

ANALISA BEBAN STATIS UNTUK MEMAKSIMALKAN HASIL PUPUK CAIR PADA ALAT PEMBAKARAN SAMPAH

Suwarto¹, Alimuddin², Staf pengajar Jurusan Teknik Mesin
Murdianto, Pranata Laboratorium Pendidikan
M.Fahril Anugrah, Mahasiswa Prodi. Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Politeknik Negeri Samarinda

ABSTRAK

Sampah atau limbah merupakan suatu masalah pokok yang sedang terjadi saat ini. Proses pembakaran sampah di lingkungan terbuka dapat mengakibatkan pembakaran yang tidak terkontrol dan menyebabkan gangguan-gangguan di lingkungan sekitar. Pada penelitian ini peneliti merancang dan membuat alat pembakar sampah tanpa asap (*incinerator*) yang nantinya hasil dari pembakarannya yaitu cairan TAR yang berfungsi sebagai pupuk cair untuk tanaman. dengan menggunakan tungku *burner* yang berbentuk ruangan persegi panjang sebagai sistem pembakaran utama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja *incinerator* yang dibuat, parameter uji *incinerator*, temperatur tertinggi yang dihasilkan dari proses pembakaran yaitu limbah plastik kering dan daun kering serta kapasitas limbahnya yang bisa ditampung dalam ruang pembakaran (ruang *chamber*). Dari hasil rancang bangun alat pembakar sampah tanpa asap (*incinerator*) terdapat 5 bagian utama yaitu ruang pembakar utama yaitu tungku atau *burner*, *Blower* Penyedot asap, Pipa 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 cm³ atau 7.5 Kg sampah dalam enam kali pembakaran serta temperatur tertinggi didalam ruang pembakaran 300⁰C untuk sampah daun kering dan 600⁰C untuk sampah plastik kering adapun efisiensi alat *incinerator* yaitu 60 % sampah daun kering dan 5 % sampah plastik kering.

Kata kunci : *Incinerator, Ruang chamber, Tungku burner*

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. Masalah satu dari solusinya dalam menangani sampah yaitu berupa pembakaran dengan menggunakan sebuah alat dengan instalasi pembakar sampah/limbah yang disebut

dengan *incinerator*. Penggunaan alat pembakaran sampah tanpa asap (*incinerator*) akan dapat mengurangi dampak dari negatif proses pembakaran di ruang terbuka seperti asap, bau, radiasi dan panas yang dihasilkan dari pembakaran serta akan membuka upaya pemanfaatan energi panas hasil dari pembakaran sampah tersebut. Suhu yang didapatkan pada proses pembakaran alat *incinerator* dapat mencapai 800-1000⁰C sehingga sampah yang dibakar tersebut dapat menjadi abu. (Lolo, D.P. 2014).

Dari hasil pembakaran tersebut maka asap akan diurai dan dinetralisir dengan air dan air tersebut lama kelamaan akan menjadi cairan TAR yang nantinya cairan TAR dapat dimanfaatkan

sebagai pupuk cair untuk tanaman sayuran dan tumbuhan lainnya. Penelitian sebelumnya tentang alat *incinerator* yang terdiri dari ruang bakar yaitu ruang bakar utama dan tabung pengurai asap.

TINJAUAN PUSTAKA

Jenis- Jenis Sampah

Menurut sumbernya, sampah terdiri atas (Trisaksono, 2002: 17), yaitu: Sampah kota, yang merupakan buangan sampah berasal dari rumah tangga atau pemukiman, perkantoran atau pusat perbelanjaan. Adapun jenis sampahnya antara lain, bahan organik seperti sisa makanan, tanaman, potongan sayur mayur. Disamping itu terdapat juga bahan lain seperti kertas, sisa pembungkus, botol (kaca), kaleng (logam), potongan plat, bahan sisa bangunan dan lain-lain

Sampah sejenis sampah rumah tangga yaitu sampah rumah tangga yang berasal dari sumber lain selain rumah tangga dan lingkungan rumah tangga, seperti berasal dari pasar, pusat perdagangan, kantor, sekolah, rumah sakit, rumah makan, hotel, terminal, pelabuhan, industri, taman kota dan lainnya.

