

## PERHITUNGAN DAYA POMPA DAN LAJU ALIRAN PADA ALAT PENETRALISIR ASAP

Suparno<sup>1</sup>, Agus Hariyanto<sup>2</sup>, Staf pengajar Jurusan Teknik Mesin  
Sapril, Pranata Laboratorium Pendidikan  
Maulana Fajriansyah, Mahasiswa Prodi. Teknik Mesin Produksi dan Perawatan  
Politeknik Negeri Samarinda

### ABSTRAK

Pembakaran sampah dilakukan pada ruangan terbuka dapat mengakibatkan pembakaran yang tidak terkontrol dan menyebabkan gangguan-gangguan di lingkungan sekitar. Pada penelitian ini, peneliti merancang dan membuat alat penetralisir asap pembakaran untuk mengurangi dampak negatif dari sampah dan polusi udara yang mana air campuran dari hasil dari pembakaran dapat berfungsi sebagai penyubur tanaman. Dengan menggunakan tungku burner yang berbentuk ruangan persegi panjang sebagai sistem pembakaran utama. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengurangi permasalahan sampah dan juga meminimalisir polusi udara. Dari hasil rancang bangun alat pembakar sampah (incinerator) terdapat 5 bagian utama yaitu ruang pembakar utama yaitu tungku atau burner, *blower* Penyedot asap, pipapenyalar asap, tabung filterisasi atau pengurai asap, dan pompa air. Dengan spesifikasi ruang pembakar utama berdimensi 70 x 37.5 cm dengan volume sampah didalam ruang pembakaran 120 cm<sup>3</sup> atau 7.5 kkkk sampah dalam delapan kali pembakaran serta temperatur tertinggi didalam ruang pembakaran 300°C untuk sampah daun kering dan 600°C untuk sampah plastik kering adapun efisiensi alat incinerator yaitu 60 % sampah daun kering dan 5 % sampah plastik kering.

**Kata kunci :** *Daya Pompa, Laju AliranPenetralisirAsap*

### PENDAHULUAN

Masalah saat ini yang dihadapi oleh masyarakat adalah sampah atau limbah yang jumlahnya bertambah setiap hari. Semakin tinggi tingkat pertumbuhan penduduk mengakibatkan banyaknya masyarakat yang menghasilkan sampah dari sampah organik maupun sampah anorganik. Jika hal itu dibiarkan maka sampah akan jadi masalah yang serius. Sampah yang menumpuk akan mengganggu masyarakat sekitar karena bau dan pengelolaan dari sampah itu sendiri. Selain masalah sampah dalam jumlah besar, masalah pencemaran udara akibat pembakaran sampah juga perlu mendapat perhatian. Masih banyak pihak yang membakar sampah di luar ruangan. Meskipun kebiasaan ini mungkin tampak tidak berbahaya, asap dari pembakaran sampah dapat mencemari udara dan bahkan berbahaya bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Oksigen (O<sub>2</sub>) yang

cukup diperlukan dalam proses pembakaran yang baik. Itu dapat membakar sampah di pegunungan dan, dalam kasus yang jarang terjadi, menghasilkan gas CO. Ketika sampah dibakar secara menumpuk, menyebabkan hanya ada oksigen di permukaan sampah, sehingga terjadi kekurangan oksigen (O<sub>2</sub>) di dalam sampah, dan dihasilkan gas CO berbahaya yang dapat menyebabkan kematian (Dewanti, 2018).

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Sampah

Menurut WHO (*World Health Organization*), sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Banyak sampah organik masih mungkin digunakan kembali (*re-using*), walaupun akhirnya akan tetap

merupakan bahan/material yang tidak dapat digunakan kembali.

### Proses Pembakaran

Reaksi pembakaran umumnya terjadi melalui dua cara, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran habis. Pembakaran sempurna adalah proses pembakaran yang terjadi ketika semua karbon bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan CO<sub>2</sub>, sedangkan pembakaran tidak sempurna yaitu proses pembakaran yang terjadi ketika bahan bakar tidak terbakar habis dimana proses pembakaran tidak semuanya menjadi CO<sub>2</sub> (Arif Budiman, 2001)

### Komposisi Sampah

Karakteristik sampah seperti kandungan air, nilai panas, dan sifat kimia (kandungan C, H, O, N, S dan Cl) sampah berpengaruh pada proses pembakaran dan jenis polutan pada gas buang dan abu. Semakin tinggi suhu pembakaran, waktu tinggal dan derajat pencampuran gas dengan udara semakin mendekati pembakaran sempurna dan juga semakin kecil dampak karakteristik sampah terhadap tingkat kesempurnaan pembakaran sampah

