

# LAPORAN ANTARA

## Riset dan Pengembangan Prototipe Alat Pembakar Sampah di Kota Yogyakarta

Kerjasama:

Pemerintah Kota Yogyakarta  
Universitas Janabadra  
BPD D.I.Y.

Disusun oleh:

Ir. B. Tresno Sumbodo, M.Si.  
Dr. Untoro Budi Surono, ST., M.Eng.

Yogyakarta  
Februari 2025

## Lembar Pengesahan

A. Ringkasan Skema Riset dan Pengembangan	
A.1. Judul	Riset dan Pengembangan Prototipe Alat Pembakar Sampah di Kota Yogyakarta
A.2. Nama Skema	Riset dan Pengembangan
A.3. Tema Bidang Fokus	Tematik (bidang khusus)
A.4. Bidang Fokus Tematik Khusus	Pengelolaan Sampah
A.5. Ruang lingkup	Program riset dan pengembangan alat pembakar sampah ( <i>incinerator</i> ) peduli lingkungan: mengaplikasikan hasil riset unggulan perguruan tinggi yang sesuai dengan urgensi kebutuhan masyarakat/mitra; memberikan solusi permasalahan mitra dengan pendekatan holistik berbasis riset multidisiplin; membantu program pemerintah dalam pembangunan masyarakat dan masalah kewilayahan, meningkatkan kemandirian masyarakat/mitra yang dalam mengatasi permasalahan lingkungan khususnya pengelolaan sampah, serta memperkuat sinergi perguruan tinggi dengan pemangku kepentingan terkait dalam pembangunan kewilayahan.
A.7. Dana Kemendikbudristek usulan	Rp. 0
A.8. Dana mitra/pihak lain	Rp. 0
A.9. Dana mitra/pihak lain in-kind	Rp. 250.000.000,- berupa program pengelolaan sampah di Kota Yogyakarta dengan sistem termal (dibakar) menggunakan <i>incinerator</i> peduli lingkungan
A.10. Jumlah dosen yang terlibat	9 orang

Yogyakarta, 24 Februari 2025  
Pelaksana Program  
Universitas Janabadra Yogyakarta



(Dr. Risdiyanto, ST., M.T.)  
Rektor

## **DAFTAR ISI**

### **LATAR BELAKANG**

- a. Kajian teori dan referensi hukum;

### **METODOLOGI**

- a. Tata kala dan tata kelola riset dan pengembangan Instalasi Pembakar Sampah;
- b. Pembiayaan riset dan pengembangan Instalasi Pembakar Sampah;

### **RANCANG BANGUN**

### **UJI COBA**

### **ANALISIS DAN EVALUASI PELAKSANAAN**

- a. Rekomendasi kebijakan dan usulan tindak lanjut riset dan pengembangan Instalasi Pembakar Sampah; dan
- b. Pertanggungjawaban biaya riset.

## RINGKASAN

**Permasalahan mitra:** TPA Piyungan ditutup sampah kesadaran masyarakat Kota Yogyakarta terhadap pengelolaan sampah masih rendah; upaya pengelolaan sampah telah dilakukan belum optimal. Masih rendahnya peran masyarakat dalam pengelolaan sampah berdampak terjadinya penumpukan sampah di berbagai wilayah Kota Yogyakarta di berbagai tempat yang tidak semestinya seperti pinggir-pinggir jalan, trotoar, taman kota, bahkan di tempat-tempat umum lain yang seharusnya bersih dari sampah.

**Solusi ditawarkan:** rekayasa sosial berupa rancang bangun Instalasi Pembakar Sampah (Incinerator) peduli lingkungan sebagai sarana edukasi; pengelolaan sampah secara mandiri. Metode pelaksanaan transfer IPTEK dilakukan dengan pelatihan, demonstrasi, dan pendampingan dengan **padanan program *in kind* dari pemda Kota Yogyakarta Bersama mitra Pemda yaitu Bank BPD Yogyakarta.**

**Luaran:** Bangunan prototipe alat pembakar sampah. **Outcome:** berkurangnya volume sampah yang tidak tertangani di wilayah Kota Yogyakarta.

## LATAR BELAKANG

Dukungan Pemerintah dalam pembangunan kampung ramah lingkungan telah dirumuskan dalam Dokumen Perencanaan Pembangunan Kewilayahan Terintegrasi selaras dengan program dan strategi Pemerintah Kota Yogyakarta sebagaimana tertuang dalam **Rencana Pembangunan Daerah (RPD)** Kota Yogyakarta Tahun 2023-2026 yang telah ditetapkan dalam Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2022. RPD merupakan landasan dan pedoman bagi Pemerintah Daerah dalam melaksanakan pembangunan dengan menjabarkan tujuan, sasaran, strategi, arah kebijakan pembangunan dan program pembangunan yang akan dilaksanakan oleh Perangkat Daerah, disertai dengan kerangka pendanaan yang bersifat indikatif. Secara tegas dinyatakan Visi RPJPD Kota Yogyakarta 2005-2025 adalah: **“Kota Yogyakarta sebagai Kota Pendidikan Berkualitas, Pariwisata Berbasis Budaya dan Pusat Pelayanan Jasa, yang Berwawasan Lingkungan”**. Sehubungan dengan visi tersebut, salah satu misi yang akan dilaksanakan adalah mewujudkan **Kota Yogyakarta yang nyaman dan ramah lingkungan**. Salah satu tujuan dan sasaran dari misi tersebut adalah meningkatnya kualitas lingkungan hidup dengan indikator Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) naik dari 56,36 menjadi 56,40 di tahun 2026. Dalam urusan lingkungan hidup, salah satu strateginya adalah memperbaiki tata ruang fungsi lahan terbuka hijau, pengelolaan air limbah, pengelolaan persampahan dan lingkungan hidup. Strategi terkait sektor pariwisata adalah mempertahankan predikat Kota Yogyakarta sebagai Kota Pariwisata, Kota Budaya dan Kota Perjuangan dengan tujuan dan sasaran meningkatnya Kualitas Pariwisata.<sup>[6]</sup>

Berkenaan dengan desentralisasi pengelolaan sampah per 1 Mei 2024 akibat penutupan TPST Piyungan, Pemerintah Kota Yogyakarta mendorong masyarakat mengelola sampah secara mandiri untuk mengurangi volume sampah yang masuk TPS.

Dalam riset dan pengembangan program kerjasama Universitas Janabadra dengan Pemerintah Kota Yogyakarta, sampah rumah tangga maupun industri yang tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik / sumber asal sampah dimusnahkan dengan teknik termal (dibakar) menggunakan incinerator. Melalui rekayasa IPTEK inilah diharapkan menjadi solusi terhadap permasalahan sampah Kota Yogyakarta, dampak desentralisasi pengelolaan sampah kepada pemerintah daerah kabupaten / kota akibat penutupan TPST Piyungan. Hal ini selaras dengan himbauan pemerintah bahwa permasalahan sampah di Yogyakarta dapat diatasi dengan segera untuk menciptakan kawasan di wilayah Kota Yogyakarta yang bersih.



(a) TPST Piyungan ditutup



(b) Tempat Penampungan Sementara

(c) Sampah Numpuk di Badan Jalan

Gambar 1. Permasalahan Sampah Kota Yogyakarta

Berdasarkan analisis situasi diyakini aktivitas pengelolaan sampah dengan menggunakan alat pembakar sampah merupakan salah satu solusi permasalahan yang dihadapi oleh Mitra. Sehubungan dengan hal tersebut maka melalui kegiatan riset dan pengembangan ini dilakukan rancang bangun alat pembakar sampah (*Incinerator*) peduli lingkungan yang diharapkan mampu memusnahkan sampah yang menumpuk di berbagai wilayah Kota Yogyakarta.

**Tujuan:** membantu mengatasi persoalan yang dihadapi mitra melalui pemusnahan sampah dengan sistem termal (dibakar) menggunakan instalasi berupa alat pembakar sampah peduli lingkungan yang dibangun pada beberapa titik lokasi di Kota Yogyakarta.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan oleh sejumlah dosen multi disiplin ilmu dan mitra kerja Universitas Janabadra yaitu CV Cipta Reksa Mulia yang pemiliknya adalah alumni Fakultas Teknik Universitas Janabadra.

Melalui kegiatan ini, diprogramkan bagaimana tim bersama-sama pemerintah Kota Yogyakarta dan *stakeholders* dan masyarakat membuat prototipe Instalasi Pembakar Sampah peduli lingkungan.

### Kajian teori dan referensi hukum

Kegiatan riset ini mengintegrasikan usaha pengelolaan sampah di Kota Yogyakarta dengan dimusnahkan secara termal (dibakar) menggunakan instalasi berupa *Incinerator* peduli lingkungan pengembangan wilayah / kawasan wisata Kota Yogyakarta yang bersih. Adapun program riset pengembangan ini meliputi beberapa kegiatan, yaitu:

1. Fokus utama kegiatan: menyediakan sarana edukasi kepada warga masyarakat guna meningkatkan kepedulian dan keterlibatan warga akan pentingnya pengelolaan lingkungan untuk menjaga lingkungan yang bersih melalui: sosialisasi, *mock-up* dan publikasi.
2. Melakukan rancang bangun prototipe *Incinerator* di Kota Yogyakarta.
3. Pengembangan prototipe alat pembakar sampah peduli lingkungan (emisi rendah).

### Pengelolaan sampah secara mandiri

Pengelolaan secara mandiri, dalam arti sampah yang dihasilkan dari wilayah ini diolah tanpa harus membuang keluar. Volume sampah dari seluruh wilayah kota dan kabupaten sekitar mencapai lebih dari 1700 ton per hari. Dengan rekayasa sosial pengelolaan sampah mandiri ini diharapkan dapat mengurangi beban TPST dan dapat memperpanjang umur teknis TPST yang sudah dinyatakan habis tahun 2020 lalu.<sup>[10]</sup> Saat ini TPST Piyungan dipaksa menampung sampah dengan volume yang terus bertambah setiap hari. Akibatnya dalam periode waktu tertentu terjadi penutupan sementara TPST. Dampak penutupan tersebut sangat dirasakan khususnya bagi warga Kota Yogyakarta, sampah menumpuk di tempat-tempat penampungan

sampah sementara bahkan di badan-badan jalan dan menimbulkan pemandangan serta bau tidak sedap.

Untuk wilayah Kota Yogyakarta volume sampah yang harus dikelola mencapai 100 ton per hari. Dari jumlah tersebut 60 ton sudah dapat dikelola di 3 TPS3R yang ada dan sisanya 40 ton yang harus dicarikan solusi penanganannya. Melalui kegiatan riset ini, ditawarkan Solusi pemusnahan sampah dengan cara dibakar menggunakan alat pembakar (incinerator) peduli lingkungan.

## METODOLOGI

**Metode** yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan ini adalah pelatihan dan pendampingan dengan transfer pengetahuan dan ketrampilan serta penyediaan sarana pendukung yang dibutuhkan secara bertahap:<sup>[12]</sup>

1. Survei awal  
Penggalian data awal *baseline* yang diperlukan berupa potret keragaan mitra berikut potensi-potensi yang dapat dikembangkan dan dikelola untuk mendukung keberhasilan program.
2. Identifikasi masalah  
Pengabdian, mahasiswa dan masyarakat bersama-sama melihat ulang data serta potensi dengan cermat dan menemukan alternatif solusi terhadap masalah yang ada.
3. Analisis kebutuhan  
Pengabdian melakukan analisis situasi dan memberikan alternatif solusi atas setiap permasalahan yang ada, menentukan kebutuhan-kebutuhan dan operasional bersama mitra dalam suatu forum terbatas (FGD).
4. Penetapan mitra  
Memperhatikan kondisi lapangan, program pemberdayaan pihak kampus, program pemerintah, serta mempertimbangkan saran pihak-pihak terkait, ditetapkan entitas pengelola sampah Kota Yogyakarta menjadi mitra teknis pelaksanaan riset dan pengembangan.
5. Penyusunan program  
Merancang dan merencanakan detail bangunan sarana-prasarana yang dibutuhkan mitra. Melakukan pelatihan dan pendampingan kepada mitra hingga dapat mengelola dan merawat sarana-prasarana atau fasilitas lain yang diadakan dalam PW ini.
6. Perumusan dan pengukuran indikator keberhasilan  
Setiap aktivitas program kegiatan ditentukan target capaian dan indikator yang menunjukkan parameter serta gambaran yang akan digunakan untuk mengukur tercapainya keberhasilan.
7. Pelaksanaan Program  
Program yang telah didiskusikan, direncanakan dan disepakati dilaksanakan sebagai wujud transfer IPTEK dalam kurun waktu 6 bulan (Juni-November) 2024.
8. Strategi pendampingan  
Strategi pendampingan dipilih sebagai salah satu model pendekatan bagaimana program PW ini dilaksanakan. Sedangkan pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan pendekatan diskusi, praktek dan/atau demonstrasi menyesuaikan materi yang disampaikan kepada mitra.
9. Monitoring dan Evaluasi  
Monitoring dan evaluasi dilaksanakan sebagai bentuk pantauan secara dini terhadap setiap program. Kegiatan ini meliputi, ceking, pemantuan dan penilaian terhadap pembangunan dan operasional Incinerator serta sarana prasarana lain, keterlibatan mitra dalam pelaksanaan program, dampak terhadap lingkungan dan keberlanjutan pasca program.
10. Pelaporan  
Laporan akan disusun secara bertahap selama program berjalan, kemudian disampaikan dalam bentuk laporan baik laporan kemajuan maupun laporan akhir program.  
Secara singkat tahapan metode pelaksanaan kegiatan program (transfer IPTEK) dapat dirangkum dalam bentuk diagram sebagai berikut:

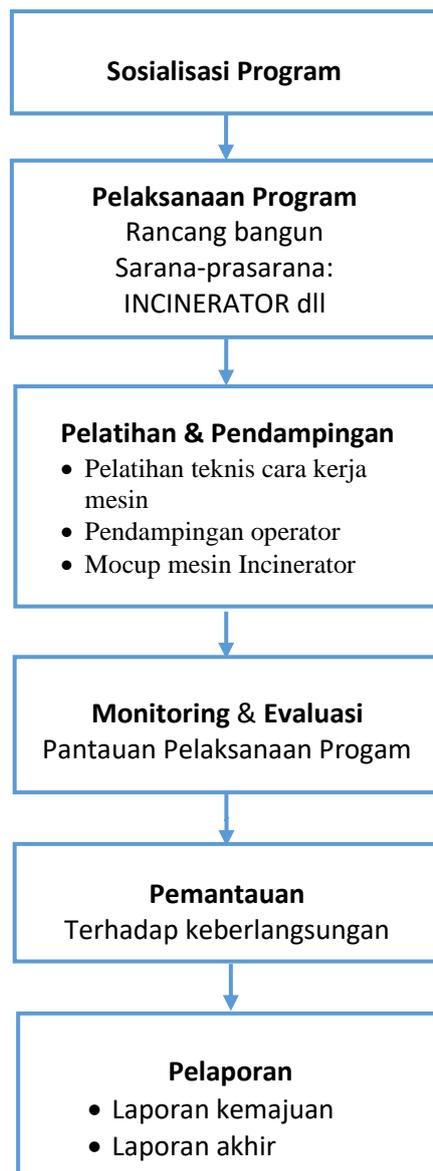


Diagram 1. Diagram Alir Program

Transfer IPTEK kepada Mitra: teknologi rancang bangun dan pemanfaatan alat pembakar sampah peduli lingkungan secara mandiri; transfer *knowledge* dengan pengelolaan sampah terintegrasi untuk menciptakan kawasan yang bersih.

**Transfer teknologi:**

**Pertisipasi mitra:** melakukan koordinasi, komunikasi dan mobilisasi peserta pelatihan; terlibat aktif dalam setiap kegiatan; menyediakan tempat dan fasilitas untuk pelatihan, dan demonstrasi; berpartisipasi aktif dalam pelatihan dan pendampingan; merawat instalasi, memelihara dan menjaga sarana-prasarana. **Monitoring dan Evaluasi** pelaksanaan program: monitoring dan evaluasi dilakukan secara periodik untuk melihat perkembangan program, menemukan masalah yang dihadapi dan segera mencarikan solusinya; melibatkan pengelola sampah Kota Yogyakarta maupun pemerintah kelurahan untuk memantau perkembangan

program dan terus memberikan motivasi mitra warga masyarakat; dan membentuk kader-kader yang memiliki komitmen menjaga keberlanjutan program.

Table 2. Tahapan Metode Pelaksanaan Kegiatan

No	Kegiatan	Metode	Pelaksanaan
1	Persiapan tahap-I	Observasi	Menggali informasi detil dan mengenali karakteristik mitra dan objek pengelolaan sampah, cek lokasi rancang bangun Incinerator.
	Persiapan tahap-II	Sosialisasi/ pengenalan Program kegiatan mitra	Penjelasan program kepada mitra terkait aktivitas peningkatan pengetahuan / ketrampilan dalam berbagai aspek, serta manajemen pengelolaan sampah kawasan situs sumbu Malioboro dan sekitarnya
2	Implementasi kegiatan	Pelatihan, demonstrasi dan praktek langsung dengan berbagai objek pendalaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persiapan lokasi rancang bangun</li> <li>• Pengembangan sarana prasarana Incinerator</li> </ul>
3	Monitoring dan Evaluasi	Pendampingan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasca pelatihan, tim pengabdian secara periodik melakukan pemantauan untuk memastikan transfer IPTEK berjalan dengan baik.</li> <li>• Tim secara periodik mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada mitra baik pada proses budidaya maupun dalam pengelolaan sampah</li> <li>• Melibatkan pengelola sampah Kota Yogyakarta turut memantau dan terus memberikan motivasi untuk konsisten dan berkelanjutan</li> </ul>
4	Penyebarluasan <i>video campaign</i>	Kampanye ke ruang lingkup yang lebih luas menggunakan <i>video campaign</i> melalui <i>social media</i>	<p>Sosialisasi melalui <i>video campaign</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pengenalan IPTEK Incinerator</li> <li>• sistem dan manajemen pengelolaan sampah secara mandiri (<i>zero waste</i>)</li> </ul> <p style="text-align: center;"></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terwujud <b>kawasan Kota Yogyakarta yang bersih</b></li> </ul>

## a. Tata kala dan Tata Kelola

### Jadwal Pelaksanaan

1. Juni Minggu pertama-kedua : pra survey penyusunan proposal
2. Juni Minggu kedua-ketiga : finalisasi proposal
3. Juli : rancang bangun
4. Agustus : demonstrasi, monitoring dan evaluasi
5. September-November : pemantauan dan penyempurnaan
6. Desember : laporan akhir
7. Januari – Mei : pemantauan dan pengembangan lanjutan

### Tim Riset dan Pengembangan

Uraian peran dan tugas dari masing-masing tim riset sesuai dengan kompetensi dan penugasan mahasiswa dijelaskan dan dirangkum dalam tabel berikut:

**Tabel 1.a Uraian Peran, Tugas dan Potensi Rekognisi Tim Pengabdian (Dosen)**

No	Nama	Kedudukan	Jabatan	Keterlibatan
1.	Dr. Risdiyanto, S.T., M.T.	Penanggungjawab	Rektor	Penanggungjawab
2.	Erna Sri Wibawanti, S.H., M.Hum.	Penasehat	Wakil Rektor I	Memberikan arahan dan nasehat
3.	Nurwiyanta, S.E., M.M.	Penasehat	Wakil Rektor II	Memberikan arahan dan nasehat
4.	Sunarya Raharja, S.H., M.Hum.	Penasehat	Wakil Rektor III	Memberikan arahan dan nasehat
5.	Dr. Erni Ummi Hasanah, S.E., M.Si.	Koordinator	Ketua LP3M	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koordinator untuk setiap program utama</li><li>• Koordinator teknis riset dan pengembangan incinerator</li><li>• Monitoring evaluasi</li><li>• Pelaporan</li></ul>
6.	Dr. Untoro Budi Surono, S.T., M.T.	Wakil Koordinator	Kabid Penelitian LP3M	<ul style="list-style-type: none"><li>• Membantu Koordinator untuk setiap program utama</li><li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li><li>• Monitoring evaluasi</li><li>• Pelaporan</li></ul>
7.	Fatsyahrina Fitri Astuti, S.T., M.T.	Anggota	Dekan Fakultas Teknik	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li><li>• Monitoring evaluasi</li><li>• Pelaporan</li></ul>

8.	Prasetya Adi, S.T., M.T.	Anggota	Prodi Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li> <li>• Monitoring evaluasi</li> <li>• Pelaporan</li> </ul>
9.	Nizar Achmad, S.T., M.Eng.	Anggota	Prodi Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li> <li>• Monitoring evaluasi</li> <li>• Pelaporan</li> </ul>
10.	Titiek Widyasari, S.T., M.T.	Anggota	Prodi Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li> <li>• Monitoring evaluasi</li> <li>• Pelaporan</li> </ul>
11.	Dr. Syamsiro, S.T., M.T.	Anggota	Prodi Teknik Mesin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li> <li>• Monitoring evaluasi</li> <li>• Pelaporan</li> </ul>
12.	Sofyan, S.T., M.T.	Anggota	Prodi Informatika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li> <li>• Monitoring evaluasi</li> <li>• Pelaporan</li> </ul>
13.	Ir. B. Tresno Sumbodo, M.Si.	Anggota	Kerjasama Humas dan KUI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksana teknis riset dan pengembangan incinerator</li> <li>• Monitoring evaluasi</li> <li>• Pelaporan</li> <li>• Proses administrasi kerjasama</li> </ul>
14.	Danang Wahyu Wibowo, S.T.	Mitra	Direktur CV. Cipta Reksa Mulia	Mitra kerja Pelaksana pekerjaan fisik

### **Luaran dan Target Capaian**

1. Terbangun prototipe alat pembakar sampah
2. Operasional alat pembakar sampah
3. Teratasi permasalahan sampah di wilayah Kota Yogyakarta.

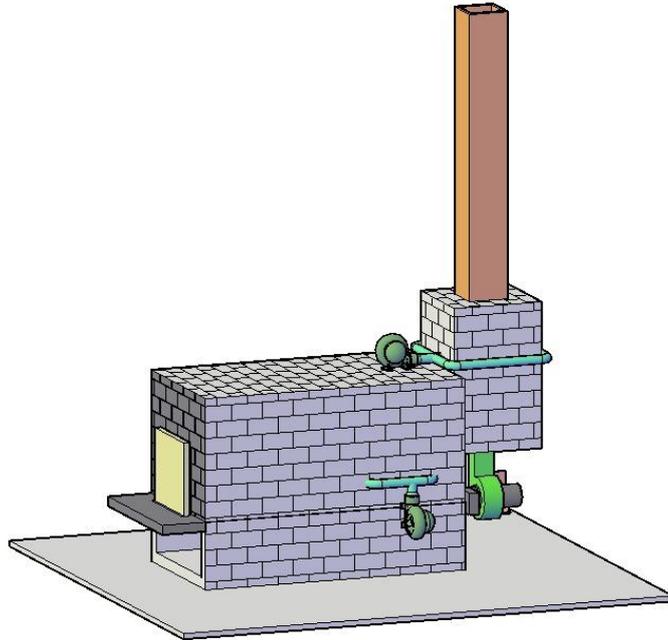
### **Pembiayaan riset dan pengembangan**

#### **RAB Pengadaan Instalasi Incinerator**

Jumlah (unit)	Kapasitas Per 1 jam	Biaya per unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
2	Medium (2,7 ton/1 jam)	Rp. 125.000.000,-	Rp. 250.000.000,-

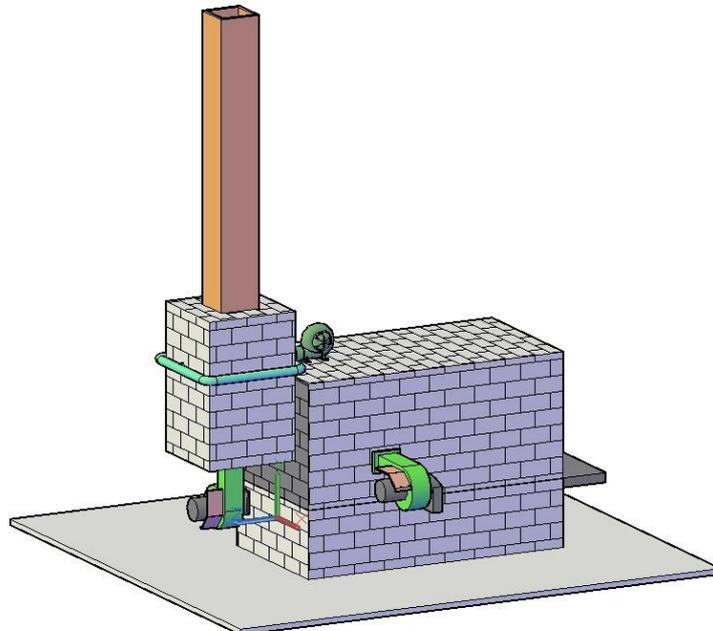
## RANCANG BANGUN

### 1. Tungku Ruang Pembakaran



(tampak muka)

**Gambar 2. Konstruksi tungku pembakaran menggunakan bata tahan api**

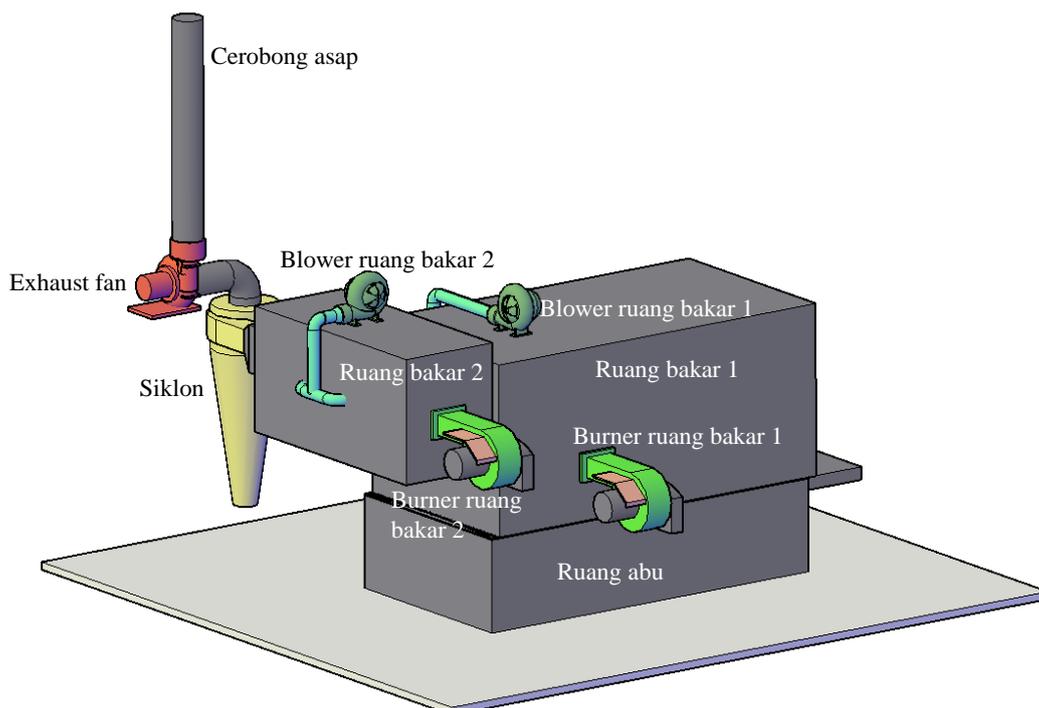


(tampak samping)

**Gambar 3. Konstruksi tungku pembakaran menggunakan bata tahan api**

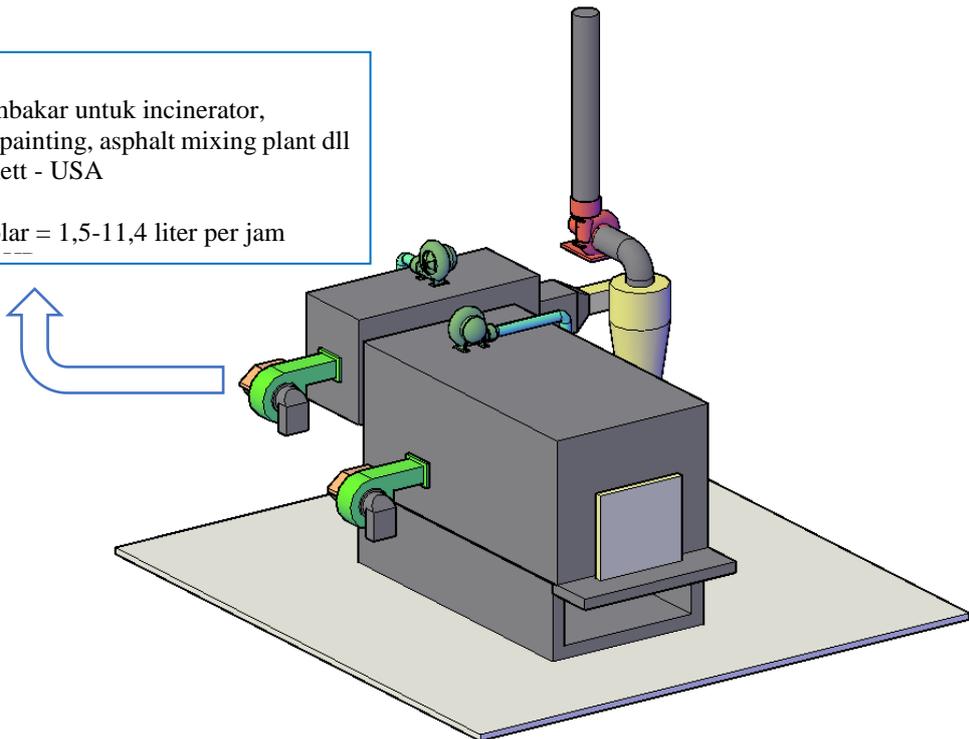
### Cara Kerja Mesin:

- Material sampah masuk ke ruang bakar 1
- Proses pembakaran di ruang bakar 1 dibantu dengan burner ruang bakar 1 untuk menjaga suhu ruang bakar di atas 600 °C. Burner ruang bakar 1 bisa dimatikan apabila dari pembakaran sampah dihasilkan suhu ruang bakar lebih dari 600 °C.
- Suplay udara di ruang bakar 1 dibantu oleh blower, untuk memenuhi kebutuhan udara pembakaran supaya terjadi pembakaran sempurna.
- Gas pembakaran dari ruang bakar 1 mengalir ke ruang bakar 2
- Pada ruang bakar 2 ini dipasang burner ruang bakar 2 untuk membakar partikel karbon yang belum terbakar di ruang bakar 1
- Suplay udara di ruang bakar 2 dibantu oleh blower, untuk memenuhi kebutuhan udara pembakaran supaya terjadi pembakaran sempurna
- Dari ruang bakar 2, gas pembakaran melewati siklon sehingga partikel-partikel yang masih terbawa oleh gas pembakaran akan menempel di dinding siklon.
- Partikel-partikel yang menempel di silinder siklon disemprot dengan air kemudian ditampung di bak penampung (proses pencucian asap)
- Gas pembakaran dihisap dari siklon dan didorong ke cerobong asap dengan menggunakan exhaust fan. Exhaust fan juga berfungsi untuk menghasilkan tekanan negatif di dalam ruang bakar sehingga udara dari luar akan mengalir ke dalam ruang bakar
- Asap yang masih lolos keluar melalui cerobong asap dengan **kepekatan dan kandungan gas emisi yang rendah**



**Gambar 4. Detil Prototipe Incinerator**

- Spec Burner**
- Kompor pembakar untuk incinerator, boiler, oven painting, asphalt mixing plant dll
  - Merk : Beckett - USA
  - Type AF
  - Kapasitas solar = 1,5-11,4 liter per jam



**Gambar 5. Burner tungku pembakaran**  
(Fungsi: menjaga suhu ruang pembakaran tetap tinggi 600-700<sup>0</sup> C)

## UJI COBA

### Hasil Uji Coba: Tungku pembakaran

Dari 5 kali uji coba pembakaran sampah pada tungku pembakaran, masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut:

**Uji coba 1:** tanpa menggunakan burner sebagai pemantik api pada saat awal pembakaran. Pada uji coba dengan perlakuan ini, diperlukan material yang mudah terbakar dalam jumlah banyak (lebih dari 1 m<sup>3</sup>) dan diperlukan waktu relatif lama (lebih dari 60 menit) untuk membuat suhu ruang bakar panas. Ketika ruang bakar sudah panas, temperature tidak dapat mencapai suhu optimal pembakaran (< 500 derajat C).

**Uji coba 2:** menggunakan 1 burner rakitan. Pada uji coba dengan perlakuan ini diperlukan material yang mudah terbakar dalam jumlah cukup banyak, waktu yang diperlukan untuk membuat suhu ruang bakar panas lebih pendek (30-45 menit). Namun panas ruang bakar naik secara perlahan tergantung pada jenis material selanjutnya yang dibakar. Dengan menggunakan 1 burner rakitan diperlukan bahan bakar solar 2-3 liter per jam, sangat efisien.

**Uji coba 3:** menggunakan 2 burner pabrikan, dipasang berhadapan. Pada uji coba dengan perlakuan ini terjadi pembakaran secara cepat (<15 menit) dan suhu ruang bakar naik dengan cepat mencapai temperature ideal pembakaran (lebih dari 600 derajat C). Akan tetapi karena burner dipasang berhadap-hadapan maka semburan panas dari satu burner membakar burner yang satunya. Akibatnya, burner tidak berumur panjang dan mati karena sebagian komponen (terutama berbahan plastik) menjadi meleleh. Dengan menggunakan 2 burner pabrikan diperlukan bahan bakar solar 10-24 liter per jam, sangat boros bahan bakar.

**Uji coba 4:** menggunakan 1 burner pabrikan. Pada uji coba dengan perlakuan ini awal proses pembakaran berjalan relatif cepat (20-30 menit), dan panas ruang bakar naik cukup stabil hingga mencapai suhu ideal (600-700 derajat C) dengan cepat, dibutuhkan waktu sekitar 30 menit. Dengan menggunakan 1 burner pabrikan diperlukan bahan bakar solar 5-12 liter per jam, boros bahan bakar.

**Uji coba 5:** menggunakan 1 burner pabrikan dan 1 blower. Pada uji coba dengan perlakuan ini awal proses pembakaran berjalan relatif cepat (15-20 menit), dan panas ruang bakar naik cukup stabil hingga mencapai suhu ideal (600-700 derajat C) dengan cepat, dibutuhkan waktu sekitar 15-20 menit. Tambahan udara (oksigen) dari blower membuat proses pembakaran berjalan lebih stabil. Dengan menggunakan 1 burner pabrikan diperlukan bahan bakar solar 5-12 liter per jam, boros bahan bakar.

**Tabel: Hasil uji ruang tungku pembakaran**

Uji Coba	Perlakuan	Waktu	Suhu °C	Hasil Pembakaran
1	Tanpa burner	60 menit	300	900 kg/jam
2	Burner rakitan	30-45 menit	600	1.200 kg/jam
3	2 Burner pabrikan	< 15 menit	600-800	4.000 kg/jam
4	1 Burner pabrikan	20-30 menit	600-700	2.900 kg/jam
5	1 Burner pabrikan + blower	15-20 menit	600-700	2.900 kg/jam



**Gambar 6. Proses Pembakaran Sempurna (temperatur 600-800 °C)**

### **Hasil Uji Coba: Ruang pembakaran asap**

Perlakuan pada ruang pembakaran asap dibedakan 5 yaitu:

**Uji coba 1:** Dimensi ruang bakar asap (sempit: 30 x 40 x 60 Cm) tanpa burner. Pada perlakuan ini, asap menumpuk sangat tebal tidak dapat melewati ruang pembakaran asap dengan lancar, sehingga sebagian besar asap memutar pada ruang tungku pembakaran dan akhirnya mbalik keluar melalui celah-celah pintu tungku pembakaran.

**Uji coba 2:** Dimensi ruang bakar asap (cukup: 40 x 60 x 60 Cm) tanpa burner. Pada perlakuan ini, asap menumpuk masih cukup tebal tidak dapat melewati ruang pembakaran asap dengan lancar, sebagian asap masih memutar pada ruang tungku pembakaran dan mbalik keluar melalui celah-celah pintu tungku pembakaran.

**Uji coba 3:** Dimensi ruang bakar asap (luas: 60 x 60 x 100 Cm) tanpa burner. Pada perlakuan ini, asap menumpuk masih tebal tidak dapat melewati ruang pembakaran asap dengan lancar, sebagian asap masih memutar pada ruang tungku pembakaran dan mbalik keluar melalui celah-celah pintu tungku pembakaran.

**Uji coba 4:** Dimensi ruang bakar asap (luas: 60 x 60 x 100 Cm) dengan burner rakitan. Pada perlakuan ini, asap tidak lagi menumpuk di ruang bakar asap, dapat melewati ruang pembakaran asap dengan lancar, sebagian kecil asap masih memutar pada ruang tungku pembakaran dan mbalik keluar melalui celah-celah pintu tungku pembakaran terutama pada saat penambahan / pemasukan material baru yang dibakar.

**Uji coba 5:** Dimensi ruang bakar asap (luas: 60 x 60 x 100 Cm) dengan burner pabrikan. Pada perlakuan ini, asap tidak lagi menumpuk, dapat melewati ruang pembakaran asap dengan lancar, sebagian asap masih memutar pada ruang tungku pembakaran dan mbalik keluar melalui celah-celah pintu tungku pembakaran terutama pada saat penambahan / pemasukan material baru yang dibakar. Hasil percobaan, burner yang dipasang vertical memiliki kelemahan, aliran bahan bakar tidak lancar. Pada saat aliran bahan bakar berhenti cukup lama, burner akan mati dan resiko burner akan terhembus suhu panas dari ruang tungku pembakaran dan menimbulkan kerusakan komponen terutama yang berbahan plastik akan meleleh.

**Tabel: Hasil uji ruang pembakaran asap**

<b>Uji Coba</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
1	Ruang bakar asap dimensi 30x40x60 cm <b>tanpa burner</b>	Asap sangat tebal, tidak lancar, asap mbalik
2	Ruang bakar asap dimensi 40x60x60 cm <b>tanpa burner</b>	Asap tebal, tidak lancar, asap mbalik
3	Ruang bakar asap dimensi 60x60x100 cm <b>tanpa burner</b>	Asap masih cukup tebal, tidak lancar, asap mbalik
4	Ruang bakar asap dimensi 60x60x100 cm dengan <b>burner rakitan</b>	Asap tidak tebal, lancar, sebagian kecil asap mbalik
5	Ruang bakar asap diemensi 60x60x100 cm dengan <b>burner pabrikan</b>	Asap tidak tebal, lancar, asap tidak mbalik



**Gambar 7. Kapasitas ruang pembakaran asap terlalu kecil, asap tebal mbalik**

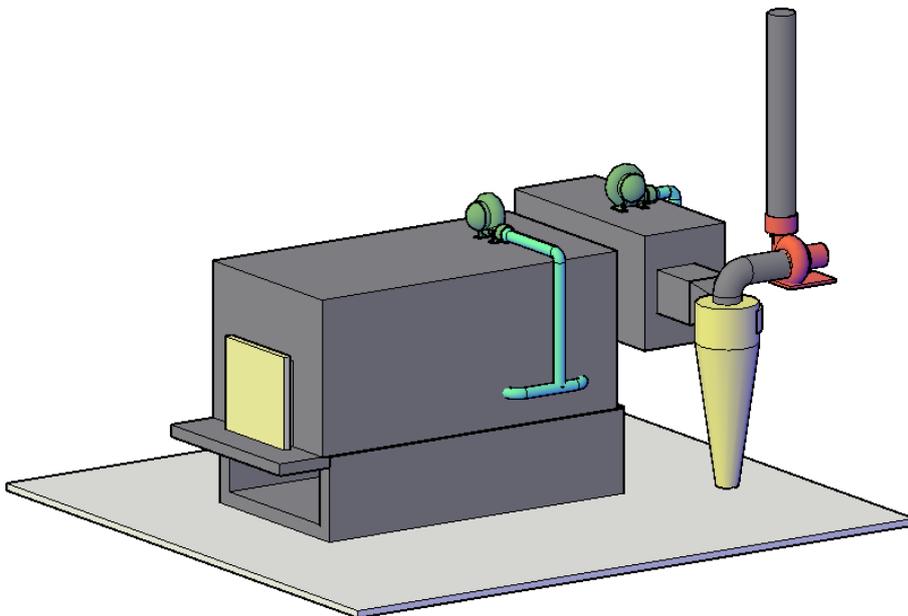


**Gambar 8.a Pembakaran di tungku dan ruang pembakaran asap sempurna, asap tipis**



**Gambar 8.b Nyala api burner pada ruang pembakaran asap, asap tipis tidak mbalik**

## 2. Siklon



**Gambar 9. Asap Tipis Tidak Mbalik**

### Hasil Uji Coba: Siklon

Perlakuan pada ruang pembakaran asap dibedakan 2 yaitu:

**Uji coba 1:** tanpa siklon. Siklon merupakan instalasi yang membuat pusaran pergerakan asap memutar keliling dari atas ke bawah sebelum menerobos ke cerobong asap. Perputaran tersebut membuat partikel-partikel asap bersinggungan dan menempel pada dinding siklon. Selanjutnya, dinding siklon akan disemprot air dengan sower yang membuat partikel-partikel yang menempel pada dinding siklon akan larut tercuci dan terbawa aliran air ke tempat penampungan. Uji coba dengan perlakuan tanpa siklon, pergerakan asap berjalan lancar karena tidak ada hambatan penjalan asap menuju udara bebas.

**Uji coba 2:** menggunakan siklon. Uji coba dengan perlakuan menggunakan siklon, pergerakan asap berjalan tidak lancar karena asap dipaksa bergerak dari atas ke bawah yang berarti ada

hambatan penjalan asap menuju udara bebas. Hal ini mengakibatkan kumpulan asap tebal menumpuk di ruang bakar asap dan kembali ke ruang tungku pembakaran dan akhirnya mbalik keluar melalui celah-celah pintu ruang tungku pembakaran.

**Tabel: Hasil uji siklon**

<b>Uji Coba</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
1	Tanpa siklon	Perjalanan asap lancar
2	Menggunakan siklon	Perjalanan asap putih bersih tetapi tidak lancar, asap mbalik



**Gambar 10. Cerobong asap dengan Siklon**



**Gambar 11.a Cerobong asap dengan Siklon, Asap tercuci**



**Gambar 11.b Cerobong asap dengan Siklon sebagian Asap Mbalik**

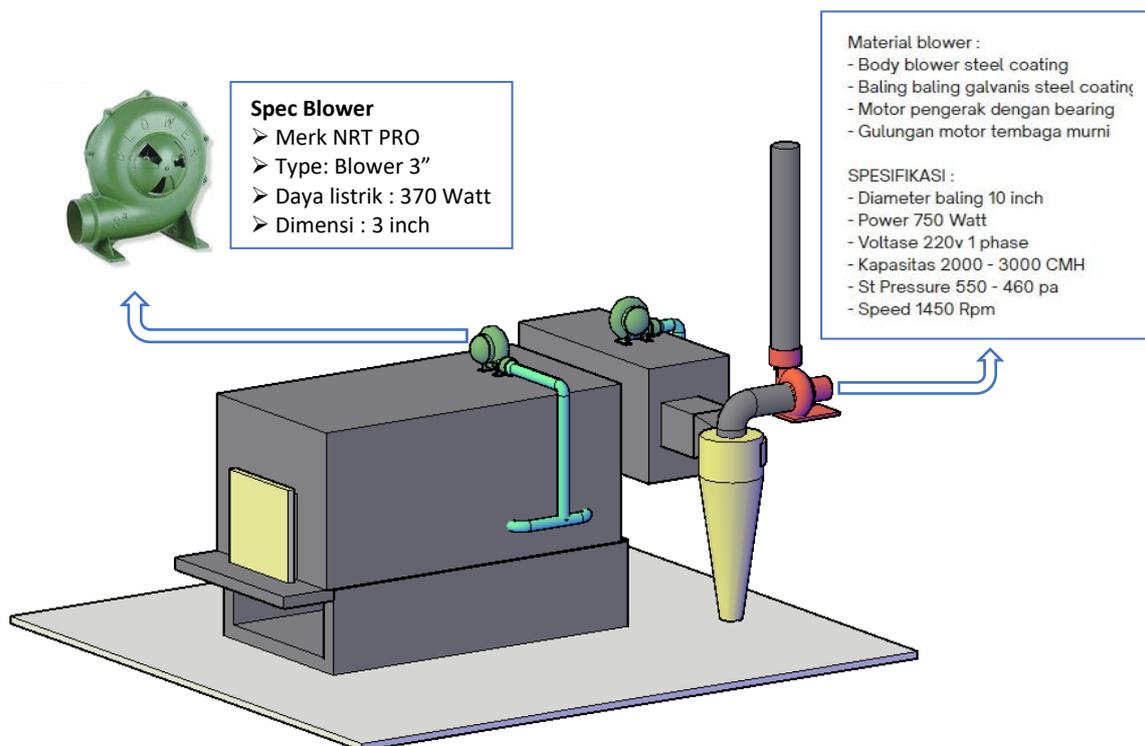


**Gambar 12. Tanpa Siklon Asap Tidak Mbalik**



Gambar 13. Tanpa Siklon Asap Tipis dan Lancar

### 3. Blower dan Exhaust Fan



Gambar 14. Blower dan Exhaust Fan  
(Fungsi: *suplay* udara pada ruang pembakaran)

## Hasil Uji Coba: Blower dan Exhaust Fan

Perlakuan pada ruang pembakaran asap dibedakan 2 yaitu:

**Uji coba 1:** tanpa Blower dan Exhaust Fan. Blower merupakan alat pendorong / penyembur udara yang diarahkan baik ke ruang tungku pembakaran maupun cerobong asap. Blower yang diarahkan ke ruang pembakaran dimaksudkan untuk mensuplai oksigen untuk menjaga proses pembakaran berjalan lancar. Blower yang diarahkan ke cerobong asap dimaksudkan untuk mendorong asap supaya berjalan lancar dari cerobong asap ke udara bebas. Sedangkan exhaust fan merupakan alat penghisap udara yang ada di cerobong asap untuk dilepas ke udara bebas. Blower dan exhaust fan mempunyai fungsi yang sama yaitu membuat perjalanan asap berjalan lancar lepas ke udara bebas. Bedanya, blower mendorong asap sedangkan exhaust fan menghisap asap. Uji coba dengan perlakuan tanpa blower dan exhaust fan, pergerakan asap berjalan tidak lancar karena tidak ada daya dorong asap dan tidak ada daya hisap asap menuju udara bebas.

**Uji coba 2:** menggunakan Blower dan Exhaust Fan. Uji coba dengan perlakuan menggunakan Blower dan Exhaust Fan, pergerakan asap berjalan lancar karena asap mendapatkan daya dorong dan daya hisap asap bergerak dari cerobong asap ke menuju udara bebas. Dalam proses uji, blower dan exhaust fan berjalan baik tetapi dalam durasi waktu yang singkat (15 menit), setelah itu exhaust fan mati, karena bagian kelistrikan terjadi korsleting dan beberapa bagian yang berbahan plastik meleleh akibat pengaruh panas yang masih cukup tinggi disekitar exhaust fan dipasang. Sedangkan blower tetap berfungsi, baik blower yang dipasang mengarah ke ruang tungku pembakaran maupun blower yang dipasang di cerobong asap.

**Tabel: Hasil uji blower dan exhaust fan**

<b>Uji Coba</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
1	Tanpa blower dan exhaust fan	Perjalanan asap tidak lancar, asap mbalik
2	Menggunakan blower dan exhaust fan	Perjalanan asap lancar



**Gambar 15. Tanpa Blower dan Exhaust fan**



**Gambar 16. Menggunakan Blower dan Exhaust fan**

#### **4. Sower**

##### **Hasil Uji Coba: Sower**

Perlakuan uji coba pada ruang pembakaran asap dibedakan 2 yaitu:

**Uji coba 1:** tanpa Sower. Sower merupakan alat penyembur air yang diarahkan asap yang akan melewati siklon dan cerobong asap. Sower dipasang 4 unit untuk memberikan semburan air

yang merata ke semua arah untuk menangkap sebanyak mungkin partikel-partikel yang terbawa bersama asap. Uji coba dengan perlakuan tanpa sower, asap yang lolos ke udara bebas masih tampak hitam pekat, karena partikel-partikel masih keluar bersama asap ke udara bebas.

**Uji coba 2:** menggunakan Sower. Uji coba dengan perlakuan menggunakan sower, asap yang lolos ke udara bebas tampak putih dan tidak tebal (tipis), karena partikel-partikel sudah tertangkap oleh semburan air dari sower kemudian terbawa ke bak penampungan. Hal ini tampak jelas dari air pencuci yang sebelumnya bersih berubah menjadi kotor / keruh dengan lapisan jelaga hitam cukup tebal.

**Tabel: Hasil uji blower dan exhaust fan**

<b>Uji Coba</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
1	Tanpa sower	asap hitam pekat
2	Menggunakan sower	asap putih, tipis



**Gambar 17. Konstruksi ruang pembakaran asap tanpa Sower**



**Gambar 18. Menggunakan Sower pencuci asap**

### **Hasil Uji Coba: Incinerator di Depo Tompeyan**



**Gambar 19. Incinerator di Depo Tompeyan siap dioperasikan**

**Uji coba:** Incinerator di Depo Tompeyan dilengkapi dengan burner tungku pembakaran, blower, pompa dan ruang pencuci asap. Burner berfungsi untuk proses awal pembakaran sampah dan menjaga suhu di ruang pembakaran tetap tinggi walaupun sampah dalam kondisi basah. Burner bisa dimatikan apabila nyala api sudah stabil. Blower merupakan alat untuk mengalirkan udara ke tungku pembakaran dan ke cerobong. Blower yang diarahkan ke ruang pembakaran dimaksudkan untuk mensuplai oksigen untuk menjaga proses pembakaran berjalan lancar. Blower yang diarahkan ke cerobong asap dimaksudkan untuk mendorong asap supaya berjalan lancar dari cerobong asap ke udara bebas. Pompa digunakan untuk memompa air ke sower yang dipasang di dalam ruang pencuci asap. Ruang pencuci asap merupakan bagian yang dipasang sebelum cerobong untuk membersihkan asap dengan mengikat partikel-partikel menggunakan semburan air. Untuk membuat semburan air ini dipasang beberapa sower di ruang pencuci asap.

Pada uji ini pada air pencuci asap ditambahkan ramuan busa ke dalam air untuk meningkatