

Quality Engineering and Management

Evaluasi Sistem Panganan Limbah Padat Klinis dengan Insenerator di RS. H. Adam Malik (RSUP) Medan

Kimberly Febrina Kodrat

Program Studi Teknik Industri, Universitas Al Azhar, Medan

Corresponding Author: kimberlyfebrina@yahoo.co.id

Abstrak – Rumah sakit merupakan fasilitas publik yang tidak mungkin dapat dipisahkan dengan masyarakat, dan keberadaannya sangat diharapkan oleh masyarakat. Di dalam operasionalnya rumah sakit memiliki potensi untuk terjadinya pencemaran lingkungan karena menghasilkan limbah padat (sampah) klinis (infeksius). Dalam bidang medis, penanganan terhadap sampah infeksius ini memerlukan teknik pengelolaan khusus, karena bahaya yang mungkin dapat ditimbulkan, misalnya bahaya infeksi, toksin dan atas pertimbangan etika. Untuk itu digunakan peralatan pembakar sampah khusus yang dikenal dengan insenerator. Dengan membakar dalam ruang pembakaran yang memiliki suhu dan tekanan yang tinggi akan dapat membunuh kuman yang akan menghasilkan debu bakaran. Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan pengendalian pembuangan limbah hasil bakaran dari insenerator (debu) yang dibuang ke lingkungan. Tujuan penelitian ini mengevaluasi sistem pengelolaan limbah di RSUP Adam Malik Medan berdasarkan Baku Mutu yang berlaku PP No.18 tahun 1999. Metode penelitian dilakukan dengan metode survei melalui wawancara dan pengisian kuesioner terhadap pengelola RSUP Adam Malik Medan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji laboratorium atas abu hasil bakaran sampah infeksius dari insenerator masih memenuhi Baku Mutu Lingkungan PP No. 18 tahun 1999. Rekomendasi yang dapat diberikan kepada Manajemen RSUP Adam Malik Medan adalah masih diperlukan pengawasan manajemen Rumah Sakit lebih ketat lagi dan berkesinambungan terhadap karyawan-karyawan yang terkait dengan pengelolaan limbah dan lingkungan di RSUP Adam Malik Medan agar mereka tetap optimal dalam menjalankan pengelolaan limbah. Copyright © 2013 Department of industrial engineering. All rights reserved.

Kata Kunci: Penanganan limbah padat klinis, infeksius, insenerator.

1 Pendahuluan

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan akan fasilitas publik salah satunya yaitu rumah sakit. Aktivitas rumah sakit akan menghasilkan sejumlah hasil sampingan berupa limbah padat, cair dan gas yang mengandung kuman patogen, zat-zat kimia serta alat-alat kesehatan yang pada umumnya termasuk sifat bahan berbahaya dan beracun (B3). Untuk meningkatkan mutu pelayanan kepada masyarakat perlu ditingkatkan sarana untuk mengatasi akibat buangan (limbah). Salah satu sarana yang digunakan dalam pengolahan limbah padat di RSUP Adam Malik Medan adalah menggunakan insenerator. Limbah padat yang dihasilkan memiliki dua karakteristik, yaitu: limbah

domestik dan limbah infeksius (B3). Tujuan insenerator adalah untuk mengurangi volume limbah B3 sebelum dibuang dan juga dapat menghilangkan sifat bahayanya limbah itu sendiri. Untuk limbah domestik ditangani oleh pihak Dinas Kebersihan untuk diangkut ke TPA Namo Bintang, dimana pihak pengelola rumah sakit melakukan pemisahan sampah untuk ditampung di lokasi TPS agar terhindar dari pencemaran baik terhadap kesehatan maupun lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produksi sampah 3,2 kg per tempat tidur per hari. Lebih jauh kajian yang dihasilkan adalah dari total limbah domestik 76,8% dan berupa limbah infeksius adalah 23,2 %. Secara nasional limbah padat klinis sebesar 376.089 ton per hari. Dari gambaran tersebut menunjukkan bahwa rumah sakit

