

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian *Incinerator***

Pengertian pesawat bantu *Incinerator* adalah alat untuk membakar kotoran minyak lumas, sampah dan kotoran lainnya yang dapat dibakar agar pencemaran laut dapat dihindari dan ditanggulangi sesuai dengan prosedur penanganan dan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan. Adapun fungsi dari pesawat bantu *incinerator* ditinjau dari beberapa pendapat antara lain, menurut Suparwo, SP.I Pencegahan Polusi Laut Kapal Niaga.



Gambar 1. *Incinerator*

Sumber: [http://miura-cn.com/en/bgw-10/common\\_img/line-head.gif](http://miura-cn.com/en/bgw-10/common_img/line-head.gif)

## 2.2 Fungsi Dan Jenis *Incinerator*

### 1. Fungsi *Incinerator*

*Incinerator* mempunyai fungsi sebagai salah satu sarana pencegahan polusi di laut dengan cara membakar limbah hasil proses pemisahan yang dilakukan baik oleh *Oil Water Separator (OWS)* maupun *sewage plant*. Adapun fungsinya.

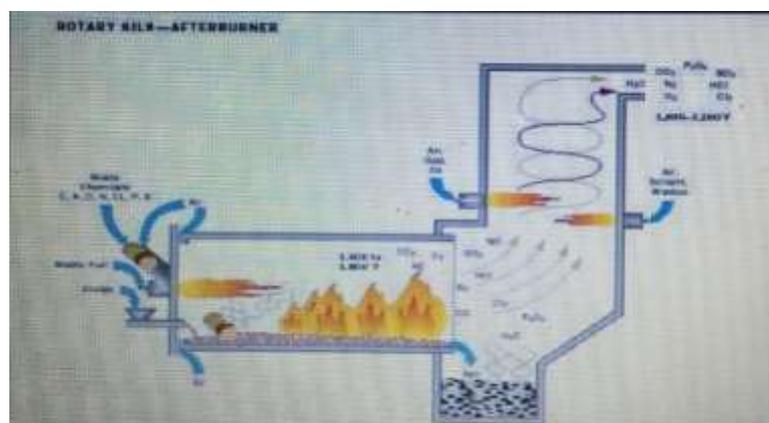
- a. *Incinerator* berfungsi untuk membakar minyak kotor yang berasal dari pemisahan air pada *Oil Water Separator (OWS)*.
- b. *Incinerator* berfungsi untuk membakar sampah-sampah kapal seperti serbuk kayu, kertas, majun bekas dan lain-lain.

### 2. Jenis *Incinerator*

Jenis *Incinerator* dibagi dalam tiga tipe, yaitu dilihat dari segi jenis bahan yang akan bakar dibedakan menjadi :

#### a. *Incinerator Rotary Kiln*

Tipe ini cocok untuk mengincenerasikan minyak/limbah yang berasal dari *sludge tank* atau limbah yang berasal dari *ows* yang sebelumnya mempunyai kandungan air tipe ini terjadi 2 kali pembakaran untuk memastikan bahwa minyak tersebut benar benar terbakar habis.