### Gas Hasil Pembakaran

Seperti kita ketahui bahwa pembakaran adalah proses oksidasi dimana oksigen diberikan dengan mengikuti skala udara berlebih pada massa bahan bakar agar diperoleh reaksi pembakaran yang sempurna. Reaksi utama dari tahap proses pembakaran antara karbon dengan oksigen akan menghasilkan karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Karbon dioksida merupakan unsur hasil pembakaran yang memiliki suhu rendah. Oksidasi karbon monoksida menjadi karbon dioksida hanya dapat terjadi jika memiliki sejumlah oksigen yang sebanding. Kandungan CO yang tinggi menunjukkan proses pembakaran tidak sempurna dan seminimal mungkin harus dihindari.

### Perhitungan Volume Asap

Untuk menghitung kapasitas volume asap yang diperoleh *burner* saat proses

pembakaran dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\text{Persamaan: } v = l \times w \times h$$

Keterangan:  $v$  = Volume

$l$  = Panjang

$w$  = Lebar

$h$  = Tinggi

### Laju pembakaran

$$B_{bt} = \frac{m}{t}$$

$B_{bt}$  = Laju pembakaran dari sampah ( Kg/Jam)

$m$  = Massa sampah yang akan dibakar (Kg)

$t$  = Waktu proses lama pembakaran (jam)

### Komponen- Komponen Alat Penetralisir Plat

Pengerjaan yang bisa kita lakukan pada plat adalah pengerjaan menyambung dan membentuk logam lembaran (plat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuran yang ditentukan dan direncanakan

### Pipa Stainless Steel

Pipa merupakan saluran berbentuk tabung atau selongsong bundar yang digunakan untuk mengalirkan cairan atau gas. Pemilihan jenis pipa dalam pembuatan alat pembakaran sampah sangat berpengaruh terhadap fungsinya yaitu sebagai penyalur asap untuk disalurkan ke penetralisir asap, maka dari itu ketahanan dan kualitas dari pipa perlu diperhatikan untuk menghindari kebocoran dari pipa yang disebabkan oleh korosi.

### Penghisap Asap (Blower)

*Blower* atau penghisap adalah mesin atau alat yang digunakan untuk memperbesar atau menaikkan tekanan udara atau fluida gas yang akan dialirkan ke dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai penghisap atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Untuk keperluan khusus, blower kadang disebut dengan nama lain, misalnya untuk keperluan gas dari dalam oven kokas disebut dengan nama exhouter

### Perhitungan kapasitas aliran asap

Untuk mengetahui kapasitas aliran asap dapat menggunakan persamaan, sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan :  $Q$  = Debit ( $m^3/s$ )

$v$  = Volume asap didalam *burner*

$t$  = waktu (s)

**Luas penampang**

$$\text{Persamaan : } A = \pi \times r^2$$

Keterangan : A = luas penampang

$$\pi = 3,14 / \frac{22}{7}$$

$$r^2 = \text{jari-jari lingkaran}$$

Kecepatan aliran fluida dalam pipa

$$\text{Persamaan : } V = \frac{Q}{A}$$

Keterangan : V = Kecepatan

$$Q = \text{Debit}$$

$$A = \text{Luas Penampang}$$

**Tabung penetralisir asap**

Komponen ini berfungsi untuk menetralkan setiap asap hasil pembakaran yang masuk ke dalam tabung ini dengan cara mencampur asap dengan air hasil pemompaan dari tabung penampung air. Tabung ini juga berfungsi untuk menampung tar yang dihasilkan setelah proses asap dinetralkan dengan menggunakan air.

Energi yang dilepas oleh asap

Untuk menghitung energi pada proses penetralan asap dalam pembentukan tar dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_1 = C_{asap} \times T_{asap}$$

Energi yang dilepas oleh tar

$$Q_2 = C_{tar} \times T_{tar}$$

Energi yang dilepas

$$Q_a = [Q_1 - Q_2] + \left[ \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g \cdot J} \right]$$

Energi yang diserap tabung penetralan asap

$$Q_x = C_{air} \times (T_{out} - T_{in})$$

Bobot air yang dibutuhkan untuk penetralan 1 kg asap

$$m_{air} = \frac{Q_a}{Q_k}$$

**Pompa Air**

Pompa air secara umum adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau (fluida) dari suatu tempat ke tempat lainya melalui saluran (pipa) dengan menggunakan tenaga listrik untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus UNEP (2006).

