Centra Rekayasa Enviro

WASTE TO ENERGY

PAPARAN USULAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH DOMESTIK DENGAN INSINERATOR DAN PEMANFAATANYA

DI PAPARKAN OLEH: PT. CENTRA REKAYASA ENVIRO

Centra Rekayasa Enviro

PENDAHULUAN

Konsep Dasar Waste-to-Energy (WTE): Waste-to-Energy (WTE) adalah proses mengubah limbah menjadi energi, baik dalam bentuk listrik, panas, atau bahan bakar, melalui teknologi yang aman dan ramah lingkungan. Di Indonesia, permasalahan pengelolaan sampah terus meningkat seiring dengan bertambahnya populasi dan industrialisasi, sehingga pendekatan WTE menjadi solusi potensial yang tidak hanya menangani masalah sampah, tetapi juga menyediakan sumber energi terbarukan.

TEKNOLOGI INSINERATOR

Definisi dan Prinsip Kerja: Insinerator adalah perangkat pembakaran yang dirancang untuk membakar limbah padat di suhu tinggi (800-1.200°C) sehingga menghasilkan abu, gas buang, dan panas. Insinerator modern dilengkapi dengan teknologi kontrol emisi untuk meminimalkan dampak lingkungan dan menghasilkan energi dari panas yang dihasilkan.

Jenis-jenis insinerator:

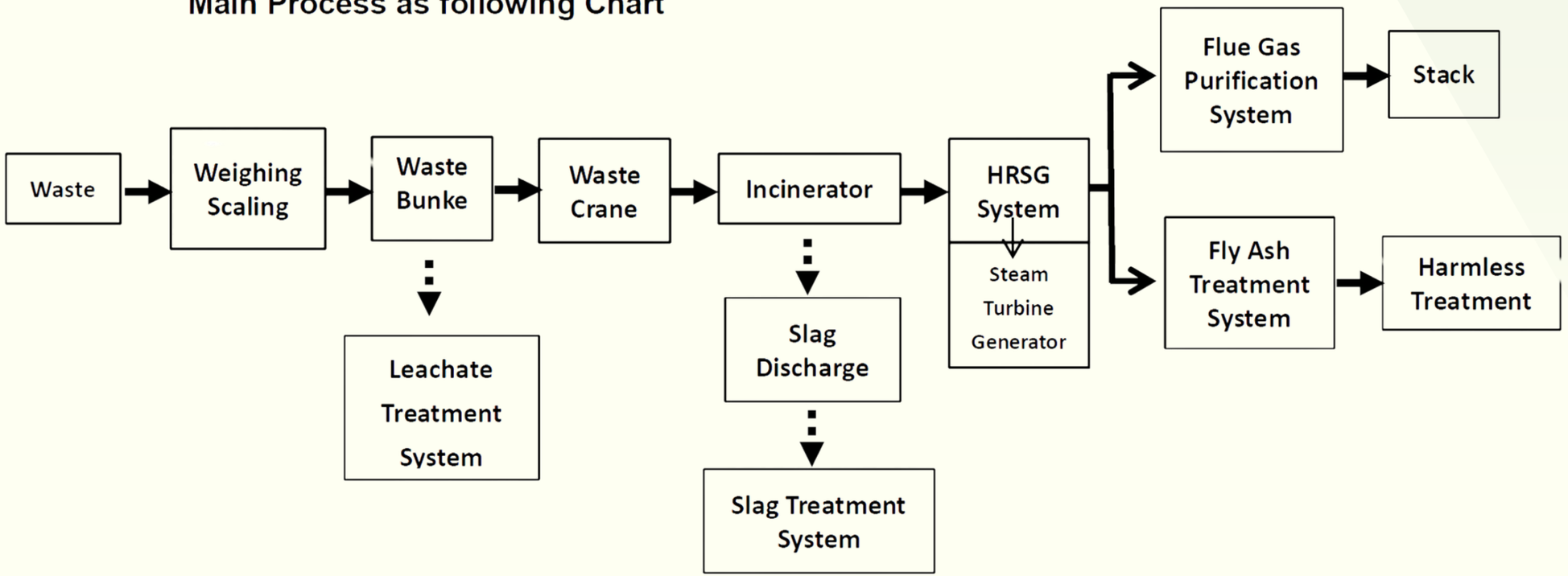
- **FLUIDIZED BED**
- **RECIPROCATING GRATE**
- **ROTARY KILN**
- **FURNACE KILN**

KEUNGGULAN TEKNOLOGI INSINERATOR SEBAGAI SOLUSI ENERGI DI INDONESIA

- **Pengelolaan Sampah yang Efektif: I**nsinerator mampu mengurangi volume sampah hingga 90%, yang sangat menguntungkan bagi kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung yang memiliki keterbatasan lahan untuk landfill.
- **Menghasilkan Energi Terbarukan:** Panas yang dihasilkan dari proses insinerasi dapat diubah menjadi listrik melalui turbin uap atau pemanas air untuk pembangkit listrik. Potensinya bisa mencapai beberapa megawatt tergantung kapasitas insinerator.
- **Peningkatan Efisiensi Energi:** Dengan implementasi combined heat and power (CHP), insinerator tidak hanya menghasilkan listrik, tetapi juga panas yang bisa digunakan untuk proses industri, pemanas ruangan, atau pertanian hidroponik.
- **Pengurangan Ketergantungan pada Bahan Bakar Fosil:** Dengan memanfaatkan limbah sebagai sumber energi, Indonesia dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, yang sejalan dengan target nasional untuk meningkatkan proporsi energi terbarukan.

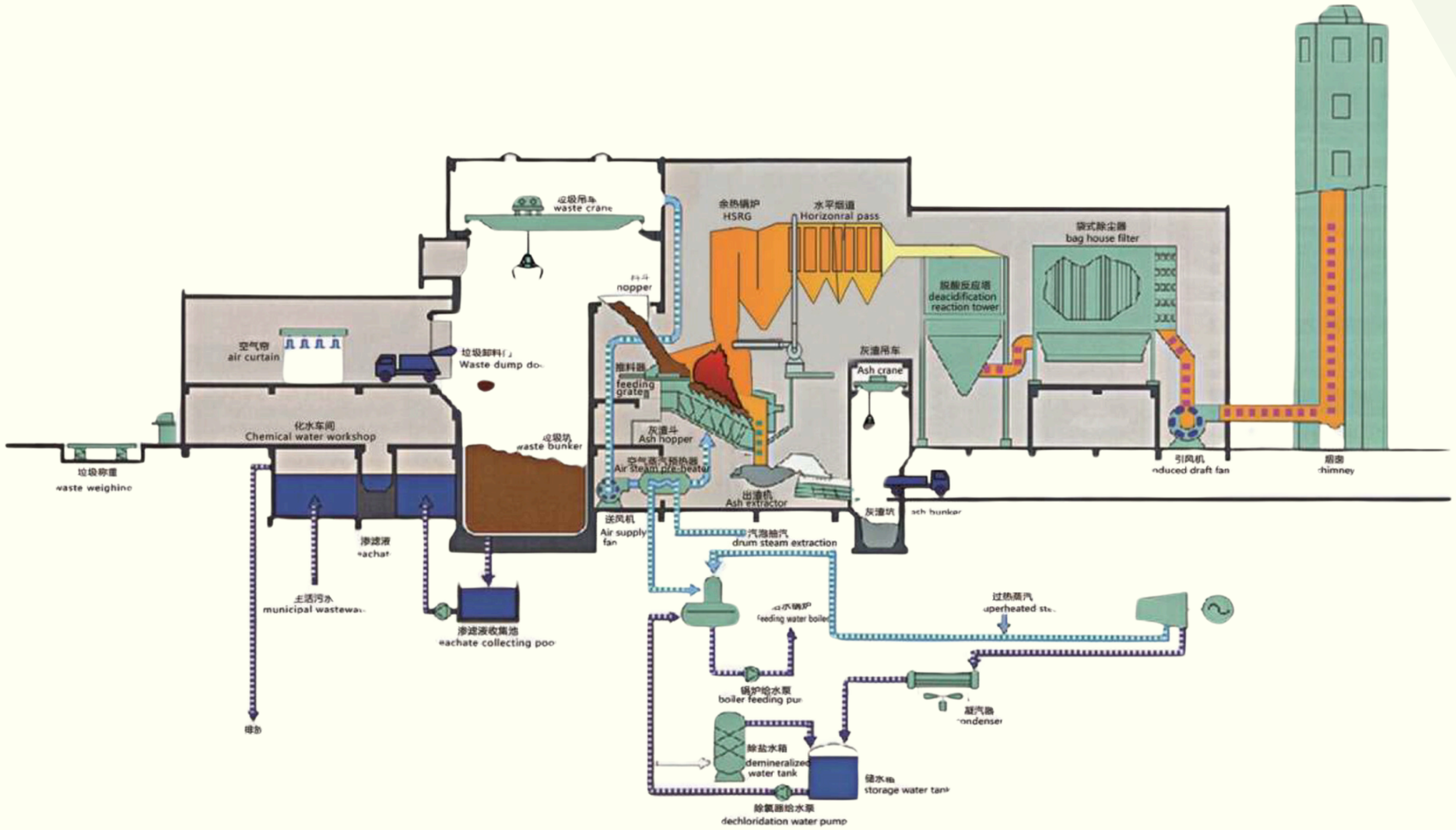
PROSES UTAMA WASTE-TO-ENERGY (WTE)

Main Process as following Chart



Centra Rekayasa Enviro

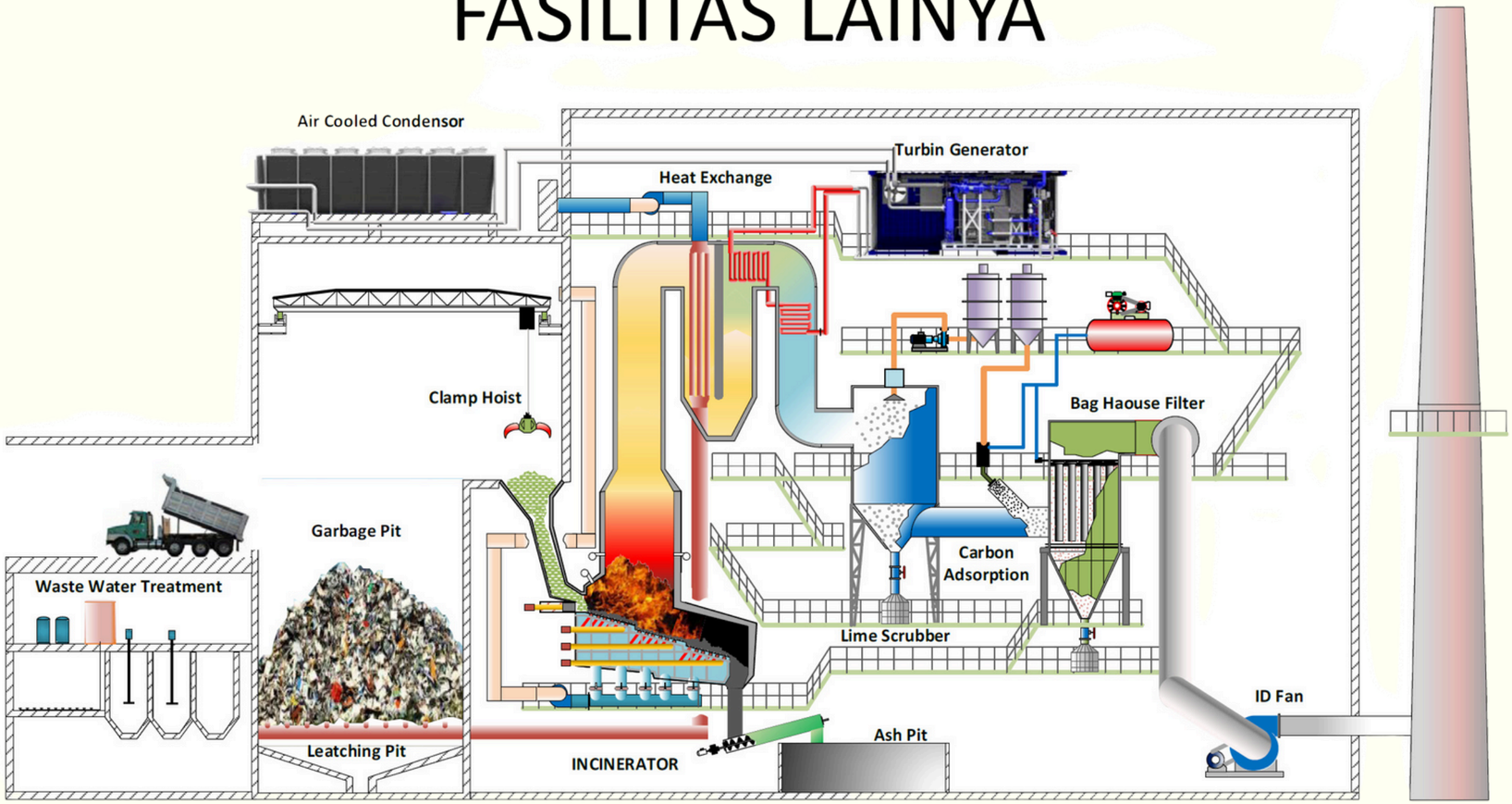
PROSES UTAMA WASTE-TO-ENERGY (WTE)



