

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Analisis

Dalam kamus besar bahasa Indonesia analisis dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan bidang ilmu yang akan dibahas dan dipakai. Pengertian analisis pada umumnya adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Pengertian analisis yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pengertian analisis di bidang manajemen yaitu penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman keseluruhan.

Menurut Prof. Dr. Sugiyono (2007) mengemukakan bahwa analisis adalah “aktifitas yang memuat sejumlah kegiatan seperti mengurai, membedakan, memilah sesuatu untuk digolongkan dan dikelompokkan kembali menurut kriteria tertentu kemudian dicari kaitanya dan ditafsirkan maknanya”.

Berdasarkan pengertian di atas, penulis menyimpulkan bahwa analisis merupakan sebuah kegiatan berfikir untuk mengurai informasi dan mencari kaitan dari informasi tersebut untuk memperoleh pengertian dan pemahaman keseluruhan dari sebuah konteks.

2. Pengertian *Incinerator*

Landasan teori merupakan teori yang relevan yang digunakan untuk menjelaskan tentang variabel yang akan diteliti dan sebagai dasar untuk memberi jawaban sementara terhadap rumusan masalah yang diajukan, dan penyusunan instrument penelitian. Teori yang digunakan bukan sekedar pendapat dari pengarang atau pendapat lain, tetapi teori yang benar-benar telah teruji kebenarannya. Landasan teori juga penting untuk mengkaji penelitian mengenai *incinerator* dan menerangkan *incinerator* sebagai tungku pembakar sampah dan minyak kotor di kapal. Dalam landasan teori ini, penulis akan menjelaskan menurut *manual book*.

Incinerator adalah alat yang didisain dengan ruang bakar utama untuk membakar *wasted oil* dan ruang bakar kedua serta ruang bakar akhir untuk membakar sisa sampah dan gas buang yang tidak terbakar. Ruang bakar dilengkapi dengan *diesel oil burner*, masing-masing dinamakan *primary burner* dan *secondary burner*. (*FINISHED PLAN & INSTRUCTION BOOK*)

Sedangkan fungsi *incinerator* di atas kapal secara umum adalah sebagai berikut :

- a. Untuk membakar sampah kapal seperti serbuk kayu, kertas, majun bekas dan semacamnya selain plastik dan material logam.
- b. Untuk membakar minyak kotor yang berasal dari hasil pemisahan air pada *Oil Water Separator (OWS)* dan sisa minyak bekas.

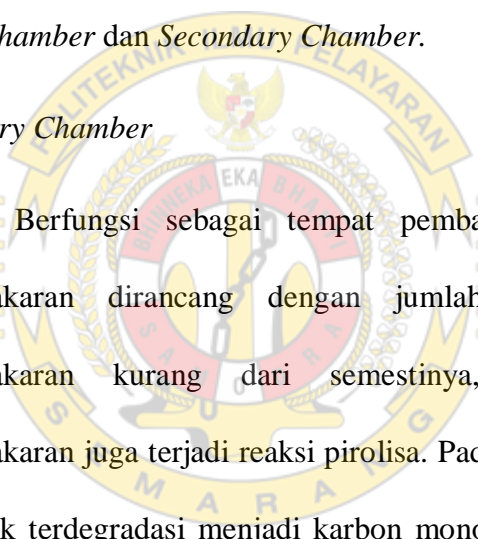
Sebuah *incinerator* dapat berfungsi dengan baik jika memenuhi kriteria tersebut dan ada beberapa parameter yang harus dipenuhi diantaranya yaitu suhu, waktu, dan turbulensi suhu: suhu menjadi faktor yang sangat berperan dalam pembakaran, keberhasilan dari suatu proses pembakaran ditentukan oleh tercapainya suhu yang diinginkan dari jenis materi limbah yang akan dibakar, hal ini juga berhubungan erat dengan udara atau oksigen untuk mengoksidasi limbah, bentuk ruang bakar, dan ketebalan dinding *incinerator* juga akan mempengaruhi suhu ruang bakar. Ruang bakar berbentuk bulat rambatan suhunya menjadi lebih sempurna dibanding ruang bakar berbentuk kotak, karenanya suhu yang tidak cukup akan menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna sehingga akan menimbulkan masalah baru yaitu pencemaran udara.

