

# LAMPIRAN



**A. Kelompok Kegiatan Utama**

-Pemilahan Sampah

-Insinerasi

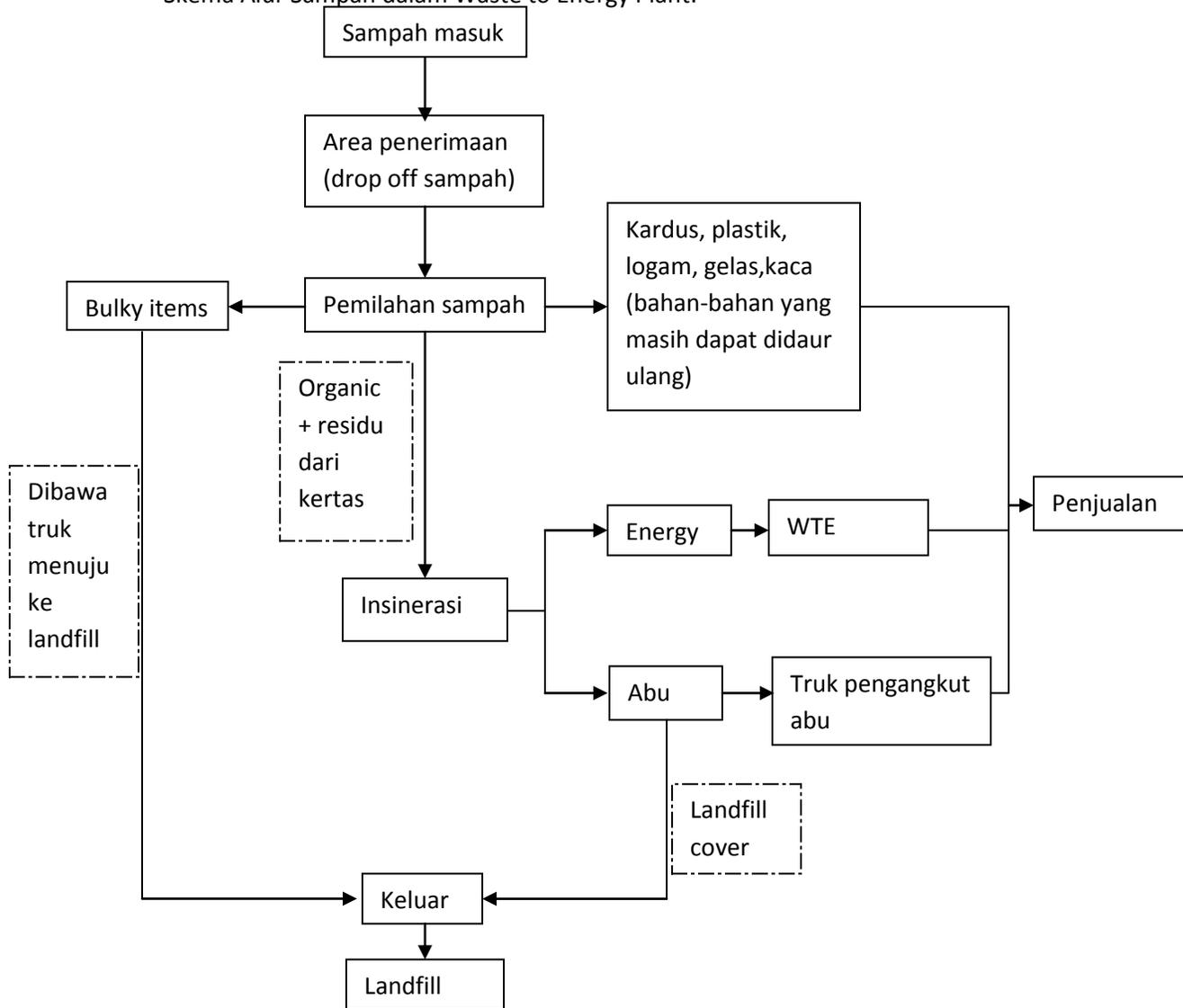
Bahan bakar (Input Produksi) :

- limbah padat kota/sampah kota
- limbah industry dan komersil area
- limbah bahan bakar buangan & limbah bahan bakar padat

Output Produksi :