Centra Rekayasa Enviro

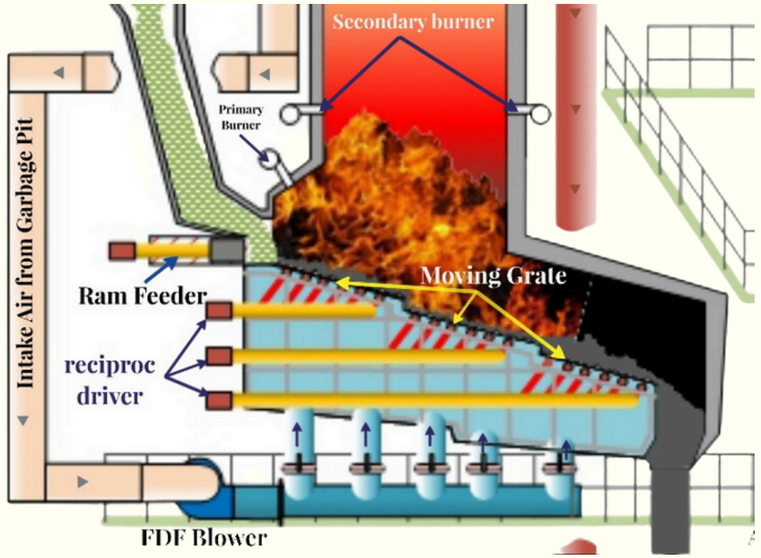
PROSES UTAMA WASTE-TO-ENERGY (WTE)

GAMBARAN UMUM INCINERATOR & FASILITAS LAINYA



Centra Rekayasa Enviro

RECIPROCATING GRATE INCINERATOR

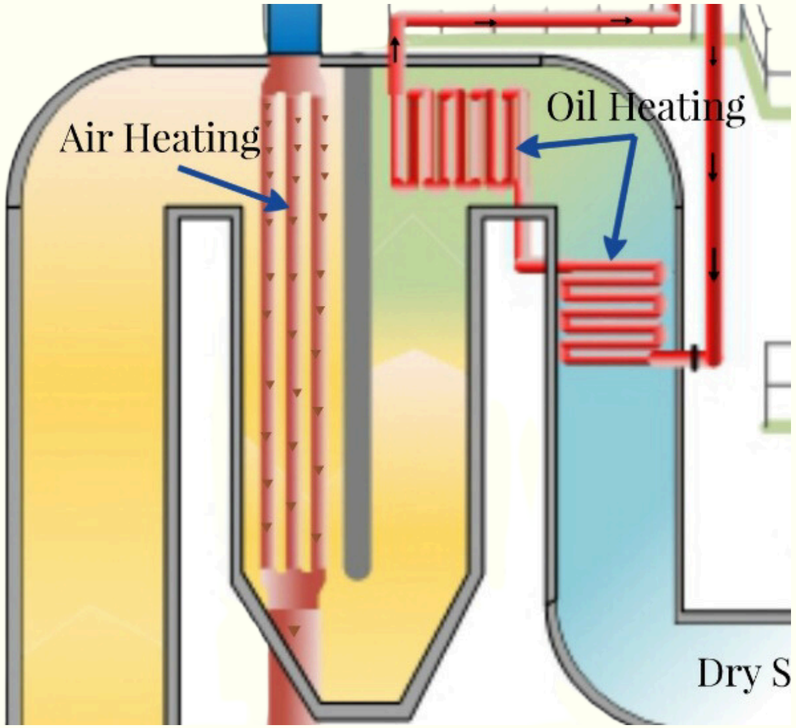


- Mekanisme Reciprocating Grate atau Moving Grate adalah lantai ruang bakar yang dapat bergerak secara terus-menerus selama berlangsungnya proses pembakaran.
- Tujuannya adalah agar limbah selama terbakar, selain dapat teraduk, juga setelah menjadi abu dapat bergeser mengarah ke tempat pengeluaran abu

- Dengan mekanisme tersebut, pengumpanan limbah dan proses pengeluaran abu dapat berlangsung secara terus-menerus.
- Dengan sistem ini, insinerator dapat beroperasi terus-menerus tanpa ada penumpukan abu di dalam ruang bakar.