memiliki potensi yang cukup besar untuk mencemari lingkungan dan kemungkinan relatif menimbulkan kecelakaan serta penularan penyakit. Masalah limbah padat klinis ini sampai saat ini masih belum optimal penanganannya, karena belum dapat dilaksanakan secara menyeluruh. Menurut Djaja (2006), dari 1476 rumah sakit yang memiliki alat insenerator hanya 648 unit rumah sakit (49%). Untuk pengelolaan sampah yang benar dan aman bagi lingkungan memerlukan biaya yang tidak sedikit, sehingga perhatian lebih diprioritaskan kepada sampah yang memiliki resiko tinggi ataupun berbahaya. Pengelolaan yang kurang tepat setelah sampah dibuang ke TPA akan semakin merusak lingkungan dengan banyaknya sampah yang tidak dapat membusuk. Demikian juga dengan sampah khusus, seperti halnya sampah medis maupun industri. Dalam bidang medis, penanganan terhadap sampah infeksius ini memerlukan teknik pengelolaan khusus, karena bahaya yang mungkin dapat ditimbulkan, misalnya bahaya infeksi, toksin dan atas pertimbangan etika. Untuk itu digunakan peralatan pembakar sampah khusus yang dikenal dengan insenerator. Dengan membakar dalam ruang pembakaran yang memiliki suhu dan tekanan yang tinggi akan dapat membunuh kuman-kuman infeksius dan menyapkan sampah yang berupa bagian dari organ tubuh, agar tidak membahayakan lingkungan. Untuk melihat seberapa efektifkah penggunaan dari insenerator tersebut, maka dilakukan kajian agar dapat memberikan sumbangsih yang berarti bagi pihak RSUP.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Peranan Rumah Sakit Dalam Pengelolaan Limbah

Rumah sakit adalah sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan upaya pelayanan kesehatan yang meliputi pelayanan rawat jalan, rawat inap, pelayanan gawat darurat, pelayanan medik dan non medik 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 [1]. 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 kesehatan lingkungan yang dapat mempunyai dampak besar terhadap manusia [2].

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pokok-Pokok Kesehatan menyebutkan bahwa setiap warga negara Indonesia berhak memperoleh derajat kesehatan yang setinggi-tingginya. Oleh karena itu Pemerintah menyelenggarakan usaha-usaha dalam lapangan pencegahan dan pemberantasan penyakit-pencegahan dan penanggulangan pencemaran, pemulihan kesehatan, penerangan dan pendidikan kesehatan pada rakyat dan lain sebagainya [3]. Usaha peningkatan dan pemeliharaan kesehatan harus dilakukan secara terus menerus, sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan, maka usaha pencegahan dan penanggulangan pencemaran diharapkan mengalami kemajuan.

Adapun cara-cara pencegahan dan penanggulangan pencemaran limbah rumah sakit antara lain adalah melalui [4]:

- a. Proses pengelolaan limbah (padat, cair dan gas) rumah sakit.
- b. Proses mencegah pencemaran makanan di rumah sakit.

Limbah padat yang berasal dari bangsal-bangsal, dapur, kamar operasi dan lain 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 [5].

2.2 Sampah Non Medis

Sampah non medis memiliki pengertian bahwa sampah adalah segala zat padat, semi padat yang terbuang atau tidak berguna baik yang dapat membusuk maupun yang tidak dapat membusuk [6]. Sampah biasanya ditampung di tempat produksi sampah untuk beberapa lama. Untuk itu setiap unit hendaknya disediakan tempat penampungan dengan bentuk, ukuran dan jumlah yang disesuaikan dengan jenis dan jumlah sampah serta kondisi setempat. Kriteria alat penampung sampah antara lain: Bahan tidak mudah berkarat, Kedap air terutama untuk menampung sampah basah, Bertutup rapat, Mudah dibersihkan, Mudah dikosongkan atau diangkut, tidak menimbulkan bising, tahan terhadap benda tajam dan runcing Pengangkutan sampah dimulai dengan pengosongan bak sampah di setiap unit dan diangkut ke pengumpulan lokal atau ke tempat pemusnahan.