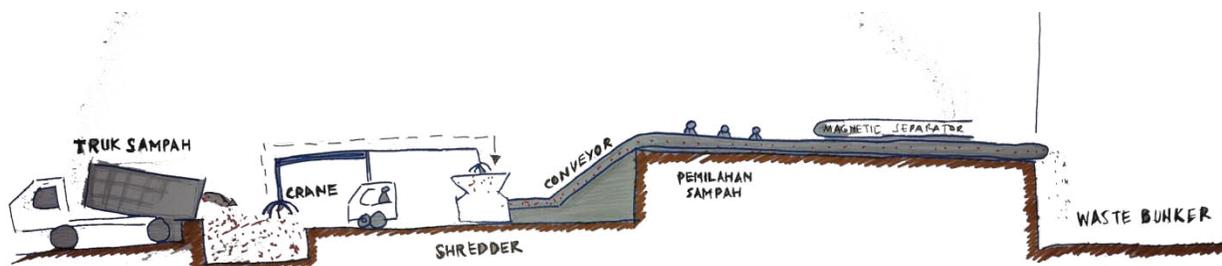
- Energy listrik atau Panas
- Bottom Ash (bisa digunakan untuk bahan material bangunan atau jalan
- Fly Ash

Skema Alur Sampah dalam Waste to Energy Plant:

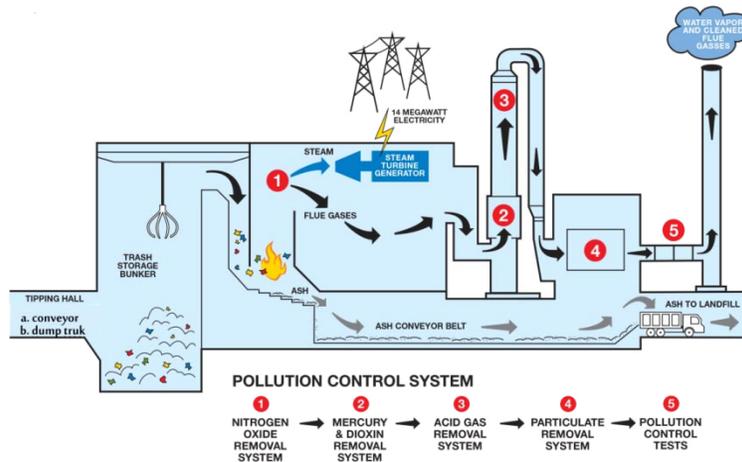


Proses Produksi:

- Pemilahan Sampah:



- Insinerasi



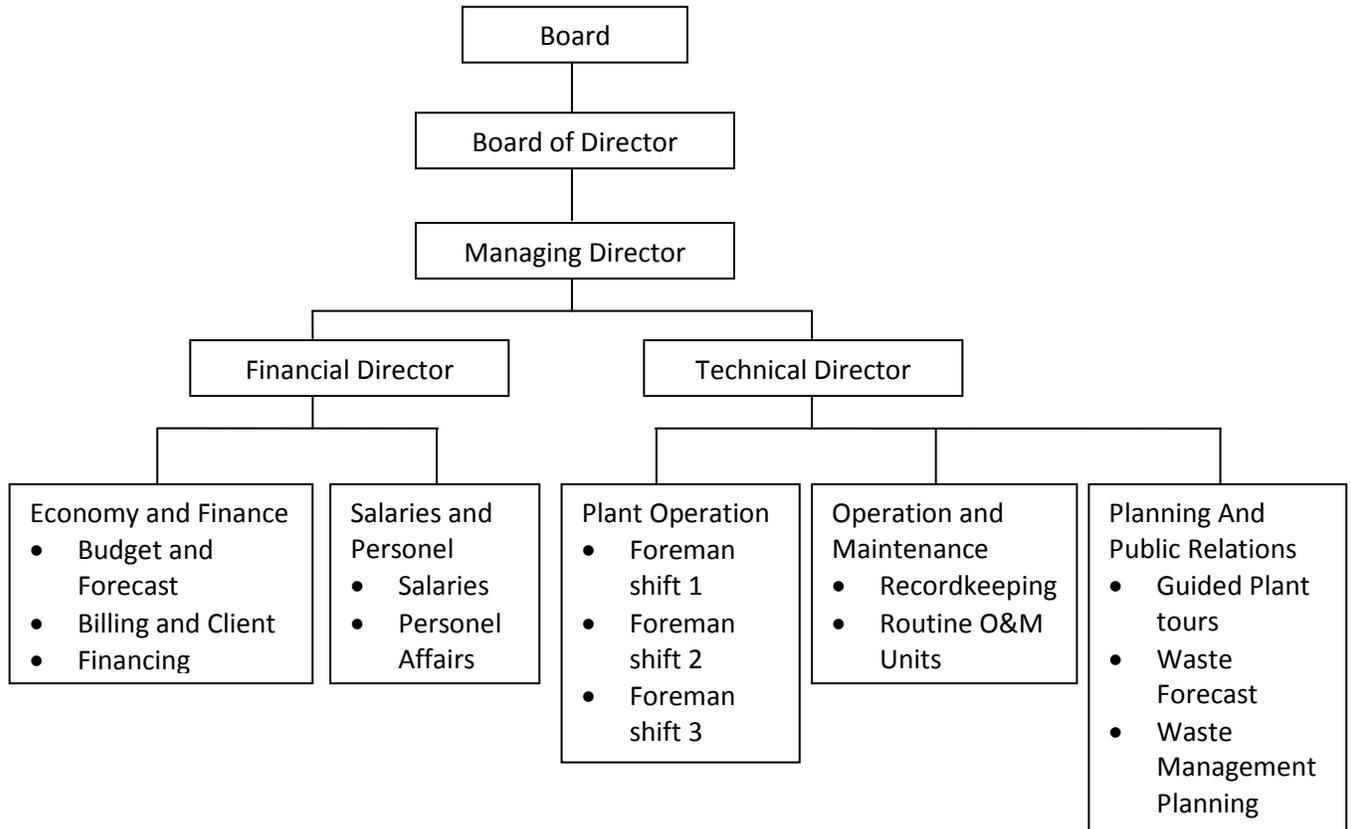
**Waste-to-Energy**

- 90% reduction of trash volume
- Power generation
- Pollution control

**B. Kelompok Kegiatan Pendukung**

- Kantor Manajemen Pengelolaan Waste to Energy Plant
- Bengkel Alat Berat

Struktur Organisasi Waste to Energy Plant:



Gambar 5.1. Diagram Struktur Organisasi dalam Waste to Energy Plant

	Jumlah (orang)
Managing Director, Financial Director, Technical Director	3
Economist, accountant, office clerks	6
Plant Operators (khusus Insinerasi)	>14 = 15
Bidang Penjualan (Salaries and Personel)	6
Bidang Rekreasi (Public relations)	6
Crane Operators	>7
Shift Operators	>7
Electricians	>2
General Workers	30
Pengawas Pemilahan Sampah	3
Hand Sorter	60

Tabel. 5.2. Jumlah Pengelola dalam Waste to Energy Plant

### C. Kelompok Kegiatan Pelengkap

- Retail Produk Sampah
- Penunjang Pegawai
- Rekreasi Pengunjung

Retail Produk Sampah: Tempat penjualan hasil produksi (Energy, Bottom Ash, Sampah yang masih dapat didaur ulang) dijual kepada konsumen.

- R. Administrasi
- Back Office
- Toilet pria
- Toilet wanita
- Gudang alat

Penunjang Pegawai :

- Kantin
- Mushola
- Area Istirahat/Shared Space
- Daycare

Rekreasi Pengunjung : Pengunjung dibatasi untuk shift kunjungan ke dalam Proses Produksi 40 orang, sedang sisanya yang tidak masuk kunjungan proses produksi dapat mengunjungi area taman (*waterfront park*), kafe.

Rekreasi Pengunjung:

- Hall
- Briefing room
- Ecorium
- Kafe
- Waterfront Park

#### **D. Kelompok Kegiatan Utilitas**

Umumnya utilitas pada Waste to Energy Plant sama dengan bangunan industry lain, hanya ditambahkan beberapa factor seperti:

- Pembuangan air limbah yang dialirkan ke leachate treatment di TPA/Landfill
- Air Pollution Control
- Penyaluran Energy Listrik dari Turbin Generator ke jaringan listrik terdekat
- Perbedaan water supply untuk proses produksi insinerasi dan konsumsi pelaku/orang dalam kawasan
- Peredam getaran diterapkan bila diperlukan
- Ruang keamanan/cctv

#### **Persyaratan Bangunan Industri Incinerator Plant**

##### ***Site***

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk site pada *waste to energy plant*:

- TPA atau landfill yang terkontrol dan bagus pengoperasiannya harus tersedia untuk pembuangan residu dari PLTSa atau dapat dikatakan dekat dengan TPA
- Dalam kaitannya dengan kualitas udara pada tapak, sering dan inverse berkepanjangan dan situasi dari asap tidak dapat diterima
- MSW pabrik incinerator harus berada dalam zona *land use* yang diperuntukkan medium atau *heavy industry*
- Disarankan untuk tidak memakan waktu lebih dari satu jam untuk truk-truk sampah menyuplai sampah ke *incinerator plant* ini
- MSW pabrik incinerator disarankan berada paling tidak 300 sampai 500 meter dari rumah penduduk
- MSW Incinerator disarankan dekat dengan konsumen energy yang dihasilkan dari incinerator

##### ***Kedekatan dengan pusat limbah sampah (TPA)***

Pengangkutan limbah jarak jauh akan menimbulkan biaya dan lingkungan yang tidak sustainable (karena emisi CO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub>). Sehingga, pengolahan sampah dengan incinerator ini disarankan untuk sedekat mungkin dengan pusat pengumpulan sampah yang akan menyuplai ke *incinerator plant*.

##### ***Traffic dan Transport***

*Incineration Plants* menimbulkan lalu lintas yang padat, dengan sampah dan bahan habis pakai datang dan limbah sisa pengolahan yang keluar dari pengolahan. Oleh karena itu, pabrik ini harus dekat jalan-jalan utama atau jalur kereta api (atau, dalam keadaan khusus, sungai) yang memungkinkan lalu lintas yang padat.

Lokasi dekat dengan TPA akan meminimalkan waktu perjalanan kendaraan saat di jalan. Tergantung pada besarnya pabrik dan banyaknya kendaraan, 100-400 truk

dapat datang setiap hari ke pabrik. Studi lalu lintas mungkin diperlukan untuk meminimalkan kemacetan lalu lintas dan menghindari *wasting time*.

Selain dapat memberikan kontribusi bagi kemacetan lalu lintas, truk akan menimbulkan getaran, debu, dan menghasilkan suara. Kendaraan pengangkut sampah seharusnya tidak melewati jalan-jalan perumahan atau daerah sensitive lainnya.

### ***Kualitas udara***

*Waste Incineration Plants* dilengkapi dengan standar sistem pembersih gas buang yang modern membuat polusi udara kecil atau bau (bab tentang pengendalian pencemaran udara). Oleh karena itu, penempatan pabrik menimbulkan masalah yang berkaitan dengan kualitas udara. Pabrik harus, bagaimanapun diletakkan dengan menghormati kondisi meteorology setempat, yaitu di daerah terbuka di mana emisi biasanya tidak akan terjebak. Misalnya, pabrik tidak boleh berlokasi di lembah sempit atau daerah rawan kabut. Sampah akan mengeluarkan bau selama transportasi dan penanganan dalam pabrik. Namun, dengan menggunakan area bunker ventilasi udara dalam proses pembakaran biasanya menghilangkan sebagian bau.

### ***Noise/kebisingan***

Sebagian besar suara bising akan datang dari kipas gas buang dan ventilator yang digunakan dalam pendinginan, yang beroperasi 24 jam per hari. Ventilator biasanya berada di atas pabrik, yang membuatnya menjadi sangat berisik. Penanganan sampah dan residu di dalam pabrik juga dapat menimbulkan suara. Transportasi kendaraan dari pabrik akan membuat kebisingan, terutama di siang hari. Oleh karena itu, instalasi pembakaran sampah harus setidaknya 300-500 meter dari daerah pemukiman untuk meminimalkan dampak kebisingan dan untuk melindungi terhadap dampak bau.

### ***Kedekatan dengan Energy Distribution Network***

*Waste Incineration plant* akan menghasilkan energy surplus. Pembaharuan energy merupakan asset penting, karena dapat dijual untuk meningkatkan pendapatan pabrik. *Recovery energy* dapat digunakan untuk heating, pembangkit listrik, dan proses steam. Biasanya hal itu yang paling ekonomis ketika energy yang digunakan untuk pemanasan dan hal-hal yang serupa, karena ini adalah teknis sederhana dalam hal konstruksi dan operasi pabrik. Permintaan untuk heating kemungkinan akan dibatasi dalam hal ukuran jaringan distribusi, sehingga menghasilkan energy lebih yang dapat digunakan untuk produksi listrik. Terlepas dari bagaimana energy yang digunakan, penting untuk incinerator plant dekat dengan jaringan distribusi sehingga sistem pengiriman pabrik dapat dihubungkan ke jaringan distribusi yang ada (sehingga menghindari konstruksi atau biaya operasi yang tinggi).

### **Utilitas**

*Incineration Plant* menuntut jenis utilitas yang sama dengan medium industry atau heavy industry. Panas yang dihasilkan dalam proses pembakaran umumnya diasumsikan digunakan secara bijak dalam produksi listrik. Dan juga saat pendinginan diperlukan, baik sebagai pendingin air langsung atau melalui pendingin udara atau menara pendingin. Incineration plant juga akan melepaskan air limbah, yang akan tercemar untuk tingkat tertentu tergantung pada pendingin terak dan sistem pembersihan gas buang. Air limbah paling signifikan dengan sistem pembersihan gas buang basah. Air hujan akan dibuang dari area yang beraspal (meskipun mungkin, sampai batas tertentu, dikumpulkan dan digunakan untuk tujuan pendinginan sebelum dibuang). Jika pabrik memiliki sistem pembersihan gas buang basah, harus diletakkan pada aliran air atau dekat selokan umum dengan kapasitas yang cukup untuk menerima debit air limbah.

### **Landfill**

Meskipun pembakaran sampah secara signifikan mengurangi volume sampah untuk dibuang, residu yang harus dibuang di tempat pembuangan akan tetap ada. Residu ini terdiri dari bottom ash (slag) dari pembakaran sampah, fly ash, dan residu lainnya dari pembersihan gas buang. Berdasarkan pada tuntutan lingkungan dan geoteknik, abu (bottom ash) dapat didaur ulang untuk keperluan konstruksi atau dibuang tanpa langkah-langkah khusus. Di semua keadaan, pabrik harus memiliki akses perancangan dan pengoperasian ke landfill atau TPA untuk pembuangan residu akhir.

Residu dari teknik pembersihan gas buang dengan penghapusan gas asam yang sangat larut dan dapat menyebabkan pencemaran air tanah. Lapisan yang tepat dan cakupan TPA/Landfill dapat menanggulangi hal ini, bersama-sama dengan leachate treatment menghilangkan logam berat sebelum dibuang. Bahkan setelah pengobatan, leachate akan memiliki konsentrasi garam dan harus dibuang di suatu tempat dengan aliran yang cukup untuk pengenceran tingkat tinggi. Meskipun incineration plant harus relative dekat dengan tempat pembuangan sampah, jarak tidak terlalu dipermasalahkan, karena berat residu yang dibuang akan sama sekitar 25% dari jumlah sampah yang dibakar dalam incinerator (tergantung pada kadar abu dan teknik pembersihan gas buang), dan volume akan berkurang sekitar 10% dari sampah aslinya.

### **Key criteria untuk incinerator**

- Nilai kalori terendah dari sampah harus setidaknya 6 Mj/kg di semua musim. Nilai kalori terendah rata-rata tahunan tidak boleh kurang dari 7 Mj/kg.
- Teknologi harus berdasarkan pada teknologi pembakaran massa dengan model perapian bergerak. Selanjutnya, dipilih (atau diusulkan) pemasok harus memiliki banyak referensi tentang operasi pabrik yang berlangsung dalam beberapa tahun.

- Furnace harus didesain stabil, berkelanjutan, dan membakar sampah dan gas buang dengan menyeluruh ( $CO < 50 \text{ mg/Nm}^3$ ,  $TOC < 10 \text{ mg/Nm}^3$ ).
- Jumlah sampah tahunan untuk pembakaran harus tidak kurang dari 50.000 metrik ton dan variasi mingguan pasokan sampah untuk pabrik tidak boleh melebihi 20 persen.

#### ***Grate Length, Grate Width***

Perkiraan dimensi untuk tiap tipe perapian (grate) dapat diestimasi berdasarkan pada rekomendasi pemasok itu sendiri atau pedoman untuk beban thermal pada grate ( $MW/m^2$ ), beban mekanik perapian (grate) ( $\text{tone}/m^2/h$ ), beban mekanik lebar grate ( $\text{metric ton m}/h$ ), lebar beban thermal grate ( $MW/m$ ), rasio panjang dan lebar, dan sebagainya.

Satu kebutuhan yang harus diukur yang menyakinkan lebar grate yang sesuai berhubungan dengan lebar beban thermal grate, dan panjang grate yang mengikuti thermal final treatment yang baik dari slag dalam furnace.