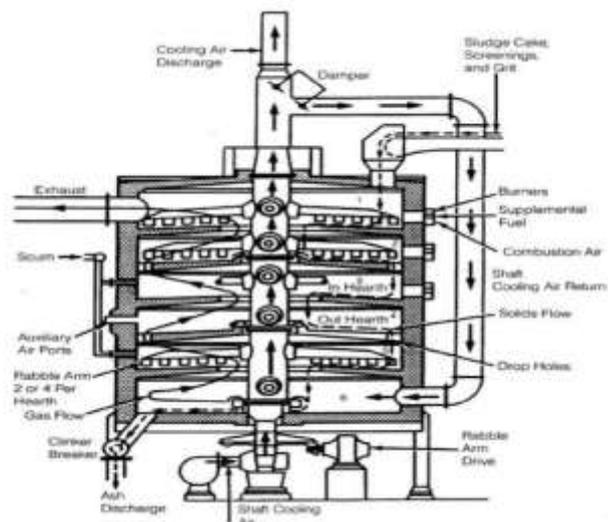


Gambar 2. *Incinerator Rotary Klin*

Sumber: <http://www.pollutionissues.com> *Incinerator*

### b. *Multiple Heath Incinerator*

Tipe ini cocok untuk mengincinerasikan limbah yang bentuk nya lebih padat dari sebelum nya umumnya antara 15-50% beratnya. *Multiple Hearth Incinerator*, yang telah digunakan sejak pertengahan tahun 1900-an, terdiri dari suatu kerangka lapisan baja tahan api dengan serangkaian tungku (*hearth*) yang tersusun secara vertikal



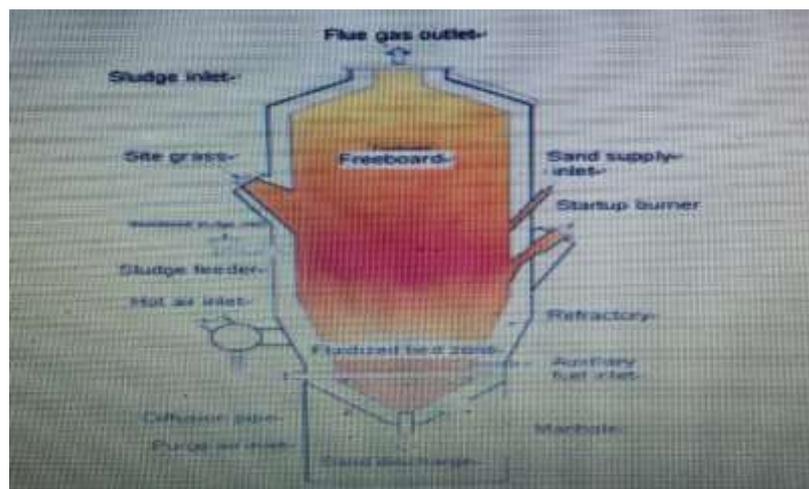
Gambar 3. *Multiple Heath Incinerator*

Sumber: <http://www.combustionportal.com> *Incinerator*

### c. *Fluidized Bed Incinerator*

*Fluidized Bed Incinerator* adalah sebuah tungku pembakar yang menggunakan media pengaduk berupa pasir seperti pasir kuarsa atau pasir silika, sehingga akan terjadi pencampuran (*mixing*) yang homogen antara udara dengan butiran-butiran pasir tersebut. *Mixing* yang konstan antara partikel-partikel mendorong terjadinya laju perpindahan panas yang sangat cepat serta terjadinya pembakaran sempurna. *Fluidized Bed Incinerator* berorientasi bentuk tegak lurus, silindris, dengan kerangka baja yang dilapisi bahan tahan api, berisi hamparan pasir (*sand bed*) dan distributor untuk fluidasi udara. *Fluidized Bed Incinerator* normalnya tersedia dalam ukuran berdiameter dari 9 sampai 34 ft. Pembakaran dengan teknologi ini merupakan

satu rancangan alternatif untuk pembakaran limbah padat. Harapan pasir tersebut diletakkan di atas distributor yang berupa grid logam dengan dilapisi bahan tahan api. Grid ini berisi suatu pelat berpori nosel-nosel injeksi udara atau tuyere dimana udara dialirkan ke dalam ruang bakar untuk menfluidisasi hampan (*bed*) tersebut. Aliran udara melalui nosel menfluidisasi hampan sehingga berkembang menjadi dua kali volume sebelumnya. Fluidisasi meningkatkan pencampuran dan turbulensi serta laju perpindahan panas yang terjadi. Bahan bakar bantu digunakan selama pemanasan awal untuk memanaskan hampan sampai temperatur operasi sekitar 750 sampai 900C sehingga pembakaran dapat terjaga pada temperatur konstan Dalam beberapa instalasi, suatu sistem *water spray* digunakan untuk mengendalikan temperatur ruang bakar, Laju pembakaran sampah meningkat oleh kontak langsung dengan partikel hampan yang panas. Aliran udara *fluidisasi* meniup abu halus dari hampan, Gas-gas pembakaran biasanya diproses lagi di *wet scrubber* dan kemudian abunya dibuang secara *landfill*.