Proses terjadinya api (pembakaran) dikenal dengan nama segitiga api, yaitu unsur bahan bakar, unsur udara (oksigen) dan energi panas. Teori segitiga api akan terjadi bila ketiga unsur segitiga api bersatu dalam kondisi yang memungkinkan. Tanpa adanya bahan bakar, oksigen atau sumber panas proses pembakaran tidak akan terjadi, begitu pula jika ketiga-tigaanya ada tapi bila ketiganya tidak bersatu dan ketiganya tidak memungkinkan, tidak akan terjadi api atau pembakaran. Proses akan berlanjut dan api ini akan menyebar ke segala penjuru sesuai dengan prinsip perpindahan panas (*heat transfer*) yaitu metode konduksi, konveksi dan radiasi.

Apabila reaksi kimia ini berjalan begitu tiba-tiba dan di ruangan tertutup hal ini akan berakibat terjadinya ledakan. Tiga unsur segitiga api yang terlihat dalam reaksi kimia terjadinya api, mengandung pengertian adanya proses yang sedang berlangsung secara kimia dan disebut sebagai unsur segitiga api yang terdiri dari: bahan bakar, oksigen, dan sumber panas.

Pada *Incinerator* terdapat dua ruang bakar, yang terdiri dari *Primary Chamber* dan *Secondary Chamber*.

a. *Primary Chamber*



Berfungsi sebagai tempat pembakaran limbah. Kondisi pembakaran dirancang dengan jumlah udara untuk reaksi pembakaran kurang dari semestinya, sehingga disamping pembakaran juga terjadi reaksi pirolisa. Pada reaksi pirolisa material organik terdegradasi menjadi karbon monoksida dan metana. Suhu dalam *primary chamber* diatur pada rentang 600°C-800°C dan untuk mencapai suhu tersebut, pemanasan dalam *primary chamber* dibantu oleh energi dari *burner* dan energi pembakaran yang timbul dari limbah itu sendiri. Udara (oksigen) untuk pembakaran di suplai oleh *blower* dalam jumlah yang terkontrol.

Padatan sisa pembakaran di *primary chamber* dapat berupa padatan tidak terbakar (logam, kaca) dan abu (mineral), maupun karbon berupa arang. Arang dapat dengan pemberian suplai oksigen

secara *continue* selama pembakaran berlangsung. Sedangkan padatan tidak terbakar dapat dilakukan dengan melakukan pensortiran limbah terlebih dahulu.

b. Secondary Chamber

Gas hasil pembakaran dan pirolisa perlu dibakar lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Pembakaran gas-gas tersebut dapat berlangsung dengan baik jika terjadi pencampuran yang tepat antara oksigen (udara) dengan gas hasil pirolisa, serta dotunjang oleh waktu tinggal (*retention time*) yang cukup. Udara untuk pembakaran di *secondary chamber* disuplai oleh blower dalam jumlah yang terkontrol. Gas pirolisa yang tercampur dengan udara dibakar secara sempurna oleh *burner* di dalam *secondary chamber* dalam temperatur tinggi yaitu sekitar 800°C-1000°C. Sehingga gas-gas pirolisa (*Metana, Etana, dan Hidrokarbon* lainnya) terurai menjadi gas CO₂ dan H₂O.

3. Proses Pembakaran

Reaksi pembakaran melalui dua cara, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran habis. Pembakaran sempurna adalah proses pembakaran yang terjadi jika semua karbon bereaksi dengan oksigen menghasilkan CO₂, sedangkan pembakaran tidak sempurna adalah proses pembakaran yang terjadi jika bahan bakar tidak bisa terbakar habis dimana proses pembakaran yang tidak semuanya menjadi CO₂.

Proses pembakaran actual dipengaruhi oleh 5 faktor, yaitu :

- a. Pencampuran udara dan bahan dengan baik
- b. Kebutuhan udara untuk proses pembakaran
- c. Suhu pembakaran
- d. Lamanya waktu pembakaran yang berhubungan dengan laju pembakaran
- e. Berat jenis bahan yang akan dibakar

Pencampuran udara dan bahan bakar yang baik dalam pembakaran actual biasanya tidak dapat dicapai tetapi didekati melalui penambahan *excess* udara. Penambahan *excess* udara harus baik dengan nilai minimum karena apabila terlalu banyak dapat meningkatkan kehilangan energi dalam pembakaran dan meningkatnya emisi NO_x.