Alat pengangkutan sampah di rumah sakit dapat berupa gerobak atau troli dan kereta yang harus

memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan sebagai berikut [7]:

1. Memiliki wadah yang mudah dibersihkan bagian dalamnya serta dilengkapi dengan penutup Harus kedap air dan mudah untuk diisi dan dikosongkan
2. Setiap keluar dari pembuangan akhir selalu dalam kondisi bersih

Untuk pembuangan sampah non-medis atau biasa disebut sampah domestik diperlukan suatu konstruksi tempat pengumpulan sampah sementara yang terbuat dari dinding semen atau dengan kontainer logam yang sesuai dengan persyaratan umum yaitu kedap air, mudah dibersihkan dan berpenutup rapat. Ukuran hendaknya tidak terlalu besar sehingga mudah dikosongkan. Apabila jumlah sampah yang ditampung cukup banyak, maka perlu penambahan jumlah kontainer. Kontainer terbuat dari bahan besi ataupun plastik.

2.3 Jenis Sampah/Limbah Medis

Penggolongan kategori limbah medis dapat diklasifikasikan berdasarkan potensi bahaya yang tergantung didalamnya, serta volume dan sifat persistensinya yang menimbulkan masalah [8]:

1. Limbah benda tajam seperti jarum, perlengkapan intravena, pipet Pasteur, pecahan gelas, dll.
2. Limbah infeksius, memiliki pengertian sebagai Limbah yang berkaitan dengan pasien yang memerlukan isolasi penyakit menular (perawatan intensif) dan limbah laboratorium.
3. Limbah patologi (jaringan tubuh) adalah jaringan tubuh yang terbuang dari proses bedah atau autopsi
4. Limbah Citotoksik adalah bahan yang terkontaminasi atau mungkin terkontaminasi dengan zat sitotoksik selama peracikan, pengangkutan atau tindakan terapi sitotoksik
5. Limbah farmasi berasal dari obat-obat yang kadaluarsa, yang sudah tidak diperlukan
6. Limbah kimia dihasilkan dari penggunaan kimia dalam tindakan medis, veterinary, laboratorium, proses sterilisasi dan riset.
7. Limbah radioaktif adalah bahan yang terkontaminasi dengan radio isotop yang berasal dari penggunaan medis atau riset radionuklida

Masalah utama dalam mengatasi limbah infeksius adalah resiko penularan oleh agen infeksius yang berasal dari limbah ini. Resiko penularan akan muncul saat pembuangan dari sumbernya, proses pengumpulan, pengangkutan, penyimpanan hingga penanganan baik onsite maupun offsite [9], hal ini merupakan faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan wadah atau kontainer untuk limbah infeksius. Pertimbangan

penggunaan wadah juga dibedakan sesuai tipe limbah infeksius, dimana dapat digolongkan menjadi tiga tipe, yaitu: limbah benda tajam, limbah padat dan cair. Ketiganya memiliki perbedaan besar secara fisik, kimia, dan resiko yang dapat ditimbulkan sehingga persyaratan dalam pewadahan dan penanganannya pun berbeda. Pada prinsipnya limbah medis harus sesegera mungkin ditreatmen setelah dihasilkan dan penyimpanan merupakan prioritas akhir bila limbah benar-benar tidak dapat langsung diolah. Faktor penting dalam penyimpanan [9]: melengkapi tempat penyimpanan dengan cover atau penutup, menjaga agar areal penyimpanan limbah medis tidak tercampur dengan limbah non-medis, membatasi akses sehingga hanya orang tertentu yang dapat memasuki area serta, labeling dan pemilihan tempat penyimpanan yang tepat Dalam strategi pengolahan dan pembuangan limbah.