Menentukan volume penampung

$$v = \pi \times r^2 \times h$$

Perhitungan debit air

$$\text{Persamaan : } Q = \frac{\text{volume air (V)}}{\text{waktu (W)}}$$

$$\text{Keterangan : } Q = \text{Debit air}$$

$$v = \text{Volume air}$$

$$W = \text{Waktu}$$

**Daya pompa**

Berdasarkan energi atau daya yang diperlukan untuk memutar poros, pompa dipengaruhi oleh kapasitas pompa, tinggi tekan total pompa, berat jenis fluida yang dipompakan, serta efisiensi total pompa tersebut. Daya yang diperlukan untuk memutar poros pompa disebut juga dengan daya pompa dan dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut: (Surya Agus Pratama: 2017)

$$Np = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta \cdot 102}$$

Dimana :

$$Np = \text{Daya pompa (kW)}$$

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{s)}$$

$$H = \text{Head total pompa (m)}$$

$$\gamma = \text{Massa jenis fluida (kg/m}^3\text{)}$$

$$\eta = \text{Efisiensi pompa}$$

**METODE PENELITIAN****Teknik Pengambilan Data**

Langkah-langkah yang digunakan untuk prosedur pengambilan dan pengumpulan data adalah sebagai berikut:

**Metode Observasi Langsung**

Dalam melaksanakan pembuatan dan penelitian tidak lepas dari faktor-faktor pengaman terhadap suatu benda yang dibuat dan diselidiki dalam pelaksanaannya memakai observasi langsung, mulai dari proses pembuatan sampai pengujian benda kerja

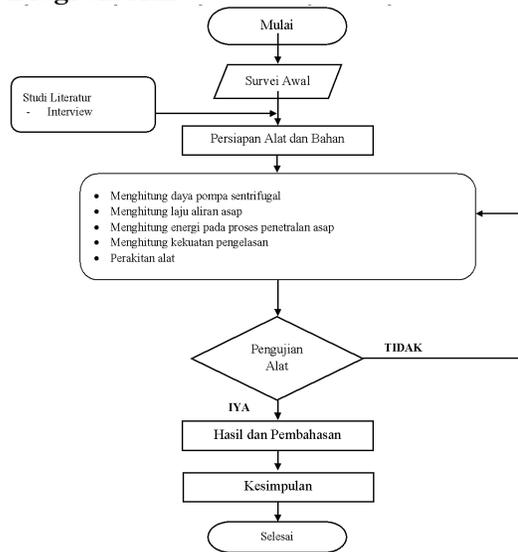
**Metode Literature**

Metode pengambilan data dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan masalah yang dibahas serta mengumpulkan beberapa artikel atau jurnal dari internet

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Las listrik SMAW
5. Mesin Bor
2. Gerinda
6. Palu Las
3. Roll plat
7. Tang
4. Sikat baja
8. Kaca Mata

## Diagram Alir



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Laju Aliran Asap

Pada perhitungan kapasitas laju aliran asap dapat diketahui beberapa persamaan perhitungan yaitu sebagai berikut :

#### 1. Perhitungan volume asap pada burner

Sebelum menghitung laju aliran asap, harus mengetahui volume tungku pembakaran terlebih dahulu. volume burner sebagai berikut

$$v = l \times w \times h \\ = 70 \text{ cm} \times 37.5 \text{ cm} \times 45 \text{ cm} \\ = 118.125 = 120 \text{ cm}^3$$

#### 2. Perhitungan debit aliran asap

$$Q = \frac{v}{t} \quad Q = \frac{120}{1500} = 0,08 \text{ cm}^3/\text{s}$$

#### 3. Luas penampang pipa sirkulasi asap

$$A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3,14 \left(\frac{0,0508}{2}\right)^2 \\ = 0,0020 \text{ m}^2$$

#### 4. Perhitungan kecepatan aliran pada pipa

$$V = \frac{Q}{A} \quad V = \frac{0,0008}{0,0020} = 0.4 \text{ m/s}$$

### Perhitungan Energi Proses Penetralan

Untuk menghitung energi pada proses penetralan asap dalam pembentukan tar dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

#### 1. Energi yang dilepas oleh asap

$$Q_1 = C_{asap} \times T_{asap} \\ = 2010 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 236^\circ\text{C} \\ = 474.360 \text{ kJ/kg}$$

#### 2. Energi yang dilepas

$$Q_2 = C_{tar} \times T_{tar} \\ = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 42^\circ\text{C} \\ = 176.400 \text{ kJ/kg}$$

