Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 18, No. 3, September – Desember 2019
DOI: https://doi.org/10.24843/MITE.2019.v18i03.P10

Kajian Penggunaan *Incinerator* Untuk Mengelola Limbah Medis Padat di Denpasar

I.G.A.B. Adiputra[1],I.A.D. Giriantari[2],I.N.S. Kumara[3]

Submission: 09-10-2019, Accepted: 14-10-2019

Abstract - ***one method for treating hospital toxic waste is by an incinerator. Incinerators burn hospital solid medical waste at high temperatures. Many hospitals have to transport their toxic waste to third party locations located outside Bali. In Bali, there are 62 hospitals with 6,195 inpatient rooms with 5,584,310 patient visits per year resulting in large quantities of toxic waste. Hospitals in Bali must send their waste to Java, which causes high costs and problems in transportation. One solution is to develop small-scale incinerators near hospital locations. This project is funded by the Japan International Cooperation Agency and is currently the only incinerator in hospitals in Bali. This paper discusses how to treat waste in Wangaya District Hospital and specifically the use of incinerators. The discussion will cover waste management in Wangaya District Hospital, incinerator development steps, incinerator performance, and economic analysis. From the results of the emission test and the technical requirements of this incinerator have met the KLHK standards. While the economic analysis results of the incinerator at the Wangaya District Hospital were NPV Rp 15,039,352,740, IRR 33.49 months, PBP 2.74 years, PI 4.69, meaning all of the economic analyzes above are positive therefore the incinerator projects is economicilly feasible.***

Keyword : Hospital, waste treatment, toxic waste, incinerator, environmental, economical feasibility, NPV, payback period, energy conservation.

Intisari*— salah satu metode untuk mengolah limbah beracun rumah sakit adalah dengan *incinerator*. *Incinerator* membakar limbah medis padat rumah sakit pada suhu tinggi. Banyak rumah sakit harus mengangkut limbah beracunnya ke lokasi pihak ketiga yang lokasinya diluar Bali. Di Bali, ada 62 rumah sakit dengan 6.195 kamar inap dengan 5.584.310 kunjungan pasien pertahun sehingga menghasilkan sejumlah besar limbah beracun. Rumah sakit di Bali harus mengirim limbahnya ke pulau Jawa menyebabkan biaya yang mahal dan masalah dalam pengangkutannya. Salah satu solusinya adalah mengembangkan incinerator skala kecil di dekat lokasi rumah sakit. Proyek ini didanai oleh *Japan Internasional Cooperation Age*ncy dan saat ini merupakan satu-satunya *incinerator* yang ada di rumah sakit di Bali. Paper ini membahas bagaimana pengolahan limbah di RSUD Wangaya dan khususnya penggunaan *incinerator*. Pembahasan akan meliputi pengelolaan limbah di RSUD Wangaya, langkah-langkah pembangunan *incinerator*, unjuk kerja *incinerator* dan analisa ekonomi. Hasil uji emisi gas buang yang dikeluarkan oleh cerobong dan persyaratan teknis lainnya sudah memenuhi standar dari KLHK. Hasil analisa ekonomi *incinerator* di RSUD Wangaya memperlihatkan *NPV* Rp 15.039.352.740, *IRR* 33,49 bulan, *PBP* 2,74 tahun, *PI* 4,69 artinya semua analisa ekonomi terpenuhi sehingga *incinerator* secara ekonomi adalah layak.

Kata Kunci: Rumah sakit, pengolahan limbah medis, limbah beracun, *incinerator*, analisa ekonomi, *NPV*, *payback period*, konservasi energi.

[1]*RSUD Wangaya Kota Denpasar, Jln. Kartini, Denpasar 80115, INDONESIA, (telp: **0361-222141**, e-mail: gungadiputra86@gmail.com)*
[2]*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA, (telp: **0361-703315**, e-mail: dayu.giriantari@unud.ac.id, satya.kumara@unud,ac.id)*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan rumah sakit belakangan ini mengalami pertumbuhan yang meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya pendapatan mayarakat Indonesia. Provinsi Bali berdasarkan profil kesehatan Bali 2017 yang dikeluarkan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Bali terdapat 62 rumah sakit dengan 6.195 tempat tidur [1].

Sebagai institusi pemberi layanan kesehaan kepada masyarakat, rumah sakit juga mempunyai kewajiban untuk menjaga lingkungan disekitar rumah sakit agar tidak mengalami pencercemaran. Rumah sakit harus mampu mengelola limbahnya dengan benar salah satu cara pengelolan limbah medis padat yaitu membakar pada *incinerator*. *Incinerator* merupakan alat pemusnah sampah dengan cara pembakaran pada suhu tinggi [2]. Secara sistematis pengolahan tersebut nyaman bagi lingkungan, tetapi dalam penerapannya masih banyak yang belum memenuhi persyaratan baik secara administrasi dan teknik sehingga mengganggu lingkungan sekitar.

Kondisi pengolahan limbah medis di Indonesia akhir-akhir ini mengalami permasalahan dengan banyaknya masalah pembuangan limbah medis padat yang tidak pada tempatnya atau ilegal yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat sekitarnya. Penunpukan sampah medis di fasilitas pelayanan kesehatan ini juga disebakan beberapa pengelola limbah medis tidak berjalan baik ini terjadi akhir tahun 2017[3].

Maka berdasarkan masalah tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai kajian penggunaan incinerator untuk mengolah limbah medis di Denpasar, dengan tempat penelitiannya di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Wangaya Kota Denpasar. Tujuan dari penulisan paper ini untuk membahas bagaimana pengelolaan limbah di RSUD wangaya dan khususnya penggunaan *incinerator*. Pembahasan akan meliputi pemaparan pengolahan limbah di RSUD Wangaya, langkah langkah pembangunan *incinerator*, unjuk kerja *incinerator* dan analisa investasi.

II. PENGELOLAAN LIMBAH B3 RUMAH SAKIT

A. Regulasi Pengelolaan Limbah B3 di Indonesia

Kebijakan untuk mengelola limbah bahan berbahaya dan beracun atau B3 di Indonesia diatur dalam beberapa peraturan pemerintah dimana peraturan yang satu dengan yang lainnya saling melengkapi seperti berikut.

 p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372

PP 12 JO.PP 19/1994 TENTANG PENGOLOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN

↓

PP 18 JO.PP 85/1999 TENTANG PENGOLOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN

↓

PP 101/2014 TENTANG PENGOLOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN

Perturan turunan yang khusus mengatur tata cara pengelolaan limbah di fasilatas kesehatan diatur pada PERMENLHK 56/2015[4],[5],[6].

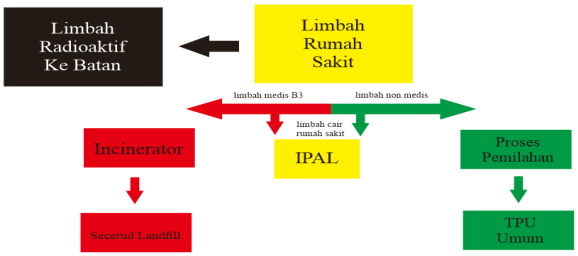
B. *Pengolahan Limbah Rumah Sakit di Indonesia*

Metode atau teknik pengolahan limbah medis padat di unit pelayanan kesehatan di Indonesia dapat dilakukan secara *thermal* dan penguburan untuk limbah tertentu, ditempat yang memenuhi persyaratan. Untuk pengolahan secara thermal menggunakan peralatan: *autoclave*, gelombang mikro, iradiasi frekuensi dan *incinerator* .

Penggunaan *autoclave*, gelombang mikro, Iradiasi frekuensi radio harus memenuhi standar dimana ada uji validasi dan tidak bisa digunakan untuk limbah patologis, bahan kimia kadaluwarsa, radioaktif, farmasi dan sitokis. Dari metode tersebut yang paling bisa untuk mengolah hampir semua limbah Bahan Berbahaya Beracun (B3) adalah incinerator, tapi incinerator juga memiliki batasan yaitu tidak dapat mengolah limbah seperti limbah radioaktif. Hasil dari sisa pembakaran incinerator yang berupa abu bisa dibuang ke tempat penimbunan akhir atau *secerud landfill* [7].

Untuk limbah non medis rumah sakit pengelolaannya adalah dengan memilah, sisanya yang tidak bisa dimanfaatkan langsung dikirim ke Tempat Pembuangan Sampah (TPS) umum. Sedangkan limbah cair di rumah sakit semuanya diolah di instalasi pengolahan air Limbah (IPAL) rumah sakit.

Secara detail pengolahan tersebut digambarkan dari *flowchart* berikut :



Gambar 1: *Flowchart* sederhana pengolahan limbah medis dan non medis rumah sakit

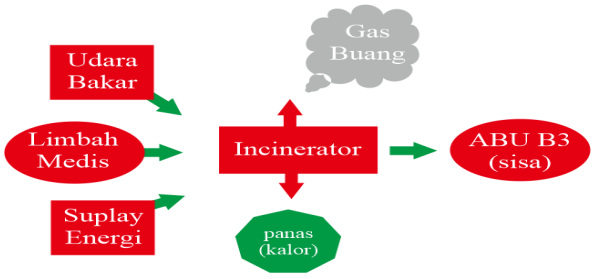
C. *Persyaratan Incinerator Rumah Sakit di Indonesia*

Untuk bisa operasionalnya *incinerator* di rumah sakit harus memenuhi persyartan administrasi dan persyaratan teknis. Persyaratan administrasinya antara lain: memiliki izin lingkungan, akta pendirian perusahaan, izin lokasi, Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP)/Izin Usaha Tetap (IUT)/Izin Usaha Industri (IUI), Izin Mendirikan Bangunan (IMB), izin penyimpanan limbah B3, izin pembuangan limbah cair .

Persyaratan teknis *incinerator* yang harus dipenuhi :

1. Efisiensi pembakaran sekurang-kurangnya 99,5%
2. Suhu ruang bakar utama sekurang-kurangnya 800^0C
3. Suhu paling rendah 1000^0 C di ruang bakar dua dengan waktu tinggal singkat 2 detik
4. Memiliki alat pengendali pencemaran udara berupa *wet scrubber* atau sejenisnya
5. Ketinggian cerobong paling rendah 14 meter
6. Cerobong dilengkapi lubang pengecekan Emisi
7. Emisi atau gas buang memenuhi standar

Berikut adalah proses *incinerator*

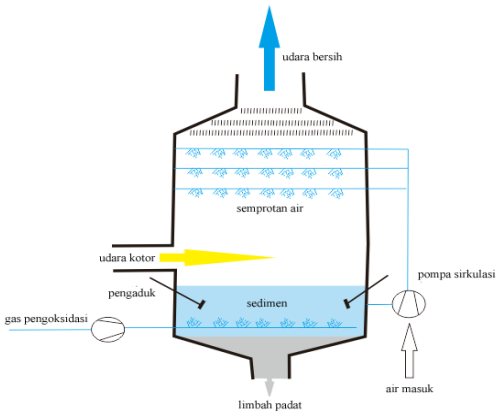


Gambar 2: Proses *incinerator*

D. *Wet Scrubber*

Wet scrubber merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan partikel debu yang ada dalam udara dengan menggunakan cairan sebagai alat bantu, air merupakan cairan yang pada umumnya digunakan pada proses *scrubbing*. *Wet scrubber* dapat mengurangi polutan udara dengan penanggulangan emisi pencemar yang dihasilkan oleh gas buang incinerator. Pada umumnya *wet scrubber* mampu menghasilkan partikel dengan ukuran diameter 1µ-2µ .

Berikut cara kerja *wet scrubber incinerator*, udara kotor yang keluar dari dalam ruang bakar incinerator mengalir ke lubang gas, lubang gas ini di atasnya dipasang *sprinkler* (pembuat spray air) sehingga gas buang yang melewati percikan air ini menjadi bersih dan siap dilepas ke udara bebas, sedangkan untuk sisa airnya dialirkan kemudian diolah di IPAL [8].



Gambar 3: Prinsip kerja *Wet Scrubber*

E. *Kondisi Incinerator Rumah Sakit di Indonesia*

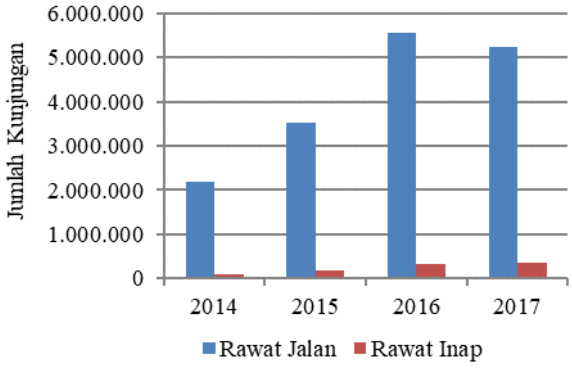
Di Indonesia penggunaan *incinerator* di rumah sakit belum banyak karena berbagai kendala. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bulan Juli 2018 dari 2.800 rumah sakit di Indonesia yang memiliki ijin operasional *incinerator* baru 3,3%. Sebaran pemakaian incinerator ini ada di 18 provinsi di Indonesia, dari data tersebut belum ada rumah sakit dari Bali yang memiliki izin operasional *incinerator*. Banyaknya fasilitas kesehatan di Indonesia tidak memiliki izin operasional *incinerator* disebabkan beberapa hal antara lain: tidak adanya lahan, ditolak oleh masyarakat karena mengeluarkan emisi yang menganggu dan *incinerator* yang tidak memenuhi persyaratan.