Centra Rekayasa Enviro

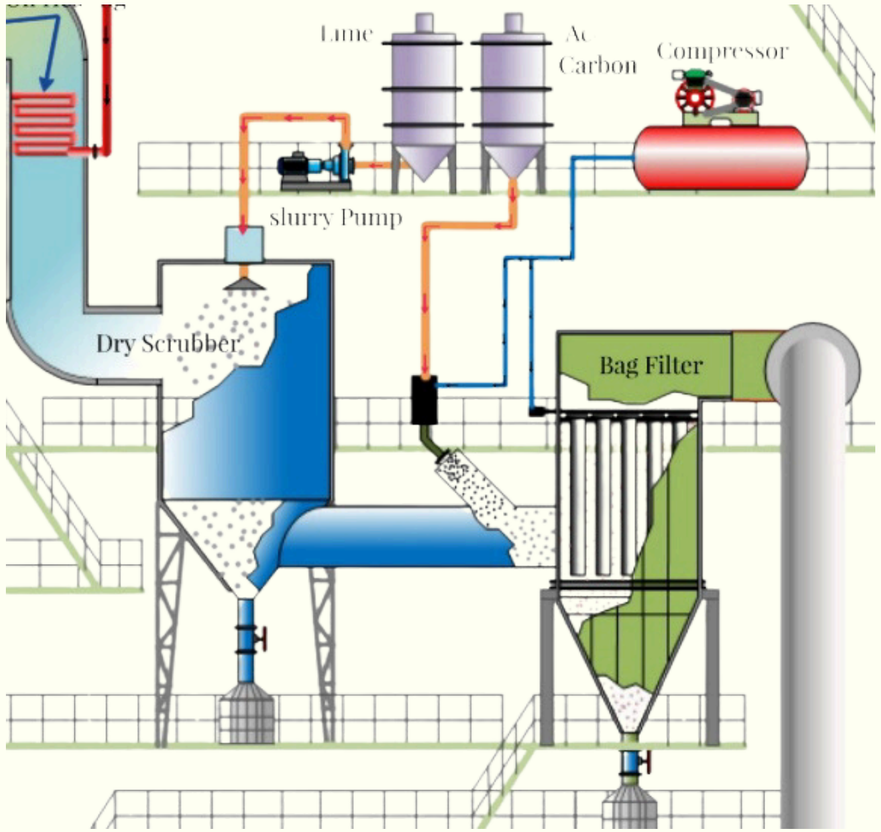
HEAT EXCHANGER



- Panas yang dihasilkan dari pembakaran dimanfaatkan untuk memanaskan udara dan thermal oil.
- Udara yang panas akan dialirkan ke dalam pit untuk mengeringkan sampah basah.
- Thermal oil digunakan untuk memanaskan fluida (refrigerant) yang akan menggerakkan turbin generator penghasil listrik.

Centra Rekayasa Enviro

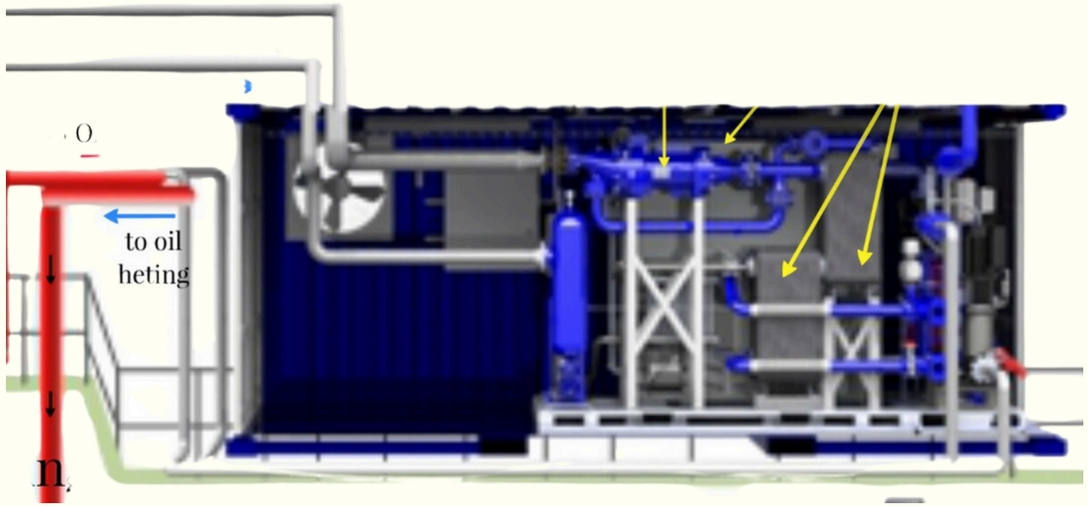
AIR POLUTION CONTROL



- Dry Scrubber atau Flue Gas Desulfurization (FGD) berfungsi untuk menangkap gas SO_2 dengan menggunakan kapur (lime) dalam bentuk slurry. Slurry ini disemprotkan ke arah aliran flue gas dan akan membentuk kalsium sulfida ($CaSO_3$) kering.
- Untuk mengurangi gas organik dan heavy metal, diinjeksikan karbon aktif ke dalam aliran flue gas untuk menyerap bahan-bahan tersebut (Centra Rekayasa Enviro, 2017).
- Baghouse/Bag Filter/Fabric Filter berfungsi untuk menangkap partikel dari flue gas. Pembersihannya dilakukan secara kontinu menggunakan pulse jet dari udara kompresor.

Centra Rekayasa Enviro

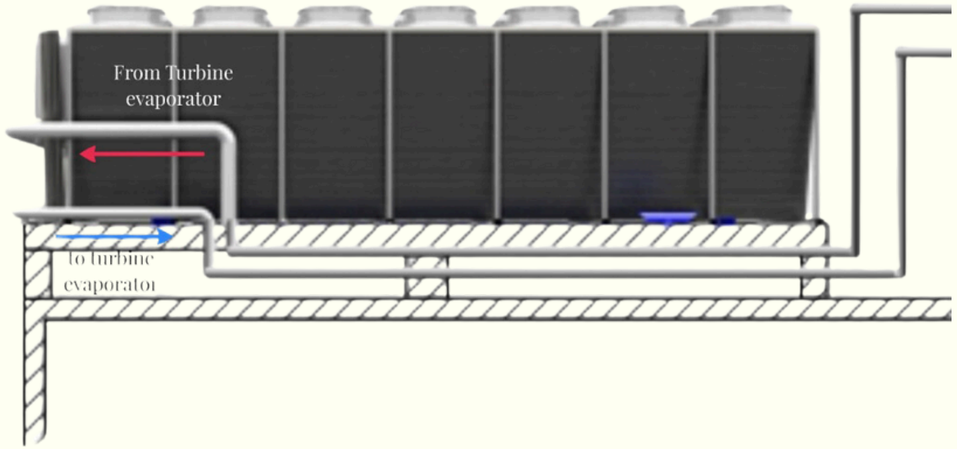
TURBINE GENERATOR



- Sistem kerja turbin ini menggunakan fluida organik (refrigerant) yang memiliki sifat mendidih dan bertekanan pada temperatur yang lebih rendah dibandingkan air.
- Banyak keuntungan yang bisa didapat dari turbin ini, seperti: tidak memerlukan temperatur tinggi dari flue gas insinerator yang akan dimanfaatkan, tidak membutuhkan air baik sebagai boiler maupun pendingin, serta fluida organik ini tidak akan berkurang jumlahnya karena sistem alirannya tertutup (Closed Loop).