2.4 Insenerator

Incinerator adalah metode penghancuran limbah organik dengan melalui pembakaran dalam suatu sistem yang terkontrol dan terisolir dari lingkungan sekitarnya. Insenerator adalah alat pemusnah limbah padat dengan cara pembakaran yang terkontrol sehingga emisi gas buangnya terkontrol atau tidak mencemari lingkungan serta abu hasil pembakaran tidak berbahaya. Insinerasi dan pengolahan sampah bertemperatur tinggi lainnya didefinisikan sebagai pengolahan termal. Insinerasi material sampah mengubah sampah menjadi abu, gas sisa hasil pembakaran, partikulat, dan panas. Gas yang dihasilkan harus dibersihkan dari polutan sebelum dilepas ke atmosfer. Panas yang dihasilkan bisa dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik. Beberapa parameter operasional yang akan mempengaruhi terjaminnya destruksi panas antara lain [8]: Temperatur, waktu tinggal turbulensi, pasokan udara, bahan konstruksi, perlengkapan tambahan. Insinerator untuk mengolah limbah infeksius hingga saat ini telah dibuat dengan berbagai nama seperti insinerator medis, insinerator infeksius ataupun insinerator limbah patologi. Tetapi 90% dari instalasi yang dibangun untuk mengatasi limbah rumah sakit selama dua dekade ini menggunakan prinsip *Controlled Air Incinerator* [3].

Pada umumnya incinerator dengan primary chamber mengkonversi limbah sehingga menghasilkan emisi berupa partikulat. Untuk itu perlu *pollution control device* berupa *wet* dan *dry scrubbers* pada insinerator rumah sakit yang manfaatnya adalah mengurangi emisi partikel (0,01-0,03 gr/ft³), mengurangi gas asam (HCl), mengurangi sifat patogen, mencegah racun terbebas di udara [5].

Berikut adalah tahapan proses pembakaran menggunakan insenerator :

1. Sampah awalnya disortir terlebih dahulu. Sampah yang kering dan yang mempunyai nilai pembakaran yang cukuplah yang bisa langsung diproses lanjut. Jika sampah dalam kondisi basah, yang berarti kandungan air dalam sampah tersebut cukup besar, maka sampah tersebut perlu dikeringkan terlebih dahulu. Hal ini untuk memudahkan dan memaksimalkan nilai pembakaran yang ada pada sampah tersebut.
2. Sampah ditampung di bak atau area penampungan kemudian akan dicacah yang akan memperbesar bidang kontak sampah dengan udara pada proses pembakaran di dalam insenerator. Sebelum masuk ke insenerator sampah diletakkan di hopper yang terhubung langsung dengan moving grate insenerator
3. Sampah dimasukan kedalam insenerator menggunakan moving grate untuk mencegah terjadinya timbunan sampah dalam insenerator sehingga diharapkan pembakaran berlangsung sempurna karena bidang kontak sampah dengan udara cukup besar.
4. Didalam insenerator sampah dibakar dengan temperatur tinggi (diatas 850°C) guna memecah gas dioxin akibat pembakaran sampah yang mengandung klor. Untuk menjamin pembakaran berlangsung diatas temperatur 850°C insenerator dilengkapi dengan burner (biasanya menggunakan bahan bakar minyak) yang akan menyala apabila temperatur di dalam insenerator kurang dari 850°C . Insenerator juga dilengkapi dengan blower untuk menyuplai udara sekunder berkecepatan tinggi yang menjamin cukupnya suplai oksigen dan terjadinya mixing yang baik sehingga proses pembakaran menjadi optimal. Sedangkan udara primer dialirkan melalui lubang-lubang yang terdapat pada moving grate. Udara primer ini juga bermanfaat untuk mendinginkan grate itu sendiri guna menjaga kekuatan mekaniknya. Sisa abu pembakaran (bottom ash) akan dikeluarkan dari insenerator menggunakan moving grate (biasanya hanya 4-10% volume atau 15-20% berat sampah yang masuk). Bottom ash jarang mengandung logam berat dan tidak dikategorikan sebagai sampah berbahaya sehingga aman untuk dibuang ke lahan pembuangan sampah. Namun perlu diperhatikan agar pembuangan abu padat tidak mengganggu keadaan air tanah karena abu padat dapat terserap ke dalam tanah. Berbeda dengan *bottom ash*, *fly ash* mengandung konsentrasi logam berat (timbal, kadmium, tembaga, dan seng) lebih banyak dari pada abu padat. Fly ash ini akan terbawa oleh gas sisa pembakaran. Panas yang dihasilkan oleh insenerator ini digunakan untuk memanaskan air sampai menjadi uap yang kemudian digunakan untuk

memutar turbin sehingga dapat membangkitkan listrik dengan menyambungkan poros turbin dengan generator.

