

PERANCANGAN TUNGKU PEMBAKARAN UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH MEDIS

¹⁾Sanny Andjar Sari, ²⁾Sri Indriani

¹⁾²⁾Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Pada saat ini masalah yang sering dialami oleh orang – orang yang bekerja di bidang kedokteran adalah dalam hal meminimalisasi adanya penularan virus atau bakteri yang dihasilkan dari limbah medis, salah satunya dengan melakukan pembakaran jarum suntik, dimana pada saat ini pengoperasian alat dilakukan hanya 2 minggu sekali dengan volume jarum suntik sebanyak kurang lebih 1 m³. Alat pembakaran tersebut hanya dimiliki oleh instansi kedokteran yang berskala besar. Hal itu membuat instansi – instansi kedokteran berskala kecil seperti puskesmas atau klinik kedokteran mengalami masalah dengan penanganan limbah medis ini.

Oleh sebab itu diperlukan suatu alat rancangan yang dapat digunakan pada di instansi kedokteran berskala kecil dengan menggunakan prinsip – prinsip ergonomi yang meliputi perhitungan waktu proses pembakaran, menentukan dan menghitung antropometri, analisis torsi tahap akhir menghitung waktu standart dan out put standart setelah tungku dirancang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan suhu pembakaran lebih dari 1000⁰ C dapat diperoleh hasil pembakaran lebih maksimal yaitu sisa jarum suntik yang telah bersih dari virus dan bakteri medis, selain itu posisi kerja operator terjadi perbaikan posisi tubuh yaitu dari 65 Lb / ft menjadi 27 Lb / ft sehingga dapat memberikan kenyamanan dan keamanan bagi operator.

Kata kunci : Proses pembakaran jarum suntik, tungku pembakar.

Perkembangan kota akibat pertumbuhan penduduk menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas hidup sehingga akan memberikan pengaruh yang semakin komplek terhadap lingkungan hidup sebagai habitat dimana manusia berada dan beraktivitas di dalamnya. Salah satu bentuk pengaruh itu adalah dihasilkannya sampah atau limbah padat.

Limbah padat berupa sampah merupakan hasil sampingan dari kegiatan manusia, sering menimbulkan banyak masalah khususnya di bidang kedokteran. Permasalahan sampah di bidang kedokteran meliputi alat – alat medis yang digunakan untuk pengobatan yang sudah tidak terpakai. Contohnya pisau operasi dan jarum suntik.

Pada saat ini masalah yang sering dialami oleh orang – orang yang bekerja di bidang kedokteran adalah dalam hal meminimalisasi adanya penularan virus atau bakteri yang dihasilkan dari alat – alat medis yang digunakan untuk pengobatan. Jarum suntik yang sudah terpakai berpotensi besar menularkan virus atau bakteri jika tidak segera dihancurkan.

Alat penghancur jarum suntik yang sekarang mempunyai ukuran dimensi yang sangat besar dan tentu membutuhkan biaya yang sangat besar dalam hal pengadaan maupun pengoperasiannya. Pengoperasian alat dilakukan 2 minggu sekali dengan volume

jarum suntik sebanyak kurang lebih 1 m³, membutuhkan waktu 60 – 90 menit untuk dapat mencapai suhu kurang lebih 800⁰C. Belum lagi ditambah waktu untuk pengoperasian alat yaitu untuk mengatur proses pembakaran melalui kontrol panel, pengaturan suhu ruangan tungku yang membutuhkan pemanasan awal selama kurang lebih 10 menit. Setelah itu harus memeriksa hasil pembakaran dan membersihkan hasil – hasil pembakaran. Total waktu keseluruhan untuk pengoperasian alat ini selama kurang lebih 120 menit. Dengan kondisi alat yang seperti itu rumah sakit harus menunggu pengiriman jarum suntik dari puskesmas – puskesmas atau klinik – klinik kedokteran yang tidak mempunyai alat penghancur jarum suntik sendiri. Hal ini dapat menyebabkan menyebarnya virus / bakteri – bakteri yang ada pada jarum suntik bekas karena adanya penumpukan jarum suntik yang tidak segera dihancurkan.

Ukuran dan biaya pengadaan yang besar juga sangat berpengaruh pada kemampuan suatu instansi kedokteran untuk dapat memilikinya. Saat ini alat penghancur jarum suntik hanya tersedia di rumah sakit – rumah sakit tertentu. Sedangkan penggunaan jarum suntik setiap harinya bisa dibilang cukup banyak, baik dari dokter praktek maupun pada

puskesmas – puskesmas yang ada pada tempat-tempat terpencil.

Proses Pembakaran.