Gambar 4. *Fluidized Bed Incinerator*

Sumber: <http://bentengpirefractorindo.co.id/incinerator>

### 2.3 Prinsip Kerja Incinerator

Prinsip kerja *Incinerator* adalah kotoran minyak lumas yang ada pada *waste oil tank* terlebih dahulu harus di cek apakah kotoran minyak lumas tersebut dapat dibakar atau tidak, apabila dapat dibakar, cara pengaturan sebelum dibakar maka kotoran minyak lumas dan lumpur di *settling tank* terlebih dahulu dipanasi kira-kira 80-90<sup>0</sup>C. Berdasarkan manual *book* dari *Incinerator* sebagai berikut:

- a. Minyak kotor yang ditampung di dalam *sludge tank* dipanaskan dengan *heater* sampai suhu 60<sup>0</sup>C, sehingga air dan minyak kotor akan terpisah karena perbedaan berat jenis. Air akan berada di bawah dan minyak akan berada di atas, ini dikarenakan berat jenis air lebih tinggi dari pada berat jenis minyak.
- b. Kemudian minyak kotor ditransfer ke *waste oil tank* menggunakan *sludge pump*. Minyak kotor dalam *waste oil tank* dipanaskan sampai 100<sup>0</sup>C. Bertujuan agar air yang masih terdapat dalam minyak dapat dengan mudah dipisahkan, lakukan percepatan sesekali terhadap *waste oil tank* agar kandungan air yang akan dibakar serendah mungkin.
- c. Sampah, majun, kertas dimasukkan ke dalam tempat penampungan di dalam ruang pembakaran.
- d. Jalankan *cooling fan* dan akan ditandai dengan lampu pada panel akan menyala. Kemudian *pre-purge* akan berlangsung yang bertujuan untuk membersihkan ruang pembakaran dan memberikan udara bersih sebelum pembakaran.
- e. Setelah *pre-purge* selesai dilanjutkan dengan pembakaran pertama kali menggunakan *diesel oil* dan *waste oil* secara bersama-sama. Setelah api pembakaran kelihatan maksimal, pindah posisi *switch* ke posisi *waste oil burner* maka pembakaran hanya menggunakan *waste oil* saja.
- f. Pada akhir pembakaran ganti posisi *burner* dari *waste oil* pada posisi *DO*, ini bertujuan untuk membersihkan saluran pembakaran karena jika saluran pembakaran tidak dibersihkan maka pada saat *Incinerator* akan digunakan kembali akan susah untuk dioperasikan.

## 2.4 Proses Pembakaran

Reaksi pembakaran secara umum terjadi melalui 2 cara yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran habis, pembakaran sempurna adalah proses pembakaran yang terjadi jika semua karbon beraksi dengan oksigen menghasilkan CO<sub>2</sub>, sedangkan proses pembakaran habis proses pembakaran yang terjadi jika bahan bakar tidak terbakar habis dimana pembakaran yang tidak semuanya menjadi CO<sub>2</sub>.

Proses pembakaran *actual* dipengaruhi oleh 5 faktor, yaitu:

1. Pencampuran udara dan bahan bakar dengan baik
2. Kebutuhan udara untuk proses pembakaran
3. Suhu pembakaran
4. Lamanya waktu pembakaran berhubungan dengan laju pembakaran
5. Berat jenis bahan yang akan di bakar

Pencampuran udara dan bahan bakar yang baik dalam pembakaran *actual* biasanya tidak dapat dicapai tetapi di dekati melalui penambahan *excess* udara, penambahan *excess* udara harus baik dengan nilai minimum karna apabila terlalu banyak dapat meningkatkan kehilangan energi dalam pembakaran dan meningkatkan emisi Nox.