5. Gas sisa pembakaran kemudian dialirkan menuju ruang penyaringan. Gas sisa pembakaran ini terdiri dari CO_2 , asam hidroklorat, asam nitrat, asam hidrofluor, merkuri, gas NO_x , fly ash, uap air dan logam berat lainnya.
6. Gas buang yang sudah disaring kemudian dibuang ke lingkungan melalui cerobong asap.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Penanganan Sampah Medis dengan Insenerator

Insenerator yang dimiliki RSUP Adam Malik berkapasitas $1,5 \text{ m}^3$ yang terdiri dari beberapa komponen utama antara lain *Feeding Storage room*, *primary chamber*, *secondary chamber* dan bagian bagian cerobong yang dilengkapi dengan *air pollution control*. Proses pengumpulan limbah medis di RSUP Adam Malik Medan menggunakan tempat sampah yang dilapisi dengan kantong kuning berukuran $50 \times 75 \text{ cm}$ di dalamnya. Penyebaran tempat sampah medis dapat ditemui di ruang perawatan, ruang bedah, ruang poliklinik, ruang kebidanan, dan laboratorium. Sedangkan untuk limbah benda tajam dikemas dalam kotak yang bertuliskan "infectious hazard". Untuk limbah medis setelah pengangkutan dilakukan, limbah dalam kantong kuning tersebut dikumpulkan terlebih dahulu dalam ruang khusus dengan kapasitas $\pm 23 \text{ m}^3$. Fungsi penyimpanan ini adalah untuk mengumpulkan limbah medis infeksius sebelum dibakar untuk mencegah terjadinya penularan baik melalui udara, kontak langsung, maupun melalui binatang.

Tahap akhir pengelolaan sampah medis adalah dengan menggunakan insenerator. Sampah medis yang telah terkumpul dalam ruang penyimpanan kemudian dibakar dan pembakaran dilakukan dua hari sekali dengan kapasitas maksimal insenerator $1,5 \text{ m}^3$. Biaya operasional yang harus dikeluarkan oleh pihak pengelola RSUP Adam Malik Medan untuk memenuhi kebutuhan kantong plastik dan tempat penampungan sampah selama satu tahun adalah sebesar Rp. 200.000 adapun tenaga penampung sampah di RSUP Adam Malik Medan dilakukan oleh petugas *cleaning service* yang berjumlah total 10 orang dan dikontrakan.

Pihak pengelola insenerator RSUP Adam Malik memiliki jadwal pembakaran setiap hari kecuali hari minggu dan hari libur, maka timbulan sampah medis yang dibakar sebanyak 100 kg. Kepadatan berat sampah tidak tentu tergantung kandungannya. Dengan asumsi 100 kg memiliki volume $1,5 \text{ m}^3$, maka volume sampah yang dibakar sebesar 150 m^3 , dengan kapasitas

maksimal *primary chamber* sebesar 1,5 m³ maka presentasi volume pembakarannya sebesar 30%. Pembakaran dengan insinerator umumnya menghasilkan buangan baik berupa padat, cair maupun gas. Dalam bentuk padat berupa abu pada akhirnya akan dibuang ke *landfill*. Untuk mencegah bahaya yang dapat ditimbulkan kandungan abu tersebut maka dilakukan pemeriksaan berdasar baku mutu PP No 18 Tahun 1999. Sedang untuk emisi berupa partikulat digunakan *Pollution Control Device* berupa *wet scrubber* serta pemeriksaan pada emisi udaranya. Pada bagian bawah ruang *wet scrubber* terdapat talang atau sekat yang berfungsi menangkap jatuhnya sisa air (limbah cair). Talang tersebut dihubungkan dengan pipa yang kemudian menyalurkannya ke instalasi pengolahan air buangan yang dimiliki RSUP Adam Malik Medan.

