap dan dinding bangunan tidak boleh kurang dari 1 meter. TPS ini dapat dibangun di lahan depan area insinerator dimana penggunaan lahan tersebut telah menjadi areal parkir. Adanya TPS yang baik dan sesuai dengan peraturan di sekitar lokasi insinerator akan memudahkan petugas sanitasi dalam mengelola limbah medis.



Gambar . 4. Desain denah TPS RSUD Dr Soetomo.

#### IV. KESIMPULAN

Rata-rata timbulan limbah medis di RSUD Dr Soetomo 38563,3 kg/bulan atau 1285 kg/hari. Limbah tersebut diinsinerasi dengan menggunakan 2 unit insinerator (1 sebagai cadangan). Untuk proses penimbunan akhirnya, abu insinerator ditimbun di *Secure Landfill* kategori I sesuai Kep Bapedal No. 4 Tahun 1994. Sebelum ditimbun, abu insinerasi disolidifikasi dan *dicuring* selama 28 hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Lingkungan Hidup RI, "Keputusan Menteri Negara Lingkungan RI No. 58 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Rumah Sakit". Departemen Lingkungan Hidup RI, (1995).
- [2] Wentz, C.A, "Hazardous Waste Management". Mc Graw-Hill Inc, (1995).
- [3] Reindhart, P.A and Gordon, "Infectious and Medical Waste Management. Lewis Publisher Inc, (1995).
- [4] Marinkovic, N., Vitale, K., Holcer, N.J., Dzakula, A., Pavic, T. 2007, "Management of hazardous medical waste in Croatia". *Waste Management* 28 (2008) 1049 – 1056.
- [5] Djaja.I.M dan Dwi Maniksulisty, "Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Jakarta Februari 2006". *Makara Kesehatan*, VOL. 10, NO. 2, (Dec 2006): 60-63
- [6] Ibanez, R., Andres, R., Viguri, J.R., Ortiz, I., Irabien, J.A, "Characterisation and Management of Incinerator Waste". *Journal Hazardous Material* A79(2000) 215-227.
- [7] Direktorat Jendral PPM dan PL Departemen Kesehatan RI, "Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit". Departemen Kesehatan RI, (2004)
- [8] Pertiwi, Rizka Firdausi, "Pola Penyebaran Limbah Padat B3 dari Fasilitas Kesehatan d Surabaya Selatan". Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Surabaya, (2012).
- [9] Diaz, L.F., Eggerth, L.L., Enkhtsetseg, S.H., dan Savage, G.M, "Characteristics of Healthcare Wastes". *Waste Management*, (2008) 28:1219-1226.
- [10] Perdana, Palupi Mutiara, "Kajian Pengelolaan Limbah Padat B3 di Rumah Sakit Dr Soetomo Surabaya". Jurusan /Teknik Lingkungan ITS. Surabaya, (2011)