Centra Rekayasa Enviro

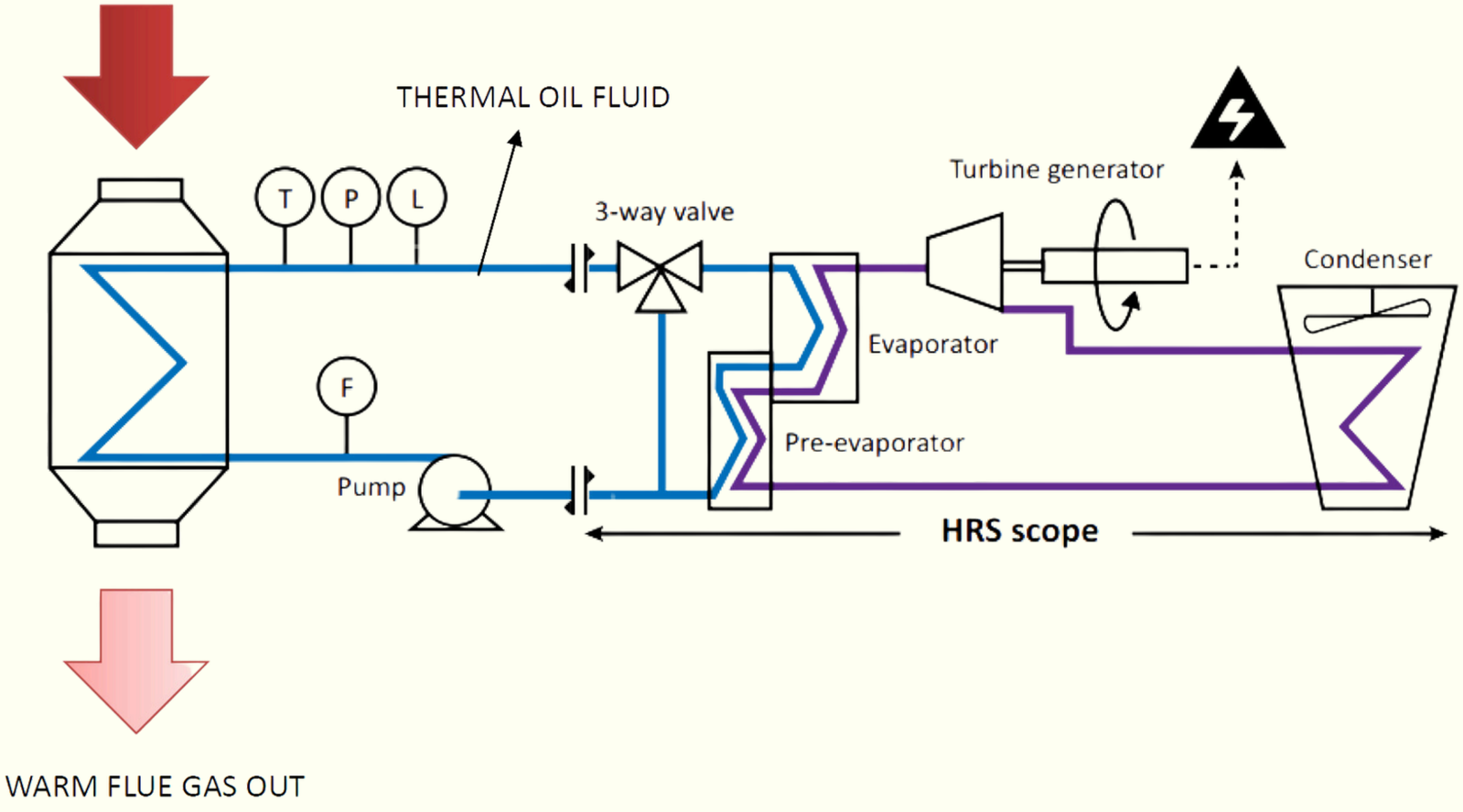
AIR COOLED CONDENSOR



- Air Cooled Condenser berfungsi untuk menurunkan temperatur dan tekanan refrigerant dari outlet turbin agar terjadi kondensasi yang sempurna.
- Kondensat ini selanjutnya diuapkan kembali di dalam evaporator dengan bantuan panas dari Thermal Oil, sehingga menjadi gas bertekanan tinggi untuk menggerakkan turbin.

Centra Rekayasa Enviro

ALUR PEMANFAATAN KALOR MENJADI LISTRIK



Centra Rekayasa Enviro

RINCIAN TEKNIKAL PROSES INSINERATOR WTE

01

PENGANGKUTAN LIMBAH (WASTE CRANE)

Limbah dibawa ke hopper insinerator menggunakan crane setelah melewati tahapan penyimpanan. Limbah kemudian diumpankan ke dalam insinerator melalui feeding grates.

02

WEIGHING AND SCALING

Limbah ditimbang untuk mencatat volume dan beratnya, kemudian dipindahkan ke Waste Bunker

03

WASTE BUNKER

Ini adalah tempat penyimpanan sementara limbah untuk homogenisasi dan persiapan sebelum masuk ke insinerator. Bunker juga menangani leachate dan bau yang mungkin dihasilkan.

04

WASTE CRANE

Crane mengangkat limbah dari bunker dan memasukkannya ke dalam insinerator secara bertahap sesuai kebutuhan pembakaran.

Centra Rekayasa Enviro

RINCIAN TEKNIKAL PROSES INSINERATOR WTE

05 WASTE INCINERATION

Limbah dibakar pada suhu tinggi. Proses ini menghasilkan panas untuk menggerakkan HRSG System dan menghasilkan listrik. Residu berupa slag juga dikeluarkan dan diproses lebih lanjut melalui Slag Treatment System.

06 HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR

Uap yang dihasilkan dari pembakaran digunakan untuk menggerakkan turbin. Proses ini terjadi di HRSG (Heat Recovery Steam Generator), di mana panas dari gas buang diubah menjadi uap panas super untuk menghasilkan energi.

07 FLUE GAS PURIFICATION SYSTEM

Gas buang dari insinerator dimurnikan melalui beberapa tahap untuk menghilangkan polutan seperti dioksin, NOx, dan SOx. Gas yang sudah bersih dikeluarkan melalui cerobong (stack).

08 PENGELOLAAN ABU INSINERATOR

Abu yang dihasilkan selama proses pembakaran dikeluarkan dari ash hopper dan disalurkan ke sistem pengelolaan abu yang dirancang untuk mengolahnya sebelum dibuang atau digunakan kembali.

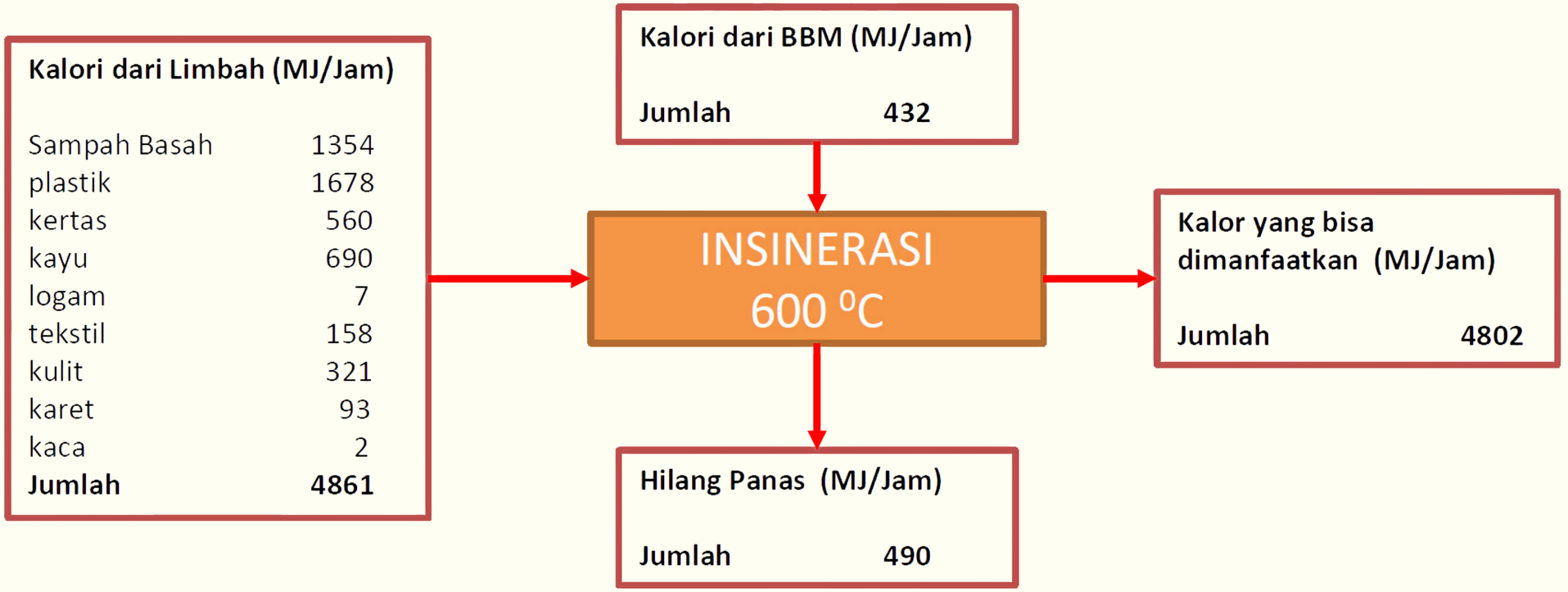
CONTOH ANALISA SAMPAH DOMESTIK

Components	Mass (kg/day)	%-w wet basis	Moisture Content %-w	Heating Value (btu/lb) as fired	Ultimate Analysis of Components (dry basis)								Density	
					C %-w	H %-w	O %-w	N %-w	S %-w	Cl	Ash %-w	Total %	kg/l	(lb/ft³)
Sampah Basah	38,795	77.59	70.00	2,000	48.00	6.40	37.60	2.70	0.30	0.001	5.00	100.00	0.29	18.10
plastik	2,065	4.13	0.20	14,000	59.99	7.20	22.80	0.00	0.00	0.01	10.00	100.00	0.07	4.10
kertas	1,490	2.98	10.20	7,200	43.49	6.00	44.00	0.30	0.20	0.01	6.00	100.00	0.09	5.60
kayu	5,294	10.59	20.00	2,800	49.59	6.00	42.60	0.20	0.10	0.01	1.50	100.00	0.64	40.00
logam	401	0.80	5.00	300	4.49	0.60	4.30	0.10	0.00	0.01	90.50	100.00	0.09	5.60
tekstil	402	0.80	10.00	7,500	54.94	6.60	31.20	4.60	0.15	0.01	2.50	100.00	0.11	7.00
kulit	817	1.63	10.00	7,500	59.98	8.00	11.60	10.00	0.40	0.02	10.00	100.00	0.56	35.00
karet	161	0.32	1.20	10,000	77.99	10.00	0.00	2.00	0.00	0.01	10.00	100.00	0.11	7.00
kaca	576	1.15	2.00	60	0.49	0.10	0.40	0.10	0.00	0.01	98.90	100.00	0.40	25.00
Total	50,001	100.00												