## 2.5 Ruang Pembakaran Pada *Incinerator*.

Pada *incinerator* terdapat 2 ruang bakar, yang terdiri dari *Primary Chamber* dan *Secondary Chamber*.

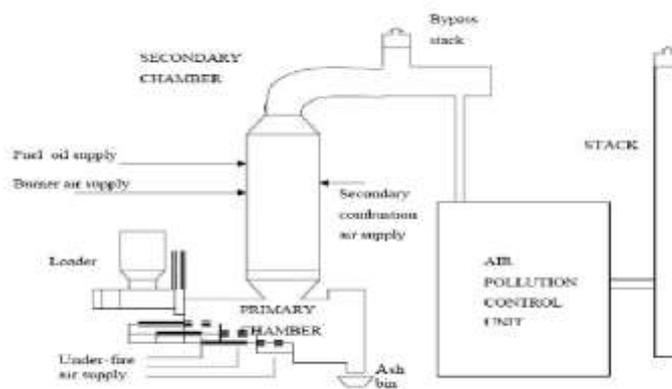
### a. *Primary Chamber*

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.

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 ditunjang oleh waktu tinggal (*retention time*) yang cukup. Udara untuk pembakaran di *secondary chamber* disuplai oleh *blower* dalam jumlah yang terkontrol.



Gambar 5. Prinsip *chamber Incinerator*

Sumber: <http://www.researchgate.net> *Incinerator*

## 2.6 Sistem Kerja *Incinerator*

Sistem kerja *Incinerator* pada dasarnya terdiri atas dua macam. sistem pembakaran berkesinambungan dan sistem pembakaran terputus:

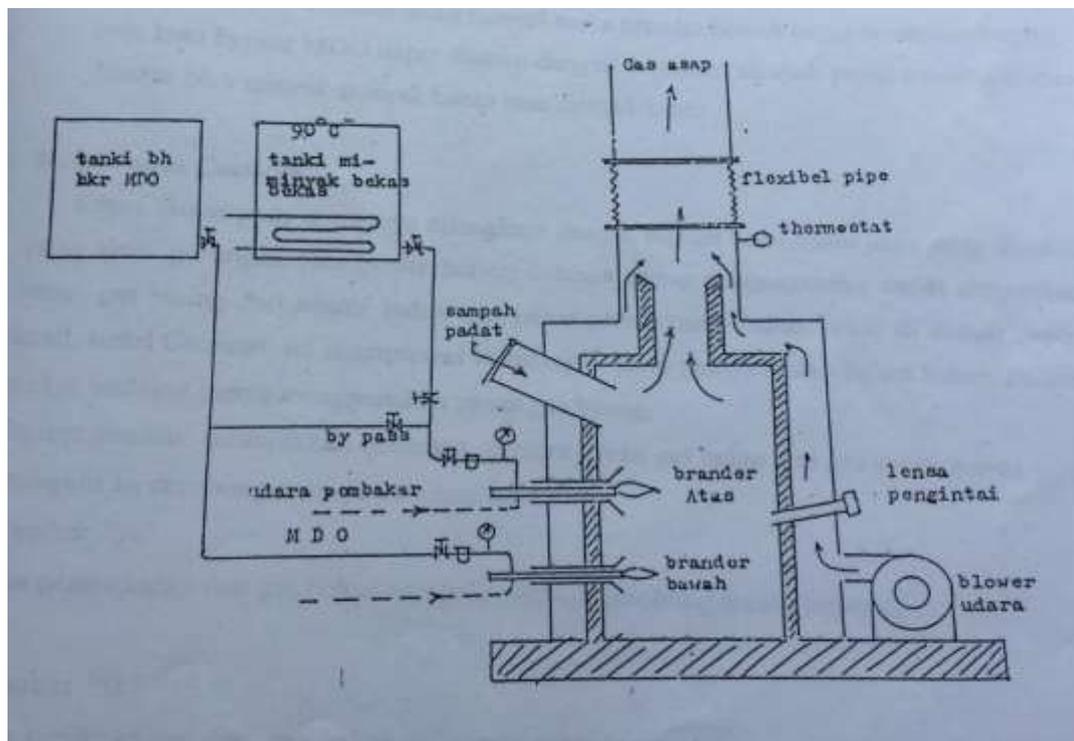
a. Sistem pembakaran berkesinambungan.