Pembakaran merupakan salah satu teknologi penanganan limbah padat yang menggunakan oksidasi thermal untuk mengkonversi limbah organik menjadi limbah anorganik dengan pengurangan massa, bakteri, virus serta materi toksik yang terkandung sebelumnya. Sasaran dari sebuah instalasi pembakar sampah adalah bagaimana mengurangi volume limbah dengan gas yang terbuang tidak membahayakan lingkungan. Instalasi pembakar sampah ini telah banyak digunakan di kota - kota negara di daerah sub tropis, misalnya kota - kota Eropa, Amerika dan Jepang. Metode pemusnahan sampah dengan instalasi pembakar ini mulai dikembangkan juga di Indonesia. Kandungan air yang cukup tinggi, sehingga dalam proses pembakaran sampah diperlukan penanganan yang agak khusus dimana sebelum dibakar sampah harus dikeringkan terlebih dahulu agar proses pembakaran dalam tungku pembakar dapat berlangsung secara sempurna.

Adapun tahapan dari proses pembakaran sampah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tahapan Pemilihan dan Pemisahan Sampah.

Tahapan dimana sampah sebelum masuk tungku pembakar dipisahkan menurut jenisnya terlebih dahulu. Komponen sampah yang tidak bisa terbakar dipisahkan dengan komponen sampah yang dapat terbakar.

Komponen - komponen yang tidak dapat terbakar berupa komponen logam, batu, kaca dan pasir. Pemisahan ini dapat dilakukan secara manual maupun secara mekanis dengan alat penyortir sampah. Sehingga sampah yang masuk dalam tungku pembakar nantinya adalah sampah yang seluruhnya dapat terbakar.

2. Tahapan Pengeringan

Menurut Sumpeno (1983) Tahapan pengeringan adalah suatu tahapan dimana kadar air dalam sampah diturunkan hingga mencapai suatu kadar tertentu, dimana kadar air dalam sampah agar mudah terbakar maksimum 20 %.

Untuk mencapai tahapan pengeringan dilakukan dalam ruang pengering utama. Ruang pengering ini memanfaatkan radiasi panas dari ruang pembakaran.

3. Tahapan Pembakaran

Tahap bertemunya bahan bakar dan udara dalam keadaan perbandingan yang tepat sehingga menimbulkan nyala pembakaran. Temperatur api harus dijaga cukup tinggi untuk dikomposisi sampah. Pembakaran harus berlangsung sempurna agar suspensi - suspensi karbon dapat terbakar habis sehingga tidak menimbulkan terjadinya asap dan bau. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna, faktor - faktor yang harus diperhatikan dalam proses pembakaran pada dapur api adalah waktu, temperatur dan turbulensi. Ketiga faktor ini saling berkaitan.

4. Tahapan Pembuangan

Sisa dari pembakaran yaitu asap dan abu (*residu*). Abu merupakan sisa pembakaran yang berbentuk padat, kemudian ditaruh dalam bak penampungan dan selanjutnya dibuang. Sisa pembakaran lain adalah gas berbentuk asap yang memiliki temperatur cukup tinggi dimana gas ini dimanfaatkan untuk pengeringan mula dan untuk menaikkan suhu udara masukan. Asap hasil pembakaran yang tidak berguna dibuang ke atmosfer melalui cerobong. Cerobong harus dibuat secara tepat agar emisi lokal atau pencemaran udara tidak membahayakan lingkungan.

Jenis - Jenis Pembakar Sampah

Pembakaran sampah bervariasi mulai dari yang sangat canggih bersuhu tinggi, sampai kepada unit dasar yang beroperasi dengan suhu lebih rendah. Terus semua jenis insenerator dapat membunuh mikroorganisme dalam sampah dan membuat sampah menjadi abu, jika dikerjakan dengan benar.

Empat jenis dasar pembakaran yang biasa dipakai untuk menangani sampah :

- Kamar ganda, pembakaran dengan suhu tinggi untuk membakar sampah infensius
- Kamar tunggal, suhu tinggi, lebih murah, dan digunakan jika jenis kamar ganda tidak tersedia
- Oven pengering berputar, beroperasi pada suhu tinggi digunakan untuk menghancurkan bahan – bahan sitotoksik dan bahan – bahan kimia yang sangat panas.
- Pembakaran tong atau bata yang beroperasi dengan suhu lebih rendah dan

kurang efektif, tapi dapat dibuat secara lokal menggunakan bahan yang telah ada.

Instalasi pembakar sampah dibedakan menurut temperatur kerjanya, asal, sifat sampah yang diolah dan cara pemasukan sampahnya.