HV rata-rata (basah) 2,859 btu/lb
1,601 Kcal/kg

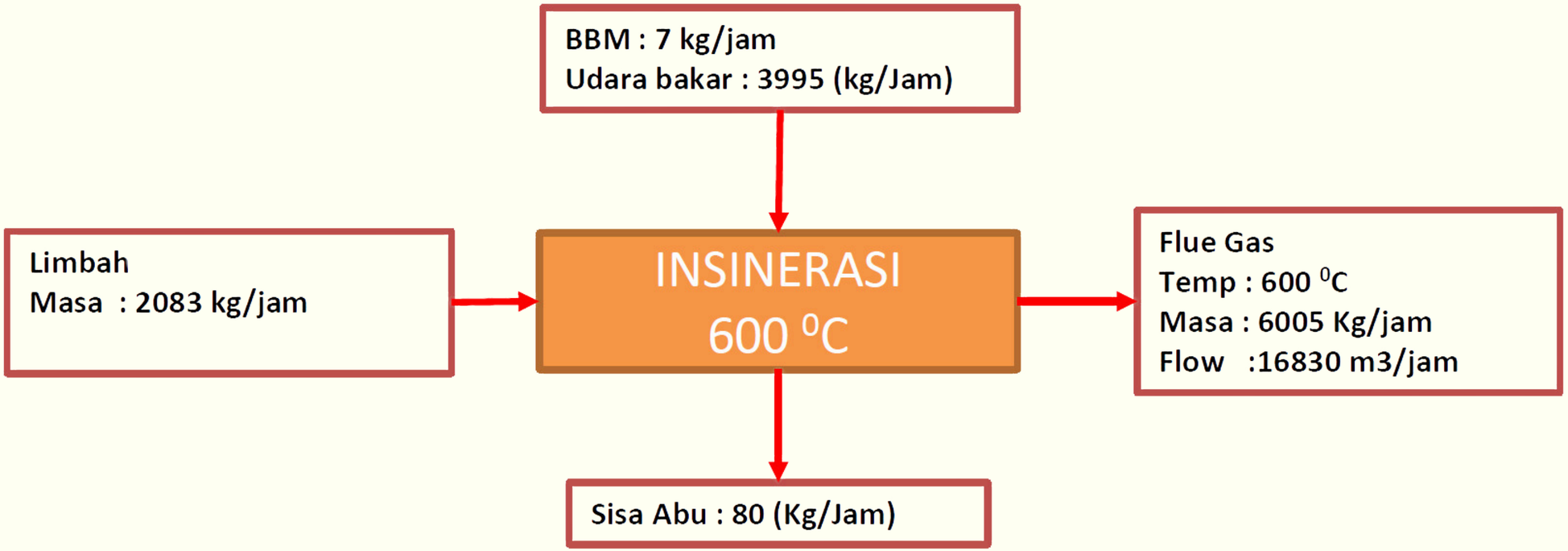
Centra Rekayasa Enviro

PERHITUNGAN ENERGI KALOR INCINERATOR



Centra Rekayasa Enviro

PERHITUNGAN NERACA MASSA INCINERATOR



Centra Rekayasa Enviro

STUDI KASUS GLOBAL DAN RELEVANSI UNTUK INDONESIA

- **Kesuksesan WTE di Negara Lain:** Negara-negara maju seperti Jepang, Swedia, dan Denmark telah lama menggunakan teknologi WTE untuk menangani sampah mereka. Swedia bahkan mengimpor sampah dari negara lain untuk memanfaatkan insinerator mereka.
- **Relevansi untuk Indonesia:** Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan populasi besar, menghadapi masalah sampah yang mendesak. WTE berbasis insinerator dapat diimplementasikan di kota-kota besar dan kawasan industri sebagai solusi pengelolaan sampah sekaligus pembangkit energi.

Centra Rekayasa Enviro

REGULASI DAN DUKUNGAN PEMERINTAH INDONESIA

- **KEBIJAKAN DAN PERATURAN TERKAIT WTE:**
  Pemerintah Indonesia telah menerbitkan berbagai kebijakan yang mendukung pengembangan energi terbarukan, termasuk Peraturan Presiden No. 35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolah Sampah Menjadi Energi Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan.
- **INSENTIF BAGI INVESTOR:**
  Pemerintah memberikan berbagai insentif, seperti keringanan pajak dan tarif listrik khusus untuk proyek-proyek WTE yang berkontribusi pada bauran energi terbarukan nasional.

STUDI KELAYAKAN DAN ESTIMASI INVESTASI

- **Estimasi Biaya Investasi:** Biaya pembangunan instalasi insinerator bergantung pada kapasitas dan teknologi yang digunakan. Sebagai contoh, insinerator dengan kapasitas 500 ton/hari bisa memerlukan investasi awal sekitar USD 40-50 juta.
- **Analisis Keuntungan Finansial:** Dengan memproduksi listrik dan mengurangi biaya pengelolaan sampah, proyek WTE bisa menghasilkan IRR yang kompetitif serta masa pengembalian modal dalam 7-10 tahun.
- **Peluang Pembiayaan:** Selain dana pemerintah, proyek WTE bisa mendapatkan pembiayaan dari lembaga keuangan internasional seperti World Bank atau Asian Development Bank, yang mendukung proyek energi terbarukan.