F. Tinjauan Pelayanan Kesehatan di Bali

Jumlah fasilitas kesehatan yang ada di Bali pada tahun 2017 adalah 62 rumah sakit dengan 6.195 jumlah tempat tidur serta jumlah pasien sebanyak 500.424. Berikut adalah perkembangan jumlah masyarakat yang dirawat di fasilitas kesehatan yang ada di Bali baik rumah sakit swasta atau pemerintah dari tahun 2014 sampai 2017 .

TABEL I
KUNJUNGAN RAWAT JALAN DAN INAP PROVINSI BALI 2014 – 2017

Tahun	Jumlah kunjungan	
	Rawat Jalan	Rawat Inap
2014	2.187.467	99.999
2015	3.517.271	192.316
2016	5.567.332	328.044
2017	5.226.590	357.720



Gambar 4: Grafik kunjungan rawat jalan dan rawat inap Provinsi Bali

Dari data diatas terlihat jumlah masyarakat yang memakai fasilitas kesehatan untuk perawatan kesehatan di Bali setiap tahun mengalami peningkatan. Setiap kenaikan jumlah pasien berarti terjadi kenaikan limbah medis yang dihasilkan. Menurut kajian dan perkiraan KEMENKES RI produksi limbah medis di Indonesia 0,14 kg/TT perhari [9]. Untuk Provinsi Bali sesuai data DIKES Bali pada tahun 2018 jumlah limbah medis padat dari 62 fasilitas kesehatan, 120 puskesmas, sekitar 200 klinik bisa mencapai 3 ton perhari.

III. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini dilakukan langkah langkah seperti gambar berikut

Gambar 5: Alur penelitian

A. Pengumpulan Data

Kegiatan ini dilakukan dengan mengumpulkan data spesifikasi teknis dari *incinerator* yang ada di RSUD Wangaya, mengumpulkan sumber sumber limbah medis padat yang ada di RSUD Wangaya serta kebutuhan bahan bakar solar, listrik dan air yang diperlukan untuk operasional *incinerator*

B. Unjuk Kerja Incinerator

Dilakukan dengan melihat sistim, cara kerja dan teknologi yang dipakai pada *incinerator* yang ada di RSUD Wangaya serta hasil uji emisi yang dihasilkan dari *incinerator* ini.

C. Kajian Teknis dan Lingkungan

Kajian teknis dilakukan untuk mengetahui apakah incinerator ini sudah memenuhi persyaratan teknis dari KLHK serta mengetahui apakah hasil dari emisi atau gas buang dari *incinerator* ini aman untuk lingkungan.

D. Kajian Ekonomis

Pada kajian ekonomis akan dianalisa apakah pembangunan *incinerator* ini layak secara ekonomi atau tidak serta bagaimana jika pengelolaan limbah ini dilakukan oleh pihak ketiga atau perusahan pengelola limbah.

Untuk mengukur suatu proyek atau sebuah investas layak atau tidak untuk dikerjakan atau dibangun ada beberapa penilaian yang umum digunakan antara lain *metode Net Present Value* (*NPV*), *Pay Back Period* (*PBP*), *Internal Rate of Return (IRR*), *Profitable Indek* (*PI)* [10], [11]. Berikut adalah rumus untuk menghitungnya :

$$NPV = \sum_{t=1} n \frac{Bt-Ct}{(1+i)^t} \quad (1)$$

dengan :

Bt = Benefit kotor periode -t
Ct = Cost investasi kotor periode -t
n = nilai ekonomi investasi
i = suku bunga rata rata

$$IRR = i + \{\frac{NPV}{NPV' - NPV''}(i' - i'')\} \quad (2)$$

$$PBP = (\frac{investasi\ awal}{penerimaan\ periodik\ kas\ bersih}) \quad (3)$$

$$PI = \frac{NPV\ penerimaan}{NPV\ pengeluaran} \quad (4)$$

E. Kajian Regulasi

Kajian regulasi dilakukan dengan melihat apakah *incinerator* yang ada di RSUD Wangaya telah memenuhi semua ketentuan yang dipersyaratkan dari KLHK nomer: 56 tahun 2015 dan Peraturan Menteri Kesehatan nomer: 7 tahun 2019.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Profil RSUD Wangaya