Selain itu, maksimum 65-70% dari panjangnya grate harus diterapkan dalam keadaan kering dan on a combustion (pembakaran) ketika beroperasi dalam point beban nominal desain. Sisa bagian dari grate harus selalu tersedia untuk memastikan pembakaran terakhir (final combustion) dan pembakaran komplit dari slag dan debu.

#### ***Energy recovery***

- Gas buang dari furnace harus didinginkan pada  $200^\circ\text{C}$  atau dibawahnya dalam boiler agar dipakai penerapannya pada teknologi flue gas treatment.
- Kondisi ekonomi pabrik harus dioptimalkan melalui pembaharuan energy dan penjualannya
- Perjanjian yang tidak dapat dibatalkan untuk penjualan energy (tipe dan kuantitas) harus berada di tempat sebelum keputusan akhir dibuat pada design bagian pemulihan energy dari incineration plant.
- Ketika kelebihan energy yang akan digunakan untuk district heating, incineration plant harus berada di dekat grid yang ada untuk menghindari sistem transmisi baru yang mahal.

#### ***Air pollution control***

- Furnace harus didesain untuk stabil dan operasi berkelanjutan dan pembakaran sempurna dari sampah dan flue gas ( $Co < 50 \text{ mg/Nm}^3$ ,  $TOC < 10 \text{ mg/Nm}^3$ ).
- Flue gas (gas buang) dari furnace harus didinginkan pada suhu  $200^\circ\text{C}$  atau dibawahnya dalam boiler sebelum teknologi pengolahan gas buang dapat diaplikasikan.
- Instalasi pengolahan flue gas/gas buang harus mampu untuk melepas debu setidaknya secara efisien pada dua tahap electrostatic precipitator (kontrol emisi dasar, debu  $< 30 \text{ mg/Nm}^3$ ).

- Landfill yang terkontrol dan bagus dalam pengoperasiannya harus tersedia untuk pembuangan residu/limbah.
- Pelepasan HCl dari flue gas/gas buang harus dipertimbangkan.

#### ***Incineration Residue***

- Landfill yang terkontrol dan bagus dalam pengoperasiannya harus tersedia untuk pembuangan residu/limbah. Landfill harus cukup luas untuk menerima jumlah dari produk limbah padat yang dihasilkan di *incineration plant*.
- Landfill harus diletakkan, didesain dan dioperasikan sesuai dengan standar untuk mencegah polusi air yang dihasilkan dari lindi (leachate) residu.
- Besi tua dapat dipulihkan untuk daur ulang dengan pemisahan magnetic dari terak/slag.
- Dengan menyortir atau pengayakan terak, fraksi "synthetic gavel" dapat pulih untuk pemanfaatan
- Limbah kering harus dicegah untuk tidak menghasilkan debu pada lokasi landfill.

#### ***Operations and maintenance***

Operasi dan perawatan yang efisien dan berkompeten adalah kunci untuk menerapkan teknologi pembakaran sampah dengan benar dan sukses dan mengamankan keuntungan optimal dari investasi yang dibuat. Beberapa operasi dan perawatan yang dibutuhkan:

- Organisasi dalam pabrik yang tersusun dan dikelola dengan baik.
- Karyawan, manager, dan operating personnel yang mempunyai keahlian dan terlatih
- Ekonomi pabrik dengan cash flow yang cukup untuk pengadaan suku cadang dan impor dan bahan habis pakai.
- Housekeeping yang efisien dan lingkungan kerja yang bersih dan aman
- Pencatatan yang efisien, termasuk spesifikasi dan gambar pabrik, mesin, dan komponen lainnya; dan emisi (misalnya, suhu, tekanan, efisiensi, dan konsumsi).

#### ***Water Supply***

Supply air sangat dibutuhkan untuk penyediaan air untuk boiler dan untuk beberapa proses pada incineration plant: cleansing/pembersihan, slag sooling/pendinginan terak, flue gas scrubbers (jika diterapkan), dan tujuan sanitasi.

Air pendinginan slag/terak tidak mempunyai standar kualitas yang dibutuhkan, sehingga air sungai yang tercemar atau air tanah dapat digunakan. Konsumsi air untuk pendinginan slag dapat diasumsikan besarnya 0.05-0.01 m<sup>3</sup>/metric ton dari sampah jika *state-of-the-art slag extractors* diterapkan.

Air akan digunakan juga jika gas buang/flue gas scrubbers atau reactor semi-kering diinstal. Kualitas air minum tidak dibutuhkan pada proses ini, namun air harus relatif low solid konten, sehingga kapur dapat dicairkan didalamnya dan disemprotkan

melalui pipa semprot ke dalam uap gas buang. Konsumsi air tergantung pada teknologi yang digunakan, diperkirakan sekitar  $0.1 \text{ m}^3/\text{metric ton}$  sampah pada proses absorpsi semi-kering (yang tidak menghasilkan waste water/limbah air) sekitar  $0.25\text{-}0.4 \text{ m}^3/\text{metric ton}$  sampah pada proses basah (yang menghasilkan  $0.07\text{-}0.15 \text{ m}^3$  dari limbah air per metric ton).

### ***Waste Water Discharge***

Limbah air (waste water) yang dihasilkan dari wet process akan memiliki garam berkonsentrasi tinggi (biasanya chloride) dan logam berat larut. Cadmium dapat diasumsi menjadi yang paling penting dari ini berkaitan dengan batas emisi. Konsentrasi sebenarnya akan tergantung pada komposisi sampah yang dibakar.

Oleh karena itu penerima harus relative kuat (yaitu, pelepasan harus sangat diencerkan). Level pelepasan akan tergantung pada teknologi yang diaplikasikan, mulai dari hamper tidak ada jika air hanya digunakan untuk slag cooling (dalam kasus ini, hamper semua air akan menguap)  $0.3 \text{ m}^3/\text{metric ton}$  sampah jika wet flue gas scrubbers diinstal/diaplikasikan).

Selain dari air limbah yang dibuang dari proses di incineration plant, air pembersih dan air hujan akan dibuang dari area. Air ini dapat diasumsikan terkontaminasi dengan air limbah (tumpahan) dan hingga mempunyai konsentrasi relative tinggi dari zat organic-pada level yang sama dengan limbah rumah tangga.

### ***Vibrations***

Getaran dan tekanan suara yang dipancarkan dari berbagai mesin dan aktifitas mungkin akan mencapai tingkat kepedulian terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Peredam getaran harus diterapkan/digunakan bila diperlukan. Peralatan bising seperti turbin dan kompresor harus terlindung atau ditempatkan di ruangan khusus dengan cladding penyerap suara di dinding. Ventilator besar harus berada di mana tingkat kebisingan tidak ada kekhawatiran atau dilengkapi dengan asupan dan outlet unit peredam suara. Di area dengan level kebisingan melebihi  $85 \text{ dB(A)}$ , ear plug atau perlindungan ekuivalen efisien harus wajib.

### ***Chemicals***

The Chemical Convention/Konvensi kimia/1/ harus diikuti: termasuk menilai semua bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam hal safe usage (penggunaan yang aman) dan mengambil langkah-langkah perlindungan tenaga kerja yang diperlukan. Lembar data keamanan (safety Data Sheets) harus disediakan oleh supplier bahan kimia berbahaya. Pekerja harus memastikan bahwa semua tindakan pencegahan perlu diambil.

### ***Physiology***

Work stations harus menghindari torsion/puntiran dan posisi membungkuk ke depan. Pekerjaan yang harus dilakukan di depan dan dekat dengan badan yaitu pada

tingkat footbridges harus disesuaikan dengan level pekerjaan yang seharusnya. Ketegangan ergonomis yang dikarenakan mengangkat, menarik, dan mendorong benda berat harus diminalkan melalui lift dan crane. Lantai harus tingkat, dengan landaian yang cukup untuk drainase dari cleaning water saja.

### ***Risk of Accidents***

Pengalaman memperlihatkan bahwa resiko utama dari kecelakaan pada incineration plant adalah jatuh dari ketinggian (ke dalam lubang atau turun dari footbridges), bertabrakan dengan truk pengangkut sampah dan limbah, kecelakaan di peralatan yang berputar, kepanasan karena air panas atau uap, kegagalan peralatan, ledakan, dan api. Footbridges dan elevated platform harus dilengkapi dengan rel pengaman, jika tidak, akses harus dibatasi. Traffic harus dipisahkan dari pejalan kaki sedapat mungkin. Mesin harus dilindungi pada bagian yang bergerak dan berputar dan harus dapat beroperasi jika pelindung ini tidak terpasang sempurna. Pemberhentian darurat harus dipasang pada kasus kecelakaan ini. Tanggap darurat dan evacuation plans harus ditetapkan