#### 3. Energi yang dilepas selama proses pembentukan tar

$$Q_a = [Q_1 - Q_2] + \left[ \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot a \cdot l} \right] \\ = [474.360 - 176.400] + \left[ \frac{(2,135 \text{ m/s})^2 - (0,4)^2}{2 \times 9,8 \times 101,97 \text{ m.kJ/kg}} \right] \\ = 297.960 + 0,00220064 \\ = 297.96000220064 \text{ kJ/kg}$$

#### 4. Energi yang diserap tabung penetralan

$$Q_k = c_{air} \times (T_{out} - T_{in}) \\ = 4200 \text{ J/kg} \times (32,5 - 30) \\ = 10.500 = 10,5 \text{ kJ/kg}$$

#### 5. Bobot air yang dibutuhkan untuk penetralan 1 kg asap

$$m_{air} = \frac{Q_a}{Q_k} \\ = \frac{297.96000220064 \text{ kJ/kg}}{10,5 \text{ kJ/kg}} \\ = 28,37 \text{ liter air}$$

### Perhitungan Pompa Sentrifugal

Pada pompa sentrifugal dengan daya 200 Watt = 0.26 Hp, dalam proses pemompaan air harus mengetahui kecepatan spesifik pemompaan air serta parameter-parameter kinerja pompa lainnya. Maka ada beberapa metode perhitungan untuk mengetahui spesifikasi pompa sentrifugal dalam proses pemompaan, yaitu sebagai berikut:

#### 1. Perhitungan volume air pada bak penampang air

$$v = \pi \times r^2 \times h \\ = 3,14 \times 20^2 \times 50 \\ = 62.800 \text{ cm}^3 \\ = 62,8 \text{ liter}$$

#### 2. Perhitungan debit air

$$Q = \frac{\text{Volume air (v)}}{\text{Waktu rata-rata (t)}} \\ = \frac{0,04 \text{ m}^3}{48} = 0,000833 \text{ m}^3/\text{s} \\ = 0,833 \text{ l/s}$$

#### 3. Perhitungan luas penampang pipa air

$$A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \\ = 3,14 \left(\frac{0,0224}{2}\right)^2 \\ = 0,00039 \text{ m}^2$$

4. Perhitungan kecepatan aliran air pada pipa

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,000833 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00039 \text{ m}^2} \\ &= 2,135 \text{ m/s} \end{aligned}$$

5. Perhitungan kerugian gesek dengan bilangan *reynold*

$$\begin{aligned} Re &= \frac{v \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{2,1358 \text{ m/s} \cdot 0,0224 \text{ m}^2}{0,801 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= \frac{478,419 \text{ m}^2/\text{s}}{0,00000801 \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 59727,74 \end{aligned}$$

6. Perhitungan kerugian gesek dalam aliran pipa

$$\begin{aligned} hf &= f \frac{(1,72 \text{ m}) \times (2,1358)^2}{0,0224 \times 2 \times 9,81} \\ &= 3,749 \text{ m} \end{aligned}$$

7. Perhitungan kerugian head aliran air pipa

$$\begin{aligned} H_l &= n \cdot k_1 \frac{v^2}{2 \cdot g} \\ &= 6 \cdot 1,129 \frac{(2,1358 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \\ &= 6,774 \frac{4,56164}{19,62} \\ &= 1,5749 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Perhitungan *head statis* total pompa

$$\begin{aligned} H_s &= 1,32 \text{ m} - 0,1 \text{ m} \\ &= 1,22 \text{ m} \end{aligned}$$

9. Perhitungan head total pompa

$$\begin{aligned} \frac{V^2}{2 \cdot g} &= \frac{(2,1358)^2}{19,62} = 0,2325 \text{ m/s} \\ H &= H_s + \Delta H_p + h_l + \frac{V^2}{2 \cdot g} \\ &= 1,22 \text{ m} + 0 \text{ m} + 1,5749 \text{ m} + 0,2325 \text{ m} \\ &= 3,0274 \text{ m} \end{aligned}$$

10. Perhitungan daya hidrolisis

$$\begin{aligned} N_h &= \frac{\gamma \cdot H \cdot Q}{102} \\ &= \frac{1000 \times 3,0274 \times 0,00833}{102} \\ &= 0,0247 \text{ kw} \end{aligned}$$

11. Efisiensi pompa

Efisiensi pompa dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{N_h}{N_m} \times 100\% \\ \eta &= \frac{0,0247}{0,2} \times 100\% \\ &= 12,35\% \end{aligned}$$

12. Perhitungan daya pompa

$$\begin{aligned} N_p &= \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta \cdot 102} \\ &= \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,0274 \text{ m} \times 0,000833 \text{ m}^3/\text{s}}{0,1235 \times 102} \\ &= \frac{2,52}{12,6} \\ &= 0,20 \text{ kw} \end{aligned}$$

### Cara Kerja Alat

Adapun cara kerja alat penetralan asap ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Masukkan sampah sesuai kapasitas *burner*, jenis sampah yang dibakar yaitu sampah organik kering yang meliputi: daun-daun kering, serabut kelapa, ranting pohon, dan kayu. Penggunaan sampah organik saat pembakaran disarankan karena air hasil dari penetralan asap menggunakan bahan sampah organik dapat digunakan sebagai penyubur tanaman atau pupuk cair.
2. Kemudian sampah dibakar menggunakan kompor gas, nyala api pada kompor hanya dibutuhkan sebagai pemicu awal api pembakaran. Saat sampah sudah mulai terbakar, kompor dimatikan kemudian proses pembakarannya dibiarkan merata dengan sendirinya, hal ini karena adanya *blower* yang membantu proses pembakaran.
3. Asap dari hasil pembakaran sampah kemudian disedot oleh *blower* dan disirkulasikan melalui pipa asap yang kemudian diteruskan ke tabung penetralisir asap, waktu yang dibutuhkan untuk proses pembakaran sampah yaitu 25 menit dalam satu kali pembakaran dengan bobot sampah sebanyak 7,5 kg
4. Tabung penetralisir berfungsi sebagai pengurai asap, cara kerja dari tabung penetralisir ini adanya pipa spiral didalam tabung, sebagai kondensasi dan pengurai asap, asap

akan terkondensasi bersamaan dengan adanya tekanan. pemompaan sirkulasi air maka hal ini asap akan ternetralisir didalam tabung.

5. Sirkulasi pada pemompaan air terjadi secara bolak-balik antara tabung penetralisir dan tabung penampung air, hal ini karna fungsi air hanya sebagai penetral asap yang dihasilkan selama proses pembakaran sampah. Setelah dilakukan delapan kali pembakaran dengan penetralan air sebanyak 40 liter pada kedua tabung, air didalam tabung akan berubah warna menjadi coklat, hal ini menandakan bahwa air sudah tercampur dengan tar yaitu partikel asap yang tercampur air. Tar inilah yang nantinya dimanfaatkan sebagai penyubur tanaman atau pupuk cair. Namun pupuk cair ini perlu dievaluasi kembali mengenai kandungan-kandungan zat yang dibutuhkan oleh tanaman

#### Rancangan Alat Penetralisir Asap



#### Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat penetralisir asap, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Daya pompa yang diperlukan untuk menyalurkan air sebanyak 1 l dengan waktu selama 1,2 detik adalah sebesar 0,20 kw
2. Laju aliran asap dari ruang pembakaran (*burner*) menuju tabung penetralisir asap dengan diameter pipa penyalur asap sebesar 2 " adalah 0,4 mm/s.
3. Massa air yang dibutuhkan untuk menetralkan 1 kg asap ialah sebanyak 28,37l air dengan waktu selama 34 detik
4. Beban yang dapat ditahan oleh rangka bagian bawah dan atas yaitu masing-masing 29.337 kg dan 16.764 kg
5. Untuk memperoleh tar dengan hasil yang maksimal, setidaknya diperlukan pengulangan proses pembakaran selama 8 kali dengan suhu berkisar 200-300°C. Dimana setiap 1 kali sesi pembakaran diperlukan sampah sebanyak 7,5 kg dengan waktu rata-rata selama 24 menit

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budiman Arif. 2001. Modifikasi Desain dan Uji Unjuk Kerja Alat Pembakar Sampah (*Incinerator*) Tipe *Batch*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Dede D. 2020 Karakteristik Unjuk Kerja Pompa Sebagai Turbin (PAT) Dengan Debit Air Masuk Menggunakan 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri. Skripsi. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UMSU
- Jamaluddin. 2015. *Jangan Membakar Sampah*. bbbp-batangkaluku.com. Diakses pada 12 Januari 2022
- M.Y. Kurdi, "Depok Bebas Sampah," 2017. [Online] Available: <https://depokbebassampah.wordpress.com/acuan/incenerator/>. [Diakses Sabtu 15 Januari 2022.
- Sularso, Haruo Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*, Cetakan ketujuh., Jakarta : Pradya Paramita.