Tahap awal terjadi penguapan kandungan air sampah yang belum terbakar menggunakan panas dari bahan terbakar yang berada di sekelilingnya atau menggunakan energi panas yang ditambahkan dari luar. Pada saat pemanasan sampah terjadi pelepasan karbon atau bahan volatile yang terkonversi menjadi gas yang mudah terbakar, proses ini disebut gasifikasi. Gas ini selanjutnya bercampur dengan oksigen yang dapat mengalami reaksi oksidasi. Kondisi ini apabila menghasilkan temperature cukup tinggi dan berlangsung lama dapat terkonversi secara sempurna (*complete combustion*) menghasilkan uap air dan CO₂ yang dilepaskan ke udara.

Kondisi sebaliknya dapat terjadi yaitu apabila temperature pembakaran rendah dan waktu tinggal pada ruang bakar cepat terjadi

pembakaran yang tidak sempurna (*incomplete combustion*) yang dapat menghasilkan asap. Dampak lain dari pembakaran tidak sempurna adalah terbentuknya polutan. Beberapa hal yang terjadi pada proses pembakaran:

a. Pembakaran dengan udara kurang

Pada proses ini terjadi perpindahan panas berkurang dan panas hilang karena bahan bakar berlebih serta ada bahan bakar yang tak terbakar disamping terdapat hasil pembakaran, seperti CO, CO₂, uap air, O₂, dan N₂.

b. Pembakaran dengan udara berlebih

Pada proses ini terjadi perpindahan panas berkurang dan panas hilang karena udara berlebih serta hasil pembakaran, seperti CO₂, uap air, O₂ dan N₂.

c. Pembakaran dengan udara optimum

Pada proses ini terjadi perpindahan panas yang maksimum dan panas yang hilang minimum, serta terdapatnya hasil pembakaran, seperti CO₂, uap air, dan N₂.

Proses pembakaran sampah berlangsung secara bertahap. Tahap awal terjadi penguapan kandungan air sampah yang belum terbakar menggunakan panas dari bahan terbakar yang berada di sekelilingnya atau menggunakan energi panas yang ditambahkan dari luar. Pada saat pemanasan sampah terjadi pelepasan karbon

yang terkonversi menjadi gas yang mudah terbakar, proses ini disebut gasifikasi. Gas ini selanjutnya bercampur dengan oksigen yang dapat mengalami reaksi oksidasi. Kondisi ini apabila menghasilkan temperatur cukup tinggi dan berlangsung lama dapat terkonversi secara sempurna (*complete combustion*) menghasilkan uap air dan CO₂ yang dilepaskan ke udara. Kondisi sebaliknya dapat terjadi yaitu apabila temperatur pembakaran rendah dan waktu tinggal pada ruang bakar cepat terjadi pembakaran yang tidak sempurna (*incomplete combustion*) yang dapat menghasilkan asap.

Pada proses pembakaran (*incineration*) limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) kebanyakan terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Dapat juga mengandung halogen, sulfur, nitrogen dan logam berat. Hadirnya elemen lain dalam jumlah kecil tidak mengganggu proses oksidasi limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Struktur molekul umumnya menentukan bahaya dari suatu zat organik terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Bila molekul limbah dapat dihancurkan dan diubah menjadi karbon dioksida (CO₂), air (H₂O) dan senyawa anorganik, tingkat senyawa organik akan berkurang. Untuk penghancuran dengan panas merupakan salah satu teknik untuk mengolah limbahn B3 (bahan berbahaya dan beracun). Persyaratan yang harus dipenuhi dalam menjalankan *incinerator* adalah emisi udara yang dikeluarkannya harus sesuai dengan baku mutu emisi untuk *incinerator*.