Penggolongan Insenerator menurut cara pemasukan sampah dalam dapur api

1. Pembakaran kontinyu

Pemasukan sampah dilakukan secara terus menerus kedalam dapur api dengan kecepatan tertentu, sehingga tahapan pengeringan, pembakaran dan pembuangan sisa pembakaran dapat berjalan dengan berkesinambungan. Insenerator jenis ini cocok untuk kapasitas besar serta dapat dioperasikan 24 jam secara terus menerus.

2. Pembakaran Tidak kontinyu

Pemasukan sampah yang berjangka (periodik) kedalam dapur api, sampah ditumpuk dahulu sebelum dibakar. Insenerator jenis ini cocok untuk kapasitas rendah. Dibandingkan dengan incinerator jenis kontinyu, konstruksi serta pengoperasian dari Insenerator pembakaran tak kontinyu ini lebih sederhana dan lebih mudah.

Kelebihan yang didapat dari Insenerator jenis kontinyu dibandingkan dengan Insenerator tidak kontinyu adalah :

1. Pembakaran lebih efisien karena bahan bakar masuk lebih kontinyu sehingga kecepatan pembakaran lebih tinggi.
2. Pengaturan aliran energi lebih mudah, memungkinkan pemanfaatan energi yang dihasilkan.
3. Kapasitas pembakaran lebih besar untuk luas ruang bakar yang sama.
4. Gas - gas lebih banyak mempunyai kesempatan terbakar, sehingga gas yang keluar lebih bersih.

Pada pembakaran kontinyu, pemasukan sampah dapat dilakukan dalam jumlah dan volume sampah yang tidak sama per satuan waktunya (tidak kontinyu). Walaupun pemasukan sampahnya tidak kontinyu, proses pembakaran sampah dalam dapur harus tetap berjalan kontinyu. Hal ini dimungkinkan karena sampah sebelum masuk tungku ditampung terlebih dahulu dalam sebuah *hopper* (corong masuk).

Pengukuran waktu kerja

Pengukuran waktu kerja berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan.

Waktu baku sangat diperlukan terutama sekali untuk :

- *Man Power Planning* (Perencanaan Kebutuhan Tenaga Kerja).
- Indikasi Keluaran (Output) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.
- Penjadwalan produksi dan pengangguran, dan lain-lain.

Pada garis besarnya teknik pengukuran waktu kerja dapat dikelompokkan kedalam dua bagian, yaitu pengukuran waktu kerja secara langsung dan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung. Pengukuran waktu kerja secara langsung misalnya : pengukuran waktu kerja dengan jam henti dan sampling kerja, sedangkan pengukuran secara tidak langsung dilakukan dengan membaca tabel-tabel waktu sesuai elemen gerakan, yaitu : standart data dan data waktu gerakan. Pembahasan teori dibatasi pada pengukuran waktu kerja dengan jam henti saja, karena yang digunakan adalah metode tersebut.

Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti (Stop Watch)

Metode ini diterapkan pada pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang. Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan bagi semua pekerja yang sama.

Langkah-langkah Pelaksanaan Stop Watch Time Studi

1. Pilih dan definisikan pekerjaan yang akan diukur dan akan ditetapkan waktu standarnya.
2. Informasikan maksud dan tujuan pengukuran pengukuran kerja kepada supervisor/pekerja.
3. Pilih operator dan cata semua data berkaitan dengan sistem informasi kerja.
4. Bagi siklus kegiatan yang berlangsung ke dalam elemen-elemen kegiatan yang sesuai dengan aturan yang ada
5. Laksanakan pengamatan dan pengukuran waktu sejumlah N pengamatan untuk setiap siklus /elemen kegiatan (x_1, x_2, \dots, x_n).
6. Tetapkan *performance rating* dan kegiatan yang ditunjukkan operator.

7. Cek keseragaman data dan kecukupan data

- Uji kecukupan data

$$N^1 = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

- Uji keseragaman data

$$BKA = \bar{X} + k.SD$$

$$BKB = \bar{X} - k.SD$$

Dimana hasil dari $N^1 < N$

8. Waktu Normal = Waktu Rata-rata Pengamatan x *Performance Rating*

9. Menghitung :

- Waktu Standart =

$$\text{Waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}}$$

- Output Standart = $\frac{1}{\text{Waktu Standart}}$

Waktu Standart dan Output Standart

Waktu Standart adalah waktu yang diperlukan oleh operator atau tenaga kerja normal dan telah ditambahkan faktor *allowance* atau penambahan waktu yang pasti dibutuhkan diluar kerja itu sendiri. Waktu baku dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Waktu Standart} = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}}$$

Dimana :