Centra Rekayasa Enviro

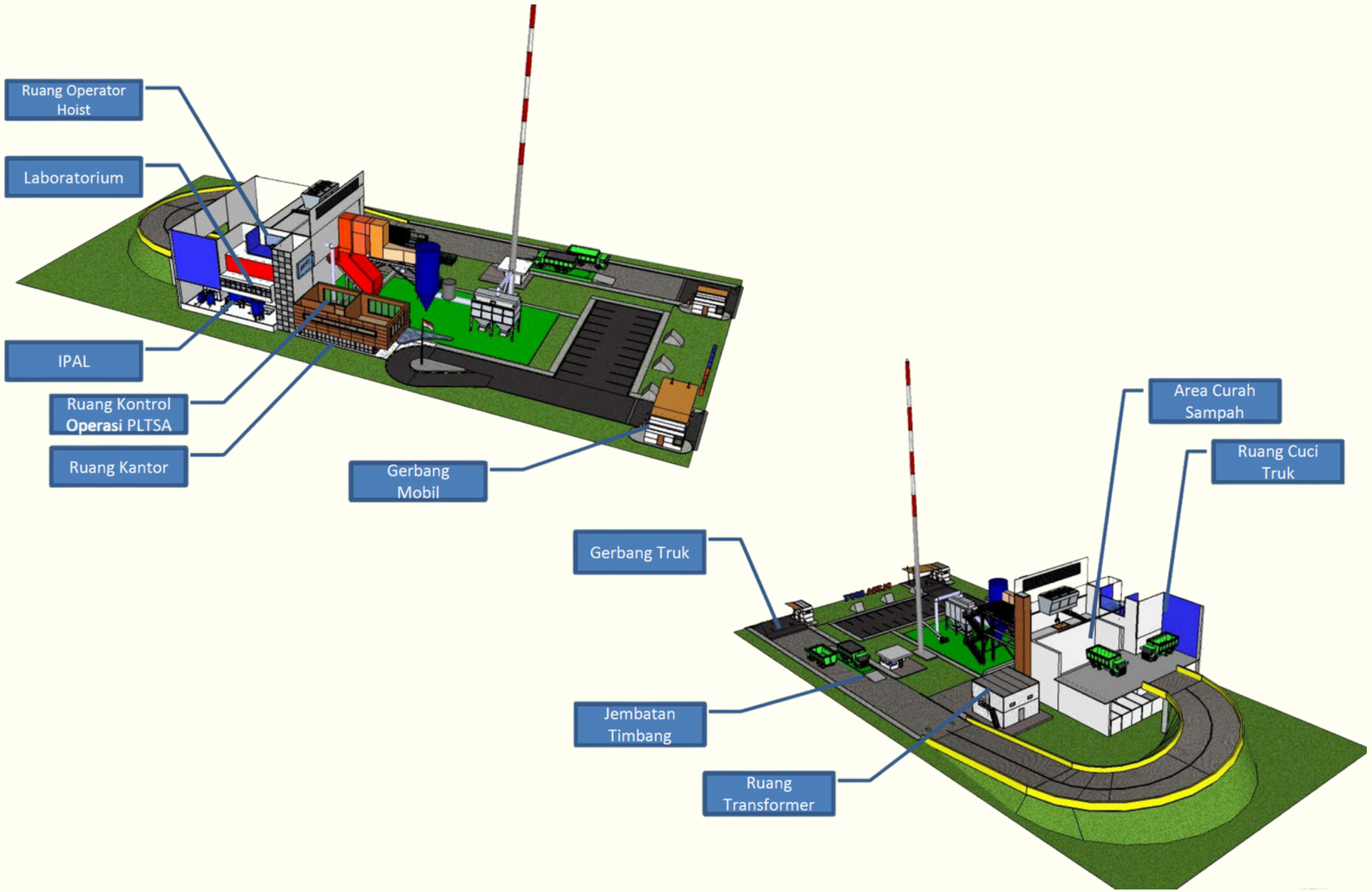
STUDI KELAYAKAN DAN ESTIMASI INVESTASI

Gunung Putri MSW Project	Value	Unit
Project scale	600	Ton/day
Concession period (Construction period excluded)	20	Years
Waste supply	500	Ton/day
Investment cost per ton	87,000.0	USD/T
Yearly incoming waste volume	182,500	Ton
Electricity generation per ton	390	KWH
Plant electricity comsumption ratio	20%	
On-Grid electricity per ton	312	KWH
Yearly On-Grid electricity	62,337,600	KWH
Tipping fee price	10.00	USD/T
Feed-in tariff (Tax included)	0.1877	USD/KWH
Operation cost per ton waste (Depreciation excluded)	19.65	USD/T
Total Investment	**43,500,000.00**	**USD**
Yearly tipping fee revenue	1,825,000.00	USD
Yearly electricity sales revenue	11,700,767.52	USD
Slag sales revenue	-	USD
Yearly Total Revenue	**13,525,767.5**	**USD**
Yearly Operation Cost (Depreciation & Interest Excluded)	**3,271,725.0**	**USD**
EBITDA	**10,254,042.52**	**USD**
Yearly Net Profit	**4,724,210.53**	**USD**
Payback period (Construction included)	7.50	Years
IRR	13.99%	
USD Exchange Rate	15,564.50	
IDR Exchange Rate	0.0001	

Proyek Waste-to-Energy di Gunung Putri ini secara keseluruhan menunjukkan prospek yang sangat positif dengan indikator keuangan yang kuat, termasuk pendapatan dari tipping fee dan penjualan listrik yang besar, serta biaya operasional yang terkendali. Dengan periode pengembalian modal yang relatif cepat (7,5 tahun) dan IRR sebesar 13,99%, proyek ini layak untuk dipertimbangkan sebagai solusi pengelolaan sampah sekaligus sumber energi baru di Indonesia. Proyek ini tidak hanya mengurangi volume sampah secara signifikan, tetapi juga memberikan kontribusi pada penyediaan energi terbarukan, menjadikannya pilihan yang baik untuk investasi jangka panjang.

Centra Rekayasa Enviro

ILUSTRASI TIGA DIMENSIONAL



Centra Rekayasa Enviro

CONTACT INFORMATION

Centra Rekayasa Enviro

PT. Centra Rekayasa Enviro

Office: Ruko Taman Mekar Agung No 42, Komplek Istana Mekar Wangi, Jl. Moh. Toha, Bandung, JawaBarat –Indonesia 40237

Workshop: Kawasan Industri Deprima Terra Blok E1 No 11, Jalan Raya Sapan No. 1A, Tegalluar, Bojongsoang, Bandung, Jawa Barat 40287, Indonesia

+62(0)22 8888 6522

www.cr-enviro.com

ENVIRONMENTAL & WASTE ENGINEERING | CIVIL, MECHANICAL & ELECTRICAL | DESIGN & FABRICATION | OPERATION & MAINTENANCE | TRADING