1) Tahapan proses insinerasi

Proses insinerasi akan berlangsung melalui tiga tahapan, yaitu :

a) Pengeringan

Merupakan penguapan air yang terkandung di dalam sampah, terutama pada sampah organik yang mengandung kadar air > 70%. Penguapan air mulai terjadi pada temperatur 100⁰C. Pada tahap ini dibutuhkan energi (panas) untuk menjaga temperatur tetap berada pada > 100⁰C.

b) Pembakaran

Reaksi oksigen dengan unsur unsur kimia yang terkandung di dalam sampah terutama unsur N, S, P, Alkali dan lainnya sehingga tersisa unsur C (karbon) yang kita kenal sebagai arang. Secara komulatif reaksi oksidasi ini akan menghasilkan kalor (panas). Untuk mencapai temperatur reaksi oksidasinya maka dibutuhkan panas, meskipun pada akhir reaksinya akan dihasilkan panas.

c) Pembakaran Sempurna (Karbon)

Reaksi oksigen dengan Karbon (arang) pada temperature 400 - 600 °C dengan tahapan reaksi :



Secara kumulatif reaksi ini menghasilkan panas (eksotermik). Reaksi inilah yang menjelaskan mengapa selalu terbentuk gas CO (karbon monoksida) pada pembakaran arang.

2) Gas Hasil Pembakaran

Sebagaimana diketahui bahwa pembakaran adalah proses oksidasi dimana oksigen diberikan dengan mengikuti rasio udara berlebih terhadap massa bahan bakar agar diperoleh reaksi pembakaran yang komplit. Reaksi utama dari proses pembakaran antara karbon dengan oksigen akan membentuk karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Karbon dioksida merupakan produk pembakaran yang memiliki temperatur rendah. Oksidasi karbon monoksida ke karbon dioksida hanya dapat terbentuk jika memiliki sejumlah oksigen yang seimbang. Kandungan CO yang tinggi mengindikasikan proses pembakaran tidak komplit dan ini harus seminimal mungkin dihindari, karena:

- a) CO adalah gas yang dapat dibakar. Kandungan CO yang tinggi akan menghasilkan efisiensi pembakaran yang rendah.
- b) Dapat menyebabkan gangguan bau (*odour*)

4. **Komponen *Incinerator***

a. *Auxiliary Burner*

Merupakan peralatan yang berfungsi sebagai alat penyalan

pertama kali pada saat pembakaran dengan bahan bakar untuk *Auxiliary Burner* menggunakan *Diesel Oil*.

b. *Waste Oil Pump*

Merupakan pompa untuk mengalirkan minyak kotor dari *waste oil tank* menuju *Burner* utama di *incinerator* pada saat proses pembakaran.

c. *Waste Oil Burner*

Merupakan peralatan yang berfungsi untuk menyemprotkan minyak kotor dalam bentuk kabut sehingga minyak dapat dengan mudah dibakar.

d. *Blower*

Blower berfungsi untuk memberikan udara ke *Auxiliary Burner* pada saat proses pembakaran di ruang bakar dan saat memulai pembakaran. *Blower* juga berfungsi sebagai udara bilas dimana pada saat pengoperasiannya dilakukan sebelum dan sesudah pemakaian *incinerator* harus dijalankan agar di dalam ruang bakar tidak ada gas bahan bakar dan gas buang.

e. *Waste Oil Tank*

Waste Oil Tank merupakan sebuah tangki untuk menampung minyak kotor (*waste oil*) dan juga sebagai tempat untuk memanaskan minyak kotor sebelum dibakar di ruang bakar dengan maksud agar *viscosity* bahan bakar bisa turun dan lebih mudah dibakar dan kandungan air dalam minyak kotor bisa turun sehingga

pada proses pembakaran bisa sempurna.

f. *filter waste oil*

Sebagai tempat untuk menyaring *sludge* kasar sebelum masuk melalui *burner* untuk dibakar sehingga pada saat proses pembakaran tidak terjadi penyumbatan di *wasted oil burner* di dalam kerjanya *filter* ini sering kotor maka setiap habis mengoperasikan *incinerator* dan minyak kotor *wasted oil tank* harus dibersihkan dan dijaga suhunya 80-100⁰C hal ini dilakukan agar *filter* tidak terlalu cepat kotor karena *viscosity* yang rendah.