Proses pembakaran di insenerator akan mengubah limbah padat infeksius menjadi abu, gas sisa pembakaran, partikulat dan panas. Pembakaran sampah yang dilakukan di tungku terbuka menyebabkan pembakaran yang tidak optimal serta menimbulkan beberapa kerugian, diantaranya borosnya bahan bakar yang digunakan, tingginya residu yang dihasilkan, asap pembakaran dan partikulat yang mencemari lingkungan. Gas asap hasil pembakaran sampah yang tidak terkontrol biasanya mengandung partikulat, logam berat, hidrokarbon, sulfur dioksida, asam hidroklorat, abu dan dioxin dimana dioxin merupakan senyawa karsinogenik. Dampak keracunan dioxin untuk jangka panjang adalah kanker dan aterosklerosis. Karena sumber dioxin bisa dari berbagai materi yang ada di sekitar kita, maka dioxin menjadi ancaman serius bagi kesehatan manusia, karena pengaruh negatifnya sudah dapat dicapai hanya pada dosis yang sangat rendah yaitu beberapa *part* per trilliun dalam lemak tubuh kita.

Dioksin merupakan senyawa yang mampu mengacaukan sistem hormon, yaitu dengan cara bergabung dengan kaseptor hormon, sehingga mengubah fungsi dan mekanisme genetis dari sel, dan mengakibatkan pengaruh yang sangat luas, yaitu kanker, menurunkan daya tahan tubuh, mengacaukan sistem saraf, keguguran kandungan, dan dapat mengakibatkan cacat kelahiran. Umumnya dioxin dihasilkan dari pembakaran sampah yang merupakan hasil samping produk pestisida, pembakaran dari proses produksi baja atau proses kimia suatu produk yang menggunakan chlor sebagai pemutih seperti kertas, plastik, bahan T-shirt dan sebagainya.

Dioksin dikenal sebagai senyawa hidrofobik (tidak akur dengan air). Artinya bila dioksin berada di air, akan menghindari air dan mencari tempelan atau masuk ke dalam tubuh ikan. Demikian juga halnya mekanisme cara pencemaran pada binatang liar. Dioksin akan mencari binatang untuk ditemeli dan dimasuki. Sehingga apabila kita mengkonsumsi hewan tersebut maka dioxin akan berpindah ke dalam tubuh kita.

Sedangkan gas CO merupakan gas yang tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna yang merupakan gas rumah kaca yang lebih kuat dibanding dengan CO₂.

Debu hasil pembakaran sampah infeksius dari insenerator (3 kg) dianalisis di Sucofindo Jakarta berdasarkan PP No 18/1999 Jo. PP No. 85 Tahun 1999, TCLP (US EPA-SW-846 Method 1311) yang keseluruhan parameteranya masih berada dibawah ambang batas.

4.2 Proses Incenerator

Incinerator dilengkapi mesin pembakar dengan suhu tinggi yang dalam waktu relatif singkat mampu membakar habis semua sampah tersebut hingga menjadi abu. Pembakaran sampah ini digunakan dengan sistim pembakaran bertingkat (*double chamber*), sehingga emisi yang melalui cerobong tidak berasap dan tidak berbau, dan menggunakan sitem cyclon yang pada akhirnya hasil pembakaran tidak memberikan pengaruh polusi pada lingkungan. Pemilihan incenerator yang akan digunakan disesuaikan dengan keadaan lingkungan, jenis dan komposisi sampah, serta volume sampah, sehingga dapat dilakukan secara lebih efisien baik prosesnya maupun transportasi dan tenaga operasionalnya, serta pula penggunaan lahan lebih efisien. Meminimalkan sampah yang berukuran besar dan berat untuk dapat dipilah masuk ke dalam tempat tersendiri. Untuk menjaga kesempurnaan pembakaran di incinerator dan mencegah kerusakan pada dinding pembakar, maka Gelas dan Logam tidak ikut dibakar. Volume sampah yang berlebihan diatas mungkin tercecer (tumpah keluar) sehingga menurunkan efisiensi pemilihan. Oleh karenanya pada lokasi pembakaran perlu disediakan tempat, dan bila diperlukan diadakan pengaturan pemulung yang akan menangani pemilahan sampah dengan baik, "Sangat memungkinkan terjadi perebutan lahan kerja dari pemulung dan akan menjadikan friksi-friksi sosial".