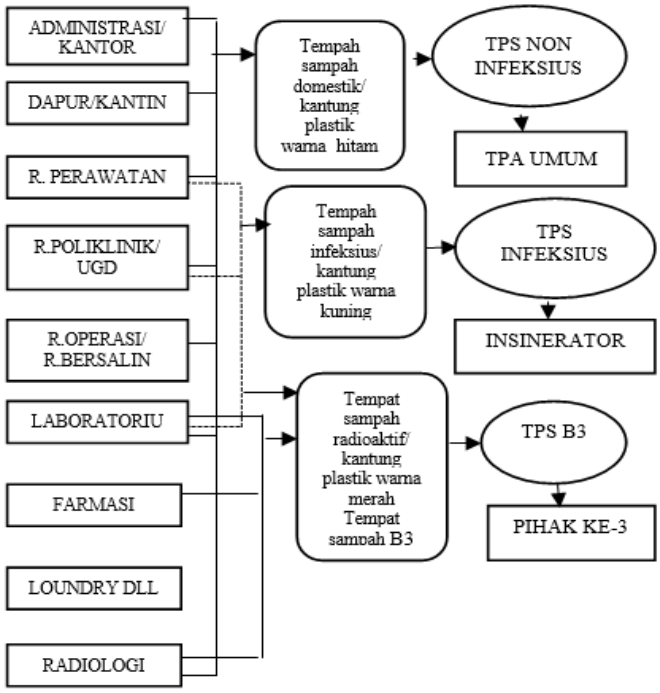
RSUD Wangaya Kota Denpasar adalah Rumah Sakit Umum Daerah milik Pemerintah Kota Denpasar, merupakan rumah sakit tipe B pendidikan, beralamat di Jalan Kartini 133 Denpasar. Sebagai rumah sakit pendidikan, RSUD Wangaya juga mengemban misi untuk meningkatkan peran rumah sakit dalam pendidikan dan pelatihan.

Untuk dapat memberi pelayanan kesehatan kepada masyarakat yang paripurna. RSUD Wangaya menyediakan pelayanan dasar, penunjang maupun kegawat daruratan. Pelayanan gawat darurat diperuntukkan bagi pasien yang membutuhkan tindakan medis segera guna penyelamatan nyawa dan kecacatan lebih lanjut. Pelayanan ini diberikan 24 jam 7 hari seminggu. Untuk rawat inap RSUD Wangaya menyediakan 200 tempat tidur yang terdiri dari ruang rawat inap, ruang VIP dan ruang perawatan khusus.

Dalam melaksanakan seluruh aktivitas pelayanannya RSUD Wangaya didukung 961 pegawai yang terdiri dari 92 tenaga dokter, 413 tenaga keperawatan, 103 tenaga medis non keperawatan (farmasi, kesehatan masyarakat, gizi, dan keteknisian medis), 353 tenaga non medis (administrasi, satpam, *cleaning service*).

B. Pengelolaan Limbah RSUD Wangaya

Berikut ini adalah proses pengelolaan limbah medis yang dilakukan di RSUD Wangaya.Limbah medis RSUD Wangaya bersumber dari kegiatan pelayanan medis kepada pasien berupa tindakan medis, perawatan medis, dan tindakan penunjang medis lainnya.Untuk menampung limbah hasil kegiatan pelayan medis ini, di tiap ruangan sudah disediakan tempat sesuai dengan jenis limbah. Tempat warna hitam untuk sampah non medis, warna kuning untuk limbah medis padat (*infeksius)*, warna ungu limbah *cytotoksik*, warna merah untuk limbah radioaktif dan *sharp box* untuk benda tajam. Limbah yang sudah dipilah dan terkumpul kemudian diangkut ke tempat pengelolaan limbah berdasarkan golongannya, untuk limbah non medis ke TPS limbah domestik diangkut oleh petugas Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) untuk dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sedangkan limbah medis pengolahannya akan dilanjutkan ke *incinerator* RSUD Wangaya. Limbah cair yang ada di RSUD Wangaya diolah di IPAL yang sudah ada. Berikut adalah alur pengololaan limbah di RSUD wangaya



Gambar 6: Alur Pengelolaan Limbah di RSUD Wangaya

C. Pengembangan proyek pengolahan limbah JICA di Bali

Japan Internasional Cooperation Agency (*JICA*) adalah lembaga yang didirikan pemerintah Jepang untuk membantu pembangunan negara negara berkembang. *JICA* mulai melakukan survey di seluruh rumah sakit dan fasilitas kesehatan di Bali tahun 2016, kemudian hasil survei awal RSUD Wangaya dipilih sebagai lokasi proyek. Tahap awal adalah dengan mengajak pihak Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) sebagai wakil dari pemerintah Indonesia dan pemerintah kota Denpasar serta sebagai penerima hibah proyek ini.

Sebagai legalitas proyek maka dibuat *Memorandum of Understanding* (*MoU)* yang ditandatangani oleh ketiga pihak yaitu dari *JICA*, BPPT, dan pemerintah kota Denpasar pada tahun 2016. Proyek mulai dikerjakan pertengahan tahun 2016 dan selsesai bulan desember tahun 2016. Proyek mulai diuji coba dari bulan januari 2017 sampai bulan agustus 2018. Selama proyek pihak *JICA* dan BPPT melakukan penelitian penggunaan incenerator ini. Proyek berakhir pada bulan agustus 2018 kemudian dihibahkan ke Pemerintah Kota Denpasar sebagai pemilik RSUD Wangaya.

D. Spesifikasi Incenerator RSUD Wangaya

Berikut adalah spesifikasi *incenerator* yang ada di RSUD Wangaya Denpasar seperti Tabel II

TABEL II
SPESIFIKASI INCINERATOR DI RSUD WANGAYA

merek	Chirimeser
Model	TG-49
Type	*Batch type*
Buatan	Thomas Technical Co.Ltd
Jumlah ruang bakar	2 buah
Luas lantai tungku	0,49 m^2
Dimensi luar	1000 mm x 1800 mm x 3600 mm
Dimensi pintu	450 mm x 700 mm
Voltase	100 V AC
Bahan bakar	Solar
Jumlah burner	2 buah
Jumlah blower	2 buah
Kontrol panel	ada
Konsumsi bahan bakar	2-8 L/jam
Konsumsi listrik	0,8 kWh
Konsumsi air	6,25 L/jam
Kapasitas pembakaran	Sampah campuran ≤ 45 kg/jam Sampah plastik ≤ 10 kg/jam
Temperatur	Ruang bakar satu = 800^0C Ruang bakar dua = 1.200^0 C
Waktu tinggal limbah dalam ruang bakar	15 menit
Tinggi cerobong	14 meter dari permukaan tanah

E. Unjuk Kerja Incinerator RSUD Wangaya

Sesuai hasil pengamatan selama penelitian di RSUD Wangaya berikut adalah unjuk kerja dari *Incinerator* Chirimeser TG–49 .

1. Efisiensi pembakaran > 99,93 % sesuai dengan hasil uji emisi
2. Suhu ruang bakar utama *incinerator* chirimeser TG-49 berkisar antara 750 °C sampai 800°C sedangkan di ruang bakar yang kedua suhunya 1100°C
3. Perhitungan waktu tinggal *incinerator* chirimeser dengan kondisi ruang bakar diisi 100% sebagai berikut :
   a) Temperatur *stacck* (Ts) = 253°C
   b) *Density* gas *stack* = 0,34°C
   c) Koefisien pilot *tube* = 0,84
   d) Volume *chamber* = 1,25 m^3
   e) Tekanan *atmospheric* = 759 mmHg
   f) Diameter cerobong = 40 cm, r=20cm
   g) Tekanan dinamis *stack* = 23 pa
   h) Sampling *Port high* = 3800 mm
   i) *Velocyty stack* = 7,8 m/s
   j) Luas penampang cerobong
   $A = \pi r^2$ = 3,14x (0,2)2 = 0,125 m2
   k) *Flow rate* = 0,507 m^3/s
   l) Waktu tinggal *incinerator*
   $= \frac{1,25 m2}{0,507 m^3/s}$ =2,47 s
4. *Incinerator* chirimeser TG-49 ini sudah dilengkapi dengan *wet scruber* sebagai pencegah pencemaran udara
5. *Incinerator* chirimeser TG-49 ini memiliki ketinggian cerobong setinggi 14 meter dari permukaan tanah dan telah memenuhi baku mutu emisi.

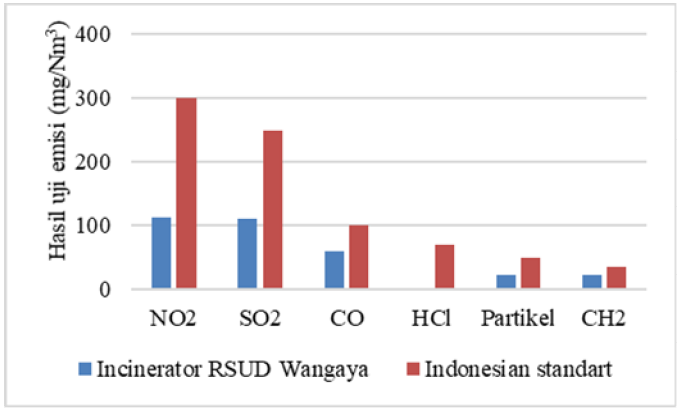
F. Uji Emisi Incinerator RSUD Wangaya

Incinerator Chirimeser TG–49 yang ada di RSUD Wangaya sudah dilakukan uji emisi untuk mengetahui hasil emisi gas buangnya. Uji emisi dilaksanakan oleh badan independen yang sudah terakreditasi yaitu perusahan Sucofindo. Hasil dari uji emisi *incinerator* RSUD Wangaya seperti pada Tabel III berikut:

TABEL III
HASIL UJI EMISI *INCNINERATOR* CHIRIMESER TG-49 RSUD WANGAYA

Parameter	*Incinerator* RSUD Wangaya	Standar Indonesia
Nitrogen Dioksida (NO_2)	111.70 mg/Nm³	300.00 mg/Nm³
Sulfur Dioksida (SO_2)	110.90 mg/Nm³	250.00 mg/Nm³
Karbon Monoksida (CO)	60.20 mg/Nm³	100.00 mg/Nm³
Hidrogen Clorida (HCl)	0.04 mg/Nm³	70.00 mg/Nm³
Parikel	21.70 mg/Nm³	50.00 mg/Nm³
Total Hidrocarbon (sbg CH_2)	21.50 mg/Nm³	35.00 mg/Nm³
Hidrogen Flurioda (HF)	0.04 mg/Nm³	10.00 mg/Nm³
Timbal (Pb)	0.12 mg/Nm³	5.00 mg/Nm³

Arsen (As)	0.00	mg/Nm³	1.00	mg/Nm³
Kromium (Cr)	0.03	mg/Nm³	1.00	mg/Nm³
Kadmin (Cd)	0.08	mg/Nm³	0.20	mg/Nm³
Merkuri (Hg)	0.03	mg/Nm³	0.20	mg/Nm³
Talium (Tl)	0.20	mg/Nm³	0.20	mg/Nm³
Opasitas	8.0	%	10	%



Gambar 7: Grafik hasil uji emisi *incinerator*

Dari tabel diatas hasil uji emisi *incinerator* ini hasilnya lebih rendah dari standar yang disyaratkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan sehingga aman terhadap lingkungan

Gambar 8: Pengambilan uji emisi *incinerator*

G. *Analisa Ekonomi Incinerator RSUD Wangaya*

Berikut ini analisa kelayakan ekonomi pemasangan *incinerator* di rumah sakit, pada analisa ini tidak dihitung nilai tanah dan pajak pajak. Pada Tabel IV ditampilkan asumsi asumsi yang dipakai sesuai data yang diperoleh saat penelitian di RSUD Wangaya. Harga jual yang ditampilkan pada tabel tersebut didapat dari harga jual yang dibebankan oleh pihak ketiga, jika RSUD Wangaya mengirim sampahnya ke luar. Sedangkan pada Tabel V asumsi komponen biaya seperti harga solar berdasarkan harga Pertamina saat itu, harga listrik sesuai harga PLN, harga air sesuai harga air PDAM Denpasar, gaji sesuai UMR Denpasar saat itu.

TABEL IV
ASUMSI PERHITUNGAN BIAYA PEMASANGAN *INCINERATOR*

No	Asumsi	Satuan	Total
1	Investasi	Rp	6.7 miliar
2	Umur ekonomi alat	Tahun	15
3	Kapasitas produksi	Ton/Tahun	45x8x26x12=108
4	Harga jual	Rp/Ton	23,5 juta
5	Depresiasi	Rp	Rp 446.666.667
6	Tingkat suku bunga bank	%	10
7	Modal sendiri	%	100

TABEL V
ASUMSI KOMPONEN BIAYA PEMASANGAN *INCINERATOR*

No	Komponen	Satuan	Harga (Rp)	Kebutuhan per Tahun	Total (Rp)
1	Biaya solar	Liter	10.300	23.040	237.312.000
2	Biaya listrik	KWH	1.500	2.304	3.456.000
3	Biaya air	Liter	1.443	18.000	25.974.000
4	Gaji 4 orang	Rp		174.000.000	174.000.000
5	Biaya pemeliharaan	Rp	-	100.000.000	100.000.000
TOTAL					540.742.000

Berdasarkan data pada Tabel IV dan V dapat dibuat analisa perhitungan arus kas per tahun pemasangan *incinerator* di rumah sakit seperti yang ditampilkan pada Tabel VI berikut

TABEL VI
ARUS KAS OPERASIONAL *INCINERATOR* RSUD WANGAYA

Pendapatan					Total (Rp)
108 ton @ Rp. 23.500.000					2.538.000.000
Pengeluaran biaya proses incinerator					
No	Komponen	Satuan	Harga (Rp)	Kebutuhan per tahun	Total (Rp)
1	Biaya solar	Liter	10.300	23.040	237.312.000
2	Biaya listrik	kWh	1.500	2.304	3.456.000
3	Biaya air	Liter	1.443	18.000	25.974.000
4	Biaya gaji (4 orang)	Rp	-	174.000.000	174.000.000
5	Biaya pemeliharaan	Rp	-	100.000.000	100.000.000
Total					540.742.000
Keuntungan sebelum pajak					1.997.258.000

Untuk menentukan sebuah investasi layak atau tidak dibangun ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi antara lain: *NPV, IRR, PBP, PI.* Tabel VII berikut adalah nilai *NPV* dari Pembangunan *Incinerator* di RSUD Wangaya .