Sistem ini menggunakan gerakan mekanisasi dan otomatisasi dalam kesinambungan pembakaran sampah ke dalam ruang bakar (tungku) dan pembuangan sisa pembakaran. Sistem ini pada umumnya dilengkapi fasilitas

pengendali pembersih sisa pembakaran untuk membersihkan abu dan gas. Sistem ini dapat digunakan untuk instalasi dengan kapasitas besar dan beroperasi selama 24 jam atau 16 jam per hari.

b. Sistem pembakaran terputus.

Sistem ini umumnya sederhana dan mudah dioperasikan. Digunakan untuk kapasitas kecil, dan beroperasi kurang dari 8 jam per hari. Proses tersebut menunjukkan bahwa pengolahan sampah dengan *incinerator* dilakukan dengan memperhatikan aspek keamanan terhadap lingkungan.



Gambar 6. Sistem Pembakaran *Incinerator*

Sumber: Bodan hidayat, 2015 Sistem *Incinerator*

## 2.7 Syarat Kerja Pada *Incinerator*

Adapun persyaratan Kerja pada *incinerator* akan di bahas sesuai dengan langkah-langkah pengoperasian sebagai berikut:

1. Tidak membakar bahan yang tidak bisa terbakar misalnya kaca ataupun bahan yang mudah meledak saat pembakaran sehingga menyebabkan pembakaran terganggu.
2. Disarankan agar tidak boleh memasukkan bahan/sampah basah sebelum *Incinerator* dioperasikan karena akan mengganggu.
3. Sampah yang dibakar tidak lebih dari 20 kg setiap melakukan pembakaran.
4. Panaskan *waste oil tank* sampai 100°C dan bahkan apabila minyak yang akan dibakar viskositasnya tinggi dan banyak mengandung air harus dipanaskan sampai 110°C.
5. Selama pemanasan dan setelah pemanasan lakukan *drain air* dari *waste oil tank* untuk memastikan hanya minyak yang masuk ke *burner*.
6. Bersihkan abu pada ruang pembakaran.
7. Bersihkan *Waste Oil Filter*.
8. Pastikan *Waste Oil Pump* bekerja secara normal.
9. Pada saat pembakaran, jaga temperatur pembakaran antara 900°C sampai 1000°C.
10. Suhu pada *Waste Oil Settling Tank* antara 80-90 °C.
11. Tekanan angin 0,25 kg/cm<sup>2</sup>.
12. Tekanan bahan bakar 0,5 kg/cm<sup>2</sup>.
13. *Burner* bekerja baik dalam hal ini penyemprotannya sempurna.
14. *Fan* dapat dioperasikan dengan normal.
15. *Flame eye* bekerja dengan baik.
16. Pompa *waste oil* bekerja dengan baik.
17. Sistem *safety devices* bekerja sesuai dengan prosedur.

## 2.8 Komponen Pada *Incinerator*

Komponen yang terdapat pada *incinerator* sesuai dengan *Instuction Manual Book* adalah :

### a. *Auxiliary Burner*

Merupakan peralatan yang berfungsi sebagai alat penyalaan pertama kali pada saat pembakaran. dengan Bahan bakar untuk *auxiliary burner* menggunakan *diesel oil*.



Gambar 7. *Burner Incinerator*

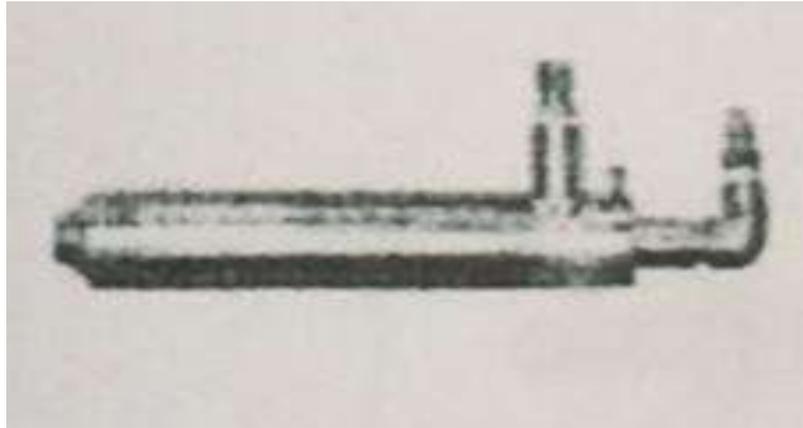
Sumber: <http://www.equip4ship.com>. *burner incinerator*

### b. *Waste Oil Pump*

Merupakan pompa untuk mengalirkan minyak kotor dari *waste oil tank* ke *burner* utama *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.



Gambar 8. *Waste Oil Burner*

Sumber: <http://wwwwequip4ship.com> *Wastel Oil Burner*

d. *Blower*

*Blower* yang berfungsi untuk memberikan udara ke *auxiliary burner* pada saat proses pembakaran diruang bakar dan pada 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.



Gambar 9. *Blower incinerator*

Sumber: <http://www.equip4ship.com> *blower incinerator*

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 viskositas bahan bakar bisa turun

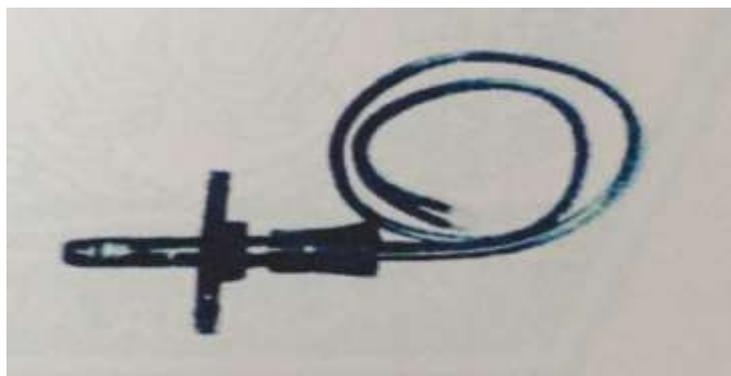
dan lebih mudah dibakar dan kandungan air dalam minyak kotor bisa turun sehingga pada proses pembakaran bisa sempurna.

f. *Filter Waste Oil*

Sebagai tempat untuk menyaring *sludge* kasar sebelum masuk melalui *burner* untuk dibakar di ruang bakar sehingga pada saat proses pembakaran tidak terjadi penyumbatan di *wasted oil burner* didalam kerjanya *filter* ini sering kotor maka setiap habis mengoperasikan *incinerator* dan minyak kotor di *wasted oil tank* harus dibersihkan dan dijaga suhunya 80-100°C hal ini dilakukan agar *filter* tidak terlalu cepat kotor karena viscositasnya 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 dan pada pengetesanya *flame eye* ini dengan cara dikasih senter cahaya dan lihat bila pas senter mati alarmnya bunyi maka *flame eye* tersebut bekerja dengan baik. *Flame eye* adalah suatu alat kontrol api selama pengapian *start* pertama. Setelah 10 detik pertama pembakaran awal, pada *burner* ini pengapian dimatikan sesuai suhu dalam ruangan.