Sampah spesifik adalah sampah rumah tangga atau sampah sejenis rumah tangga yang karena sifat, konsentrasi, dan/ atau jumlahnya memerlukan penanganan khusus, meliputi sampah yang mengandung B3 (bahan berbahaya beracun), sampah yang mengandung limbah B3 (sampah medis), sampah akibat bencana, puing bongkaran, sampah yang secara teknologi belum dapat diolah dan sampah yang timbul secara periode. Harus diakui bahwa salah satu kebiasaan masyarakat dalam menangani sampah adalah dengan membakarnya. Di lokasi pemukiman, biasanya sampah yang tidak terangkut dibakar di sudut pekarangan entah itu pada pagi atau malam hari. Pembakaran sampah sebenarnya membahayakan kesehatan orang yang berada di sekitarnya. Bahaya tersebut biasanya di timbulkan oleh adanya emisi gas dan partikel debu. Gas-gas berbahaya

yang ditimbulkan oleh pembakaran sampah antara lain adalah gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), sulfur dioksida (SO₂), dioxin dan furan (Jamaluddin, 2016:2)

Pengelasan

Pengelasan adalah nama kumpulan sejumlah besar teknologi untuk memperoleh sambungan permanen. Secara simbolik sejumlah metode las yang penting dibagi dalam dua kelompok: pengelasan tekan dan pengelasan cair. Pada pengelasan tekan, bagian yang hendak disambung ditekan satu sama lain dalam panas tanpa bahan tambahan. Pada pengelasan cair, ruangan antara bagian yang hendak disambung, yaitu kampuh, diisi sedemikian rupa dengan suatu bahan cair. Sehingga pada waktu yang sama tepi bagian yang berbatasan mencair.

Metode Analisis Statis

Beban Dinamis Beban dinamis dapat diartikan “bervariasi” terhadap waktu dalam konteks gaya yang berkerja (eksitasi) pada struktur. Variasi beban dinamis dapat berupa besarnya (magnitude), arahnya (direction) dan atau titik pangkatnya (point of application), respon struktur tersebut bekerja pada defleksi dan tegangan yang bervariasi pula terhadap waktu, baik respon dinamis maupun respon statis. Beban dinamis dibagi dalam 3 kategori :

- Periodik (berulang)
- Kejut (impuls)
- Acak (random)

Arti lain tentang beban dinamik yaitu beban yang besarnya (intensitasnya) berubah-ubah menurut waktu, sehingga dapat dikatakan besarnya beban merupakan fungsi waktu, yang bekerja hanya untuk rentang waktu tertentu saja. Beban dinamik dapat menyebabkan timbulnya gaya inersia pada pusat massa yang arahnya berlawanan dengan arah gerakan, beban dinamis lebih kompleks dari pada beban statis baik di tinjau dari bentuk fungsi bebannya maupun akibat

yang di timbulkan. Faktor yang memepengaruhi beban dinamik pada struktur adalah fungsi beban dan fungsi waktu. Hal ini menyebabkan struktur juga akan berubah-ubah terhadap waktu. Oleh karena itu, penyelesaian persoalan dinamik harus dilakukan secara berulang-ulang mengikuti sejarah pembebanan yang ada. Jika penyelesaian problem statik bersifat tunggal (single solution), maka dalam penyelesaian masalah statik bersifat tunggal (single solution), dan dalam penyelesaian masalah dinamik bersifat berulang-ulang (multiple solution)

Elemen Hingga

Finite Element Method (FEM) atau biasanya disebut *Finite Element Analysis* (FEA), adalah prosedur numeris yang dapat dipakai untuk menyelsaikan masalah-masalah dalam bidang rekayasa (*engineering*), seperti analisa tegangan pada struktur, frekuensi pribadi dan *mode shape*-nya, perpindahan *panas*, *elektromagnetis*, dan *aliran fluida* (*Moaveni*).

Metode ini digunakan pada masalah-masalah rekayasa dimana *exact solution/analytical solution* tidak dapat menyelsaikannya. Inti dari FEM adalah membagi suatu benda yang akan dianalisa, menjadi beberapa bagian dengan jumlah hingga (*finite*). Bagian-bagian ini disebut elemen yang tiap elemen satu dengan elemen lainnya dihubungkan dengan nodal (*node*). Kemudian dibangun persamaan matematika yang menjadi representasi benda tersebut. Proses pembagian benda menjadi beberapa bagian disebut *meshing*. Untuk menggambarkan dasar pendekatan FEM sebuah *plate* yang akan dicari distribusi temperturnya. Bentuk geometri *plate* di "*meshing*" menjadi bagian-bagian kecil bentuk segitiga untuk mencari solusi yang berupa distribusi temperatur *plate*. Sebenarnya kasus ini dapat diselsaikan dengan cara langsung yaitu dengan persamaan kesetimbangan panas (*heat balance equation*). Namun untuk geomtri yang rumit seperti *engine*

block diperlukan FEM untuk mencari distribusi temperatur

Software SolidWorks

SolidWorks adalah salah satu CAD/CAM software yang dibuat oleh Dassault Systemes. Software SolidWorks digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part-nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

Software SolidWorks menyediakan solusi terpadu untuk menyederhanakan dan memudahkan proses desain dan analisa sebuah struktur. Solusi terpadu tersebut barati bahwa semua proses dikerjakan oleh satu mesin dan satu software, sehingga transfer data dari satu desain ke mesin yang lain tidak diperlukan. Dengan proses tersebut, hilangnya data atau informasi dapat dihindari sehingga wahtu proses analisa juga akan lebih singkat

Stress Analysis

Pada software SolidWorks semua versi ada toolbar add-ins yaitu SolidWorks Simulation, yang didalamnya memiliki fitur salah satunya stress analysis, yang memiliki fungsi menganalisa kekuatan material yang kita desain. Fitur ini cukup mudah digunakan dan dapat membantu untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Dengan demikian, dapat mengurangi biaya produksi, time to market dari benda pun dapat dipercepat karena sebelumnya benda kerja telah disimulasikan terlebih dahulu didalam komputer sebelum proses produksi. Kekuatan hasil analisa tergantung dari material, fixtures (bagian yang diam) dan loads (beban) yang diberikan. Jadi, untuk mendapatkan hasil yang valid harus memastikan bahwa properti dari material yang diberikan benar-benar mewakili material yang akan digunakan. Demikian pula fixtures, loads, kedua hal tersebut harus mewakili kondisi kerja dari benda. Stress (ketegangan) atau analisa statik

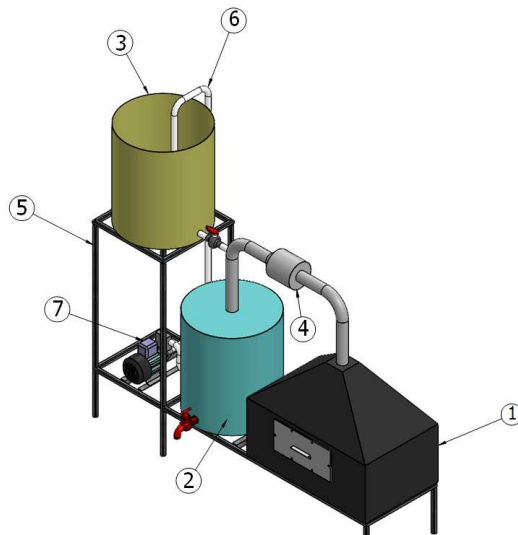
menghitung stress, maupun, displacement, berdasarkan material, fixtures, dan loads yang diberikan. Setiap material akan mengalami patah, atau berubah bentuk ketika stress-nya mencapai level tertentu atau melewati yield strength dari material tersebut.

Static analysis digunakan untuk mengetahui tegangan dan safety factor dari benda. Nilai safety factor dari benda yang dibuat harus lebih dari satu, benda dikatakan gagal apabila safety factor dari benda tersebut lebih kecil atau sama dengan satu (Firmantuakia, ST. 2008: 179).

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan bantuan software yang mampu menganalisa karakteristik suatu model 3D. Pada metode eksperimen, peneliti sengaja memberikan beban pada model 3D, kemudian diteliti bagaimana akibatnya



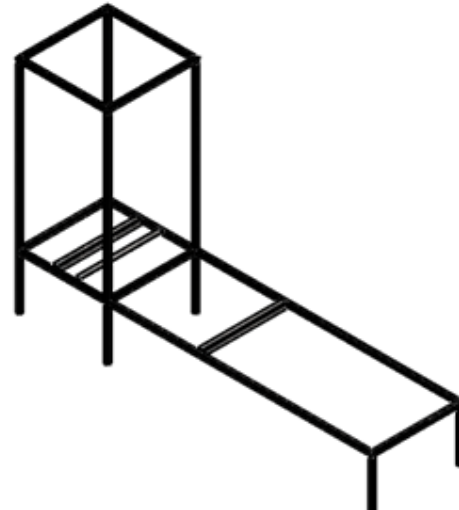
Pompa	/	-
Pipa	6	Ø1"
Rangka	5	40 cm x 160 cm x 100 cm
Blower	4	Ø6"
Tangki Air	3	Ø40 x 50 cm
Tangki Penetralsir	2	Ø40 x 50 cm
Ruang Pembakaran	1	70 cm x 35.3 cm x 40 cm
Nama	Part No.	Size

Gambar1. Alat Pembakaran Sampah

Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah frame atau rangka sepeda listrik, berat total rangka

serta output analisis yakni distribusi tegangan pada rangka berupa kontur warna pada geometri rangka atau angka-angka yang menunjukkan besarnya tegangan pada tiap-tiap elemen.



Gambar2. Rangka Alat

Alat yang digunakan

1. Komputer mempunyai peranan terpenting sebagai media gambar dan media menjalankan software SolidWorks 2016. Komputer yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai spesifikasi yang tinggi.
2. Mouse merupakan perangkat pendukung komputer, selain itu mouse berfungsi agar gambar dapat dengan mudah di zoom in ataupun zoom out, dan rotate
3. Software Solidworks

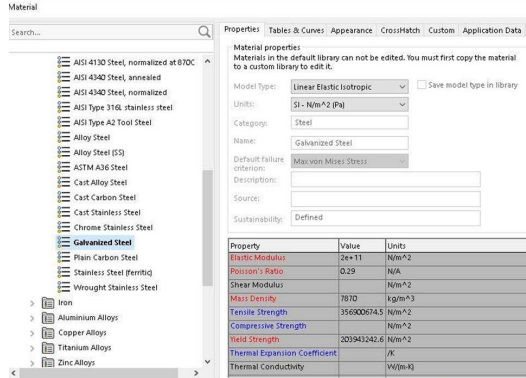
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data Gambar Beban Statis pada Rangka

Untuk mengetahui data gambar dalam menyesuaikan perhitungan beban statis pada rangka, maka didesign dan disimulasikan menggunakan *Software CAD (Computer Aided Design)*. Design ini adalah bagian dari *incinerator* yaitu pada bagian rangka yang terkena beban statis, simulasi ini dilakukan pada saat rangka sudah mengalami proses pengelasan yang merata dari beberapa titik pengelasan dan tidak ada cacat pada pengelasan. Jadi

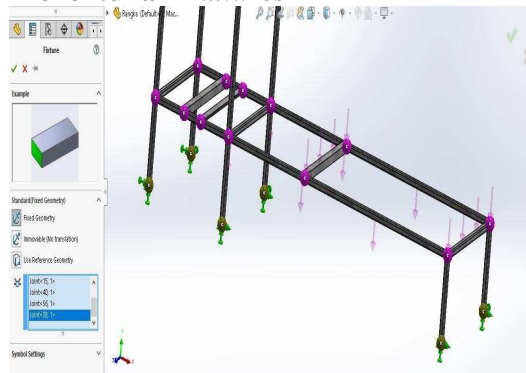
analisa beban statis ditentukan dari beban yang didapat dari air yang ada di tangka penetralisir dan beban sampah yang ada di dalam tungku pembakaran adapun data-data gambar sebagai berikut:

Apply Material



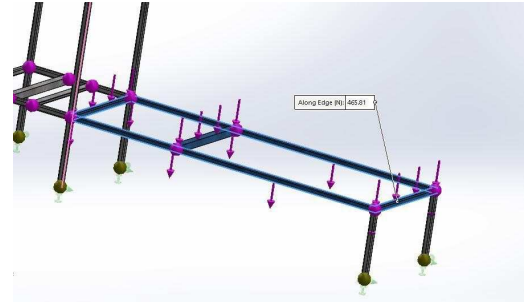
Gambar 3 Pemilihan jenis bahan rangka *Apply Material* untuk pemilihan jenis bahan rangka. Pada *Edit Material* hal ini sesuai yang diterapkan dalam pembuatan rangka yaitu bahan besi profil yang dipakai *mild steel hollow galvanis (galvanized steel)* dengan ukuran 20 x 20 x 2 mm

Menentukan Fixtures



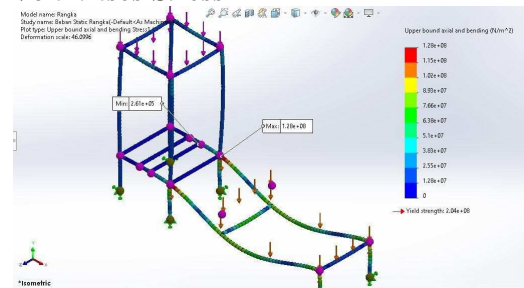
Gambar 4 Penempatan tumpuan/ *fixtures* rangka
 Pada tahapan gambar diatas adalah menentukan letak (ditandai dengan panah yang berwarna hijau) *fixtures* yang ditempatkan dengan acuan posisi dari tumpuan yang ada pada desain yang telah dimodelkan. *Fixtures* dapat berupa *fixed fixtures* hal ini berfungsi agar saat mensimulasikan rangka agar tidak bergerak saat proses pembebanan

Pemberian beban



Gambar 5 Penentuan titik beban pada rangka
 penentuan titik beban dimana titik tersebut menerima beban dari kapasitas sampah (7,5 kg) dan air di dalam tangka penetralisir (40 liter = 40 kg) maka total beban yang diberikan adalah 47.5 kg. Dengan beban total yang didapat diubah atau dikonversi ke Newton, maka didapat gaya sebesar = 465.81 N

Von Mises Stress

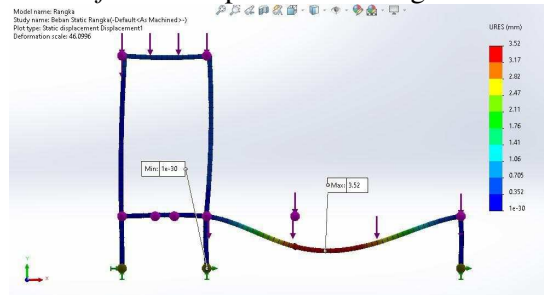


Gambar 6 *Von mises stress*
 Setelah proses *running*, maka didapat hasil-hasil dari simulasi tersebut yaitu *von mises stress*, tegangan adalah salah satu dari perhitungan hubungan tegangan-regangan pada model benda, regangan diperoleh dari deformasi yang dialami oleh model rangka. Tegangan ekuivalen mengacu pada metode *von mises*
 Dengan hasil simulasi yang didapatkan bahwa nilai tekan yang terbesar adalah sebesar $1.28 \times 10^8 \text{ N/mm}^2$ dan untuk *yield strength* dari material *galvanis* sebesar 2.04×10^8 , jadi nilai tesnya masih lebih rendah dari nilai *yield strength*

Displacement

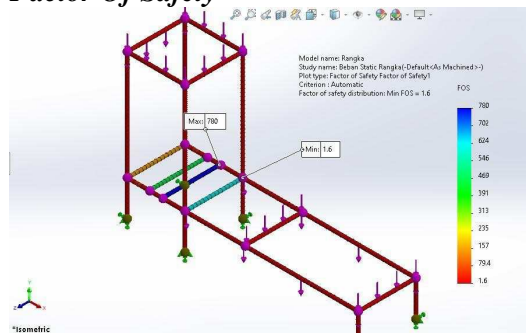
Hasil dari analisis struktur menggunakan metode elemen adalah *derformation* atau *displacement*. Untuk nilai maksimum *displacement/* pergeseran rangkanya adalah

sebesar 3.52 mm. Berikut ilustrasi hasil total *deformation* pada model rangka



Gambar 7 *Displacement*

Factor Of Safety



Gambar 8 *Factor Of Safety*

Factor Of Safety (FOS) adalah keamanan pada suatu desain. Factor keamanan diperhitungkan dengan acuan pada hasil bagi dari tegangan izin (*yield strength*) dibagi dengan besaran tegangan yang terjadi. Dan nilai minimum FOS yang didapat adalah sebesar 1.6, dan untuk nilai standar FOS adalah sebesar 1– 2, jadi rangka tersebut masih dikategorikan aman. Berikut hasil dari simulasi *safety factor*

Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian Alat Pembakaran Sampah Tanpa Asap, untuk memperoleh pupuk cair diperlukan waktu yang cukup lama. Pada proses pembakaran sampah yaitu sebanyak 7 kali pembakaran untuk mendapatkan cairan TAR sebanyak 40 liter dengan kapasitas TAR 80% pada bak penampungan, dengan spesifikasi kapasitas sampah pada *burner* sebesar 7.5 Kg, waktu setiap kali pembakaran 25 menit, laju pembakaran 18,7 Kg/jam, dan suhu pembakaran sebesar $\pm 300^{\circ}C$. Maka dapat disimpulkan semakin lama waktu pembakaran sampah dan suhu pada *burner* maka semakin kecil asap yang dihasilkan

dari pembakaran sampah semakin banyak, hal ini disesuaikan pada pemanfaatan asap sebagai hasil pembuatan pupuk cair. Adapun grafik dari hasil pembakaran sampah pada *burner* yaitu sebagai berikut:



Gambar 9 grafik pembakaran sampah Pada gambar grafik pembakaran sampah dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pembakaran pada suhu $300^{\circ}C$ maka laju pembakaran sampah didalam *burner* akan semakin cepat dengan kurun waktu 10 menit. Hal ini menunjukkan tinggi temperatur pembakaran di dalam *burner* maka waktu yang diperlukan sampah untuk terbakar sempurna semakin singkat. Dalam tahapan analisa ini, pembakaran sampah harus semakin lama untuk pemanfaatan asap yang lebih dioptimalkan karena semakin lama waktu pembakaran sampah dalam *burner* dan suhu yang rendah maka semakin banyak asap yang dihasilkan dari pembakaran dan semakin cepat pula untuk menghasilkan pupuk cair

Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat pembakaran sampah tanpa asap, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Dari hasil perancangan dan pengujian alat pembakaran sampah tanpa asap, maka dapat disimpulkan bahwa dari 7.5 Kg sampah yang meliputi spesifikasi sampah (plastik 5 %, kertas 25 %, daun kering 60 %, kayu dan serabut kelapa 10 %) yang dibakar di dalam *burner* pada temperature suhu $\pm 300^{\circ}C$ sampah akan terbakar selama 25 menit pada pembakaran sempurna. Proses pembakaran sebanyak 6 kali pembakaran dapat menghasilkan 80 % cairan TAR, 20 % campuran dari air pada

bak penampungan yang nantinya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair tanaman.

Adapun kekurangan dari hasil yang didapat setelah melakukan pembakaran sampah pada *burner* adalah terjadinya penyumbatan pada pipa spiral kondensasi asap yang berada didalam tabung penetralisir asap, hal ini terjadi karena adanya abu-abu hasil pembakaran sampah yang tidak sempurna yang terkena tekanan hisap *blower* serta lubang pipa spiral kondensasi yang cukup kecil yaitu ukuran 8 mm. penelitian ini berupaya menghasilkan sebuah alat pengolahan sampah sebagai pemanfaatan pupuk cair yang lebih baik yang harapannya dapat membantu di bidang pertanian dan mengurangi sampah yang menjadi masalah utama pencemaran lingkungan

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.
- Jamaluddin. 2015. Jangan Membakar Sampah. bbpp-batangkaluku.com. Diakses pada 12 Januari 2022.
- Lolo, D.P. 2014 Analisis Penggunaan Incinerator Pada Pengolahan sampah di Kota Merauke. *Jurnal Ilmiah*, 3:200-211.
- M.Y. Kurdi, “Depok Bebas Sampah,” 2017. [Online]. Available: <https://depokbebassampah.wordpress.com/acuan/incenerator/>. [Diakses Selasa September 2022].
- Nirmala Satya Development. (2008, September). Pengertian Blower. From *psychologymania*: <https://www.psychologymania.com/2013/01/pengertian-blower.html>
- Pichtel John. 2005. *Waste Management Practices Municipal, Hazardous, and Industries*. CRC Press. New York.
- Priyambada, “Incineration,” 2004 [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/yogiehendi/incineration-17954230>. [Diakses Maret 2022].
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu. 1991. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradya Paramita.
- Trisaksono Bagus P. 2002. *Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Menggunakan Teknologi Incenerator*. *Teknologi Lingkungan*, Vol.3, No. 1.
- United Nation Environment Programme (2006), *Pump and Pumping System*. www.energyefficiencyasia.org.