W_n = Waktu normal

$\% \text{ Allowance}$ = Total prosentase *allowance*

Sedangkan yang dimaksud dengan output standart adalah hasil dari suatu pekerjaan per satuan waktu berdasarkan waktu baku yang telah ditetapkan. Output standart dihitung dengan rumus :

$$O_s = \frac{1}{W_b}$$

Dimana :

W_b = Waktu baku

Antropometri

Data dimensi tubuh operator untuk menyesuaikan dengan alat penghancur jarum suntik yang akan dirancang, data antropometri yang diperlukan untuk alat tersebut, yaitu:

Pengukuran dan pertimbangan antropometri yang dilakukan meliputi :

1. Tinggi Badan

- Aplikasi : Digunakan untuk menentukan dimensi tungku pembakaran jarum suntik

- Persentil yang digunakan = P_5

- Hasil pengukuran $P_5 = 125$ cm

- Pertimbangan : Dengan menggunakan P_5 maka orang yang pendek tidak akan kesulitan dalam menjangkau serta mengoperasikan *Incenerator* jarum suntik sedangkan orang yang tinggi akan dapat menyesuaikan.

2. Tinggi Tangan Ke Depan Posisi Jongkok

- Aplikasi : Digunakan dalam penentuan tinggi kran bahan bakar.

- Persentil yang digunakan = P_{95}

- Hasil Pengukuran $P_5 = 40$ cm

- Pertimbangan : Dengan menggunakan P_{95} , maka posisi kran bahan bakar tidak terlalu pendek sehingga walaupun lebih tinggi orang yang pendek akan dapat menyesuaikan.

3. Diameter Genggaman Tangan

- Aplikasi : Digunakan dalam penentuan ukuran kran bahan bakar dan diameter gagang pintu tungku

- Persentil yang digunakan = P_{95}

- Hasil pengukuran $P_{95} = 0,5$ cm

- Pertimbangan : Dengan menggunakan P_{95} maka operator dengan nyaman mengoperasikan alat dan dapat bergerak dengan leluasa.

4. Tinggi Siku Berdiri

- Aplikasi : Digunakan untuk penentuan dimensi tinggi pintu tungku.

- Persentil yang digunakan = P_5

- Hasil pengukuran = 85 cm

- Pertimbangan : Dengan menggunakan P_5 maka orang yang pendek tidak akan kesulitan dalam menjangkau serta mengoperasikan tungku pembakaran jarum suntik sedangkan orang yang tinggi akan dapat menyesuaikan.

5. Jangkauan Lengan Ke Samping

- Aplikasi : Digunakan untuk menentukan dimensi lebar tungku pembakaran

- Persentil yang digunakan = P_5

- Hasil pengukuran = 50 cm

- Pertimbangan : Dengan menggunakan P_5 maka orang yang kecil tidak akan kesulitan dalam menjangkau serta

mengoperasikan tungku pembakaran jarum suntik sedangkan orang yang besar akan dapat menyesuaikan.

6. Jangkauan Lengan Ke Depan

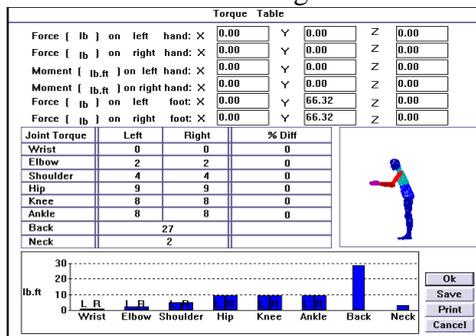
- Aplikasi : Digunakan untuk menentukan dimensi panjang dari alat.
- Persentil yang digunakan = P₅
- Hasil pengukuran = 50 cm
- Pertimbangan : Dengan menggunakan P₅ maka orang yang kecil tidak akan kesulitan dalam menjangkau serta mengoperasikan tungku pembakaran jarum suntik sedangkan orang yang besar akan dapat menyesuaikan.

Posisi Kerja

Posisi kerja pembakaran jarum suntik sebelum dan sesudah perancangan tungku pembakaran jarum suntik yang baru adalah sebagai berikut :

- Berdiri tegak untuk memasukkan jarum suntik kedalam tungku.
- Kran bahan bakar terletak di bawah burner sehingga operator tidak perlu berjalan.

Tabel 1. *Torque* dengan Tungku pembakaran hasil rancangan



Setelah melihat tabel *torque* dengan tungku pembakaran yang baru dapat disimpulkan bahwa dapat memberikan kenyamanan seorang operator dalam melakukan pekerjaannya jadi untuk alat baru lebih ergonomis dalam hal keseimbangan tubuh operator pada saat melakukan pekerjaan.

Cara Kerja

Adapun cara kerja dari tungku pembakaran jarum suntik ini adalah sebagai berikut :

- Jarum suntik bekas dimasukkan terlebih dahulu ke dalam kowi
- Kran bahan bakar dibuka sedikit
- Menyulut api pada lubang *burner*

- Menutup pintu dan menunggu pembakaran hingga kurang lebih 2 jam (1200⁰ c)
- Membiarkan tungku sampai dingin

Bahan

a. Tungku

- Tungku adalah tempat dimana pembakaran berlangsung. Tungku pembakaran ini terbuat dari besi dilapisi batu tahan api yang mampu menahan suhu panas hingga mencapai 1200⁰ c.

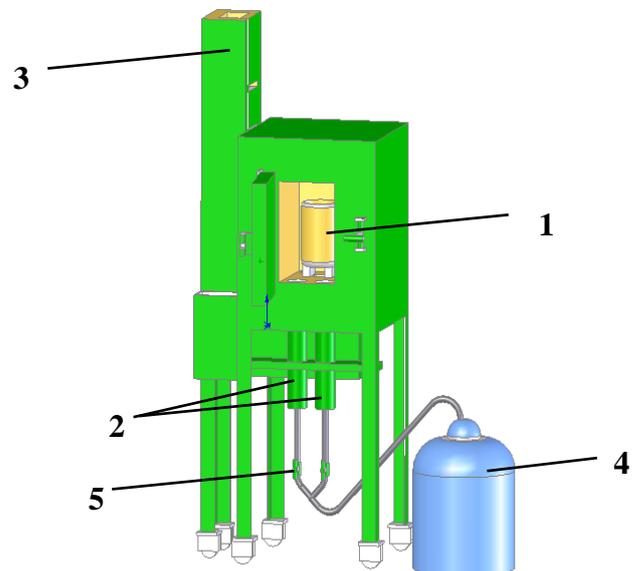
b. Kowi

- Kowi adalah tempat jarum suntik yang akan dibakar. Kowi ini terbuat dari alumina murni yang mampu menahan panas dalam ruangan pembakaran. Dipilih aluminium murni karena selain awet juga murah.

c. *Burner*

- *Burner* adalah tempat keluarnya gas bahan bakar dan juga sebagai keluarnya api yang akan membakar ruangan dalam tungku. *Burner* ini terbuat dari bahan besi cor. Dipilih karena harganya lebih murah.

Tungku Pembakaran Limbah jarum suntik



Keterangan Gambar :

1. Kowi
2. *Burner*
3. Cerobong
4. Tabung bahan bakar
5. Kran bahan bakar

Hasil Perhitungan waktu Standart dan Output standart

Waktu Siklus

Jumlah Data (N) = 20

$$\sum Xi = 2025$$

$$W_s = \frac{\sum Xi}{N} = \frac{2025}{20} \\ = 101,25 \text{ menit}$$

Perhitungan waktu baku pada waktu pembakaran jarum suntik adalah sebagai berikut :

- $W_b = W_n \times \frac{100\%}{(100\% - \% Allowance)}$
- $W_b = 102,38 \times \frac{100\%}{(100\% - 11\%)} \\ = 115 \text{ menit} = 1,95 \text{ jam}$

Output Standard dengan menggunakan Tungku pembakaran Jarum Suntik yang baru :

Yang dimaksud dengan output standart adalah hasil dari suatu pekerjaan per satuan waktu berdasarkan waktu baku yang telah ditetapkan. Output standart dihitung dengan rumus :

$$O_s = \frac{1}{W_b}$$

Dimana :

Wb = Waktu baku

$$O_s = \frac{1}{W_b} = \frac{1}{1,95} = 0,51 \text{ Kg/jam}$$

KESIMPULAN

Setelah melihat perbandingan dimensi dan cara kerja tungku pembakaran jarum suntik lama dengan tungku pembakaran yang baru dapat disimpulkan bahwa :

- Tungku Pembakaran mempunyai dimensi yang lebih kecil sehingga dapat ditempatkan di mana saja, dengan suhu 1000°C.
- Mempunyai kemudahan operasional
- Beban Kerja operator menjadi lebih kecil yang semula 65 Lb / ft menjadi 27 Lb / ft.

Daftar Pustaka

- Nurmianto, Eko. 2000. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Penerbit PT.Guna Widya.Surabaya.
- Sritomo, Wignyosoebroto. 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Penerbit Guna Widya.Surabaya.
- Sumpeno,1983. *Bahan Bakar Tungku dan Pembakaran*. Departemen Perindustrian Bandung.