Gambar 10. *Flame Eye*

Sumber: <http://www.equip4ship.com> *flame eye incinerator*

h. *Switch Board*

Suatu alat yang berfungsi sebagai tempat terminal system instalasi untuk mengatur dan memulai *start* pembakaran pada *incinerator* agar *incinerator* bisa bekerja secara sistematis, dan bekerja secara optimal.

i. *Elektode*

Sebagai pemercik api dan membantu *burner* dalam menyalakan api untuk tahapan pertama dalam proses pembakaran.

j. *Control Panel*

Alat yang digunakan untuk mengoperasikan *incinerator* saat pembakaran.

k. *Furnace*

Merupakan tempat untuk meletakkan sampah atau limbah pada *incinerator* sekaligus tempat terjadi suatu pembakaran.

l. *Ash Rmovable Door*

Merupakan pintu untuk mengeluarkan limbah sisa pembakaran/abu pembakaran dari pembakaran sampah pada *incinerator*.

## 2.9 Istilah-istilah Pada *Incinerator*

Istilah-istilah di kapal paling sering kita dengar yang berhubungan dengan *incinerator* ialah:

- a. *Sludge Sudge* adalah kotoran atau lumpur yang terbuat dari endapan minyak. *Sludge* di kapal berasal dari pembuangan oleh *purifier* dan dari minyak hasil pemisahan antara air dengan minyak pada *Oil Water Separator (OWS)*.
- b. *Pre-purge* bertujuan untuk membersihkan ruang pembakaran dari gas sisa pembakaran dan memberikan udara bersih pada ruang pembakaran sebelum terjadinya pembakaran sehingga partikel-partikel tidak menghambat proses pembakaran.
- c. *Post-purge* pengoperasian yang bertujuan untuk mengeluarkan gas-gas sisa pembakaran dari ruang pembakaran setelah pembakaran selesai.
- d. *Cooling Operation* sebuah pengoperasian yang mana *blower* dijalankan selama beberapa menit untuk mendinginkan permukaan dapur api setelah pembakaran selesai.
- e. *charging door* merupakan tempat untuk memasukkan sampah kedalam ruang pembakaran.
- f. *Ash Removal Door* merupakan tempat untuk membuang sisa-sisa/abu pembakaran setelah di bakar.

## 2.10 Persyaratan Desain Keselamatan *Incinerator*

Berikut adalah Persyaratan Keselamatan oleh desain dan konstruksi *Incinerator* kapal. Suhu permukaan luar dari *casing incinerator* tidak melebihi 20°C di atas suhu normal, yaitu maksimum 60°C. Untuk memenuhi kondisi ini, dinding *incinerator* harus dilindungi dengan lapisan isolasi yang memadai dengan pendinginan atau seperti sistem *double jacket* dengan aliran udara. Untuk mencegah kemungkinan kejadian berbahaya (ledakan), manajemen sistem *Burner* harus cukup mendapatkan pembersihan ruang pembakaran sebelum pengapian. Kondisi ini harus dicapai dengan perubahan udara di ruang pembakaran, tetapi tidak kurang dari 15 detik. Tekanan *negatif* dalam ruang pembakaran harus diatur dengan ukuran yang memadai untuk mencegah kebocoran gas panas ke dalam sistem operasi. Hal ini dapat dipenuhi oleh *exhaust fan* dengan kapasitas yang memadai. Untuk menghindari pembentukan dioskin, gas buang harus didinginkan sampai maksimum 350°C di dekat *outlet* ruang bakar. Hal ini dapat dicapai oleh udara hisap ke dalam saluran gas buang, yang mana membutuhkan kapasitas memadai dari *exhaust fan* gas buang.