4.3 Ruang Bakar Utama

Dalam ruang bakar utama proses karbonisasi dilakukan dengan " defisiensi udara " dimana udara yang dimasukan didistribusikan dengan merata kedasar ruang bakar untuk membakar karbon sisa. Gas buang yang panas dari pembakaran, keluar dari sampah dan naik memanasinya sehingga mengasilkan pengeringan dan kemudian membentuk gas-gas karbonisasi. Sisa padat dari pembentukan gas ini yang sebagian besar terdiri atas karbon, dibakar selama pembakaran normal dalam waktu pembakaran. Pada ruang bakar ini secara terkontrol dengan suhu 800⁰C – 1.000⁰C dengan sistem *close loop* sehingga pembakaran optimal. Distribusi udara terdiri dari sebuah *Blower* radial digerakan langsung dengan *impeller*, dengan casing aluminium dan

Motor Listrik, lubang masuk udara dari pipa udara utama didistribusikan ke koil.

4.4 Ruang Bakar Tingkat Kedua

Ruang bakar tingkat kedua dipasang diatas ruang bakar utama dan terdiri dari ruang penyalaan dan pembakaran, berfungsi membakar gas gas karbonisasi yang dihasilkan dari dalam ruang bakar utama. Gas karbonisasi yang mudah terbakar dari ruang bakar utama dinyalakan oleh Burner Ruang Bakar Dua, kemudian dimasukan udara pembakar, maka gas-gas karbonisasi akan terbakar habis. Selama siklus pembakaran bahan bakar yang mudah terbakar dari gas karbonisasi suhunya cukup tinggi untuk penyalaan sendiri, dan ketika karbonisasi selesai maka Ruang Bakar Dua bekerja seperti sebuah after burner, yaitu mencari, gas-gas yang belum terbakar kemudian membawanya kedalam temperatur lebih tinggi sehingga terbakar sampai habis, dimana suhunya mencapai 1.100° C dengan sistem close loop sehingga optimal. Pemasukan sampah ke ruang pembakaran dilakukan secara manual atau menggunakan *lift conveyor*.

4.5 Panel Kontrol Digital

Diperlukan suatu panel kontrol digital dalam operasionalnya untuk setting suhu minimum dan maksimum didalam ruang pembakaran dan dapat dikontrol secara " automatic " dengan sistem *close loop*. Pada panel digital dilengkapi dengan petunjuk suhu, pengatur waktu (digunakan sesuai kebutuhan), dan dilengkapi dengan tombol pengendali "burner dan "blower" dengan terdapatnya lampu isyarat yang memadai dan memudahkan operasi.

4.6 Cerobong Cyclon

Cerobong cyclon dipasang setelah ruang bakar dua, yang bagian dalamnya dilengkapi *water spray* berguna untuk menahan debu halus yang ikut terbang bersama gas buang, dengan cara gas buang yang keluar dari Ruang Bakar Dua dimasukan melalui sisi dinding atas sehingga terjadi aliran siklon di dalam cerobong,. Gas buang yang berputar didalam cerobong siklon akan menghasilkan gaya sentripetal, sehingga abu yang berat jenisnya lebih berat dari gas buang akan terlempar kedinding cerobong siklon. Dengan cara menyemburkan butiran air yang halus kedinding, maka butiran-butiran abu halus tersebut akan turun kebawah bersama air yang disemburkan dan ditampung dalam bak penampung. Bak penampung dapat dirancang tiga sekat, dimana pada sekat pertama berfungsi mengendapkan abu halus, pada bak selanjutnya air abu akan disaring, dan air ditampung dan didinginkan pada sekat ketiga, siap untuk dipompakan ke cerobong siklon kembali.

4.7 Burner dan Blower

Incinerator dilengkapi dengan 2 sistem pembakaran yang dikendalikan secara otomatis. Burner yang digunakan dapat menghasilkan panas dengan cepat, serta dilengkapi dengan *blower* untuk mempercepat proses pembakaran hingga mampu menghasilkan panas yang tinggi.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengelolaan limbah padat RSUP Adam Malik Medan dengan insenerator sebagai treatment limbah medis, maka disimpulkan sebagai berikut :

1. Tahap pengumpulan sampah dengan kantung plastik dibedakan menjadi tiga.
2. warna yaitu hitam untuk sampah non medis, kantung warna merah untuk limbah radioaktif, sedang kantung kuning untuk limbah/ sampah medis.
3. Pewadahan, pengangkutan dan penyimpanan memiliki perlakuan yang berbeda dalam penanganan antara sampah medis dan non medis.
4. Pembuangan sampah non medis dilakukan dengan menampung limbah medis di TPS yang ditangani oleh Dinas Kebersihan, untuk sampah medis dimusnahkan dengan membakarnya menggunakan insinerator.
5. Insinerator yang digunakan di RSUP H Adam Malik memiliki kapasitas pembakaran $1,5 \text{ m}^3$ dengan jenis *Cotrolled Air Insinerator* yang dilengkapi dengan *pollution control* berupa *wet chamber* dan *Hazard Particel Pervender*.
6. Parameter Pembakaran beberapa belum sesuai dengan kriteria desain.
7. Dari pemeriksaan abu, dihasilkan dari pembakaran limbah infeksius dengan insinerator cukup aman untuk selanjutnya dibuang ke landfill sedang emisi yang dilepas aman terhadap kandungan CO, namun belum dipastikan untuk zat lainnya.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan pembersihan pad asaringan/filter yang ada pada valve.
2. Perawatan sistem kontrol *washing column* berhubungan erat dengan sistem mekanik sehingga perlu dilakukan pengoperasian rutin pengujian alat mekanik
3. Secara umum sistem kontrol *washing column* pada unit Insenerasi masih berfungsi dengan baik.
4. Mengingat bahaya dan kerugian yang diakibatkan oleh penggunaan incinerator baik secara ekonomi

sosial dan dampak perusakan lingkungan, maka perlu dipikirkan dan dikaji lebih mendalam dan seksama tentang penggunaan incinerator untuk pembakaran limbah padat karena akan menimbulkan efek dioksin yang berbahaya.

5. Kepada para pembuatan kebijakan atau instansi yang terkait, misalnya Kementerian Lingkungan Hidup agar membuat regulasi yang lebih ketat tentang incinerator jika perlu dilarang digunakan jika telah ditemukan teknologi penggantinya. Incinerator yang telah terlanjur beroperasi harus diawasi secara ketat dan diwajibkan menggunakan sistem pengolahan emisi, baik gas buang maupun limbah cairnya, sehingga pencemaran lingkungan dapat ditekan seminimal mungkin.

Daftar Pustaka

- [1] Brunner, C.R. *Incinerator System Handbook*. United States. Incinerator, Consultants Inc, 1996.
- [2] Freeman, H.M. *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*. United States. McGraw Hill Co, 1988.
- [3] Reinhardt, P.A and Gordon, J.G . *Infectious and Medical Waste Management. Michigan*. Lewis Publisher Inc. 1991.
- [4] TECHNICA TOME, *Incinerator Unit, System Note*. Radioactive Waste Management Station, 1991.
- [5] Hartono ACK. *Daur Ulang Limbah Plastik dalam Pancaroba :Diplomasi Ekonomi dan Pendidikan*. Dana Mitra Lingkungan. Jakarta, 1998.
- [6] Kohler, M. & Wolfensberger, M., *Migration of Organic Component from Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles to Water*. EMPA (Report : 429670): 1:13. [http://www.google.com/plastic/PET bottles](http://www.google.com/plastic/PET%20bottles), 2003.
- [7] Meier JF. *Fundamentals of plastics and elastomer*. Di dalam: *Handbook of Plastic, Elastomer and Composites*. Ed ke-3. New York: McGraw-Hill Co 1996.
- [8] Sjoerd Nienhuys, Senior Renewable Energy Advisor, SNV-Nepal, *Plastic Waste Insulation for High Altitude Areas Application in Houses, Greenhouses and Biogas Reactors*, Kathmandu, 2007.
- [9] Syahfitrie, C. *Analisis Aspek Sosial Ekonomi Pemanfaatan Limbah Plastik*. [Thesis] Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 2001.