TABEL VII
PERHITUNGAN *NPV* DENGAN ASUMSI SUKU BUNGA 10% PADA PEMBANGUNAN *INCINERATOR*

Tahun	Laba Bersih (Rp)	Faktor PV	PV (Rp)
1	1.997.258.000	0,9	1.797.532.200
2	1.997.258.000	0,82	1.637.751.560
3	1.997.258.000	0,75	1.497.943.500
4	1.997.258.000	0,68	1.358.135.440
5	1.997.258.000	0,62	1.238.299.960
6	1.997.258.000	0,56	1.118.464.480
7	1.997.258.000	0,51	1.018.601.580
8	1.997.258.000	0,46	918.738.680
9	1.997.258.000	0,42	838.848.360
10	1.997.258.000	0,38	758.958.040
11	1.997.258.000	0,35	699.040.300
12	1.997.258.000	0,31	619.149.980
13	1.997.258.000	0,28	559.232.240
14	1.997.258.000	0,26	519.287.080
15	1.997.258.000	0,23	459.369.340
NPV dengan tingkat bunga 10%			15.039.352.740

Tabel VIII adalah ringkasan analisa investasi pembangunan *incinerator* cherimeser TG-49 yang didapat dari persamaan (1), (2), (3), (4).

TABEL VIII
KRITERIA PENILAIAN INVESTASI PEMBANGUAN *INCINERATOR* RSUD WANGAYA

No	Parameter	Hasil
1	*NPV*	15.039.352.740 rupiah
2	*IRR*	33,49% bulan
4	*PBP*	2,74 tahun
5	*PI*	4,69

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Hasil kajian terhadap penggunaan *incinerator* yang ada di RSUD Wangaya secara unjuk kerja telah memenuhi persyaratan seperti efisiensi > 99,95 %, suhu pada ruang bakar satu 800°C dan 1100°C pada ruang bakar dua, memiliki *wet scrubber*, ketinggian cerobong sudah 14 meter, dan emisi gas buang sudah memenuhi standar.KLHK.
2. Secara ekonomi pembangunan *incinerator* di RSUD Wangaya memenuhi kriteria *NPV, IRR, PBP, PI* sehingga layak untuk dibangun.
3. *Incineraor* RSUD Wangaya sebagai salah satu solusi untuk pengolahan limbah medis yang ramah lingkungan karena uji emisinya memenuhi syarat dan biaya pengolahan lebih murah.

REFERENSI

[1] Dinas Kesehatan Provinsi Bali,"Profil Kesehatan Provinsi Bali 2017". Bali. 2018.
[2] K. Kardono, "Environmental Performance Test Of Hazard Waste Incinerator In Indonesia". 2016.
[3] Purningsih, Dewi, "Hanya 93 rumah sakit di indonesia yang memiliki ijin operasional insinerator". Jakarta : Greeners 2018
[4] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor: 12 Tahun 1994 "Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun". Jakarta. 1994.
[5] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor: 18 Tahun 1999 "Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun". Jakarta. 1999
[6] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor: 101 Tahun 2014 "Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun". Jakarta. 2014.
[7] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI nomor: 56 Tahun 2015 "Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan". Jakarta. 2015
[8] B.Atework, J.Hanania, K.Stenhouse, J.Donev, *Wet Scrubber*, diakses dari https://energyeducation.ca/encyclopedia/wet_scrubber, pada tanggal 1 agustus 2019
[9] Ditjen PP & PL dan WHO. "pedoman Pengelolaan Limbah Medis Tajam di Pusat Kesehatan Masyarakat. Jakarta. 2006
[10] Khotimah, Husnul dan Sutiono, " Analisa Kelayakan Finansial Usaha Budidaya Bambu" Jurnal Ilmu Kehutanan, Vol 8 No 1 Januari-Maret 2014

[11] I.B.K.Sugirianta, I.A.D.Giriantari, I.N.Satya Kumara, "Analisa Keekonomian Tarif Listrik Pembangkit ListrikTenaga Surya 1 MWP Bangli Dengan Metode Life Cycle Cost " Majalah *Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol 15, 2016