g. *Flame eye*

Alat ini berfungsi untuk memberikan signal peringatan jika dalam pengoperasian *incinerator* terjadi kegagalan, ketika *flame eye* tidak mendeteksi adanya pembakaran atau terjadi kegagalan pembakaran maka secara otomatis *flame eye* akan memutuskan aliran listrik yang terdapat pada sistem *incinerator* dan alarm peringatan akan bekerja setelah 10 detik tidak terjadi pembakaran pada pengetesannya *flame eye* ini dengan cara dikasih cahaya dan dilihat bila saat cahaya mati alarm berbunyi maka *flame eye* tersebut bekerja dengan baik. Setelah 10 detik pertama pembakaran awal, pada *burner* ini pengapian dimatikan sesuai suhu dalam ruang.

h. *Switch Board*

Suatu alat yang berfungsi sebagai tempat terminal sistem

instalasi untuk mengatur dan memulai start pembakaran pada *incinerator* agar *incinerator* bisa bekerja secara sistematis, dan bekerja secara optimal.

B. Definisi Operasional

Untuk memudahkan dalam pemahaman istilah-istilah yang terdapat dalam laporan penelitian, maka penulis memberikan pengertian-pengertian yang kiranya dapat membantu pemahaman dan mempermudah dalam pembahasan laporan penelitian terapan yang berhubungan dengan *incinerator* sesuai dengan *Instruction Manual Book* adalah:

1. *Sludge*

Kotoran atau lumpur yang terbuat dari endapan minyak. *Sludge* di kapal berasal dari pembuangan (*blow*) oleh *purifier* dan dari minyak hasil pemisahan antara air dengan minyak pada *Oil Water Separator (OWS)*.

2. *Waste Oil Tank*

Waste Oil Tank merupakan sebuah tangki untuk mengumpulkan minyak kotor (*waste oil*). *Waste oil tank* seharusnya dilengkapi dengan:

- a. Pemanas dan pengatur suhu.
- b. *Level switch* “*Low Level*” untuk menghentikan kerja *Incinerator* ketika tangki dalam keadaan kosong.
- c. *Level switch* “*High Level*” untuk memberikan peringatan bahwa tangki sudah terisi hampir penuh.

3. *Waste Oil Pump*

Merupakan pompa untuk mengalirkan minyak kotor dari *sludge tank* ke *Burner* utama *incinerator*.

4. *Electromagnetic Pump*

Merupakan pompa untuk menaikkan tekanan bahan bakar *Diesel Oil* untuk *Auxiliary Burner*.

5. Dapur Api (*Furnace*)

Merupakan tempat untuk meletakkan sampah dan sebagai tempat untuk terjadinya pembakaran.

6. *Ejector Blower*

Merupakan sebuah alat yang berguna untuk menyerap gas hasil pembakaran dari dapur api untuk menjaga tekanan negatif dari dalam ruang pembakaran.

7. *Burner Blower*

Blower yang berfungsi untuk memberikan udara ke *Auxiliary Burner*.

8. *Pre-purge*

Untuk membersihkan ruang pembakaran dan memberikan udara bersih pada ruang pembakaran sebelum terjadinya pembakaran.

9. *Post-purge*

Pengoperasian yang bertujuan untuk mengeluarkan gas sisa pembakaran dari ruang pembakaran setelah pembakaran selesai.

10. *Cooling Operation*

Sebuah pengoperasian *blower* dijalankan selama beberapa menit untuk mendinginkan permukaan dapur api setelah pembakaran selesai.

11. *Charging Door*

Merupakan pintu untuk memasukkan sampah ke dalam ruang pembakaran.

12. *Ash Removal Door*

Merupakan pintu untuk mengeluarkan abu sisa pembakaran.

13. *Thermocouple*

Alat untuk mendeteksi temperatur dan memberikan sinyal alarm pada ruang pembakaran.

14. *Thermostat*

Alat untuk mematikan *incinerator* secara otomatis bila terjadi *overheat*.

15. *Control Panel*

Merupakan salah satu komponen dari mesin *incinerator* di atas kapal, fungsi dari komponen ini adalah untuk menjalankan atau mengatur suhu dan proses penyalaan pada mesin *incinerator*.

16. *Cooling Fan*

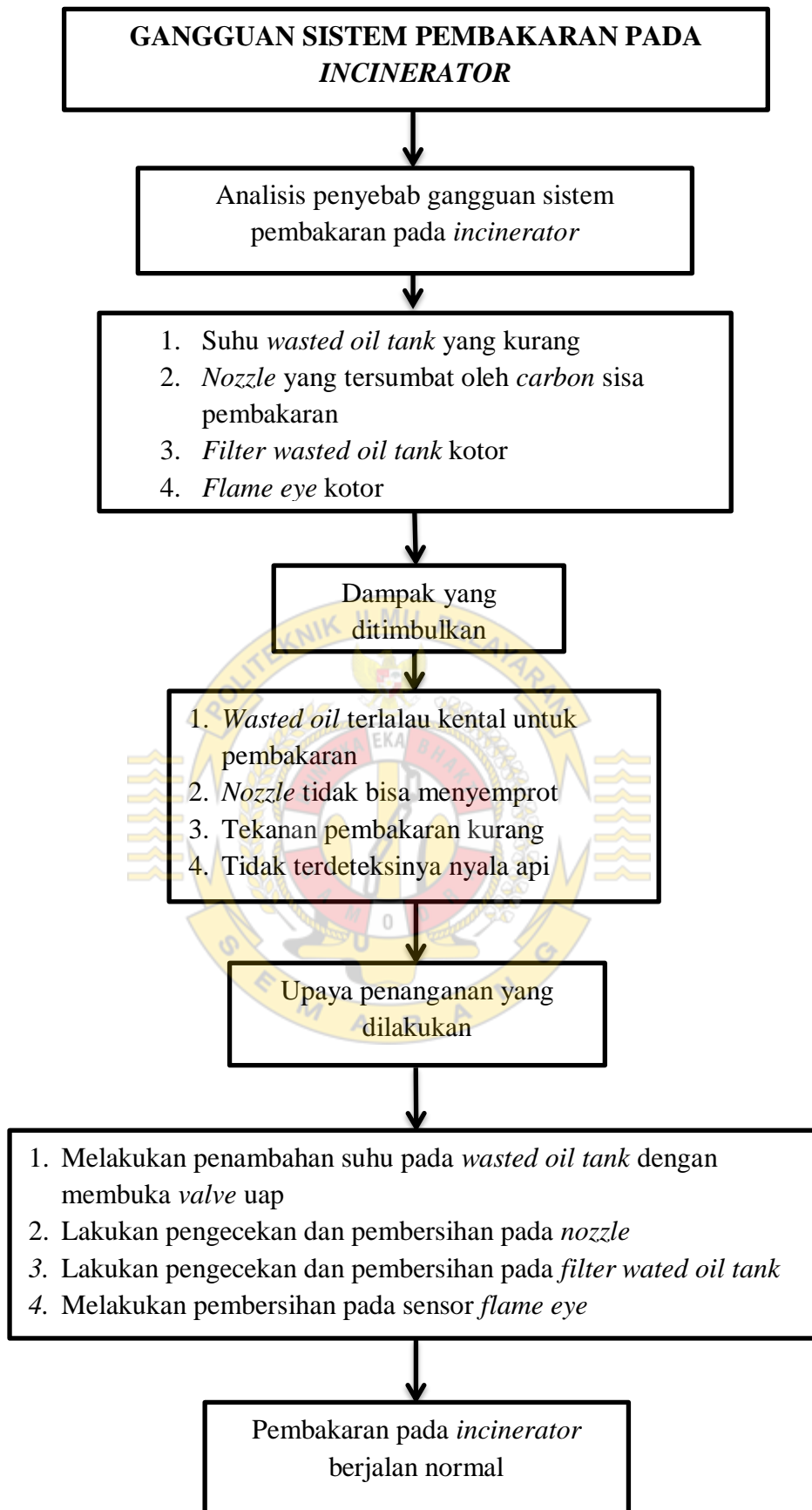
Alat ini adalah untuk memberikan supply angin/udara.

17. *Exhaust Gas Outlet*

Exhaust gas outlet ini mempunyai fungsi untuk sebagai saluran pembuangan udara.

C. Kerangka Pemikiran

Untuk mempermudah penulis dalam memecahkan masalah, maka penulis membuat kerangka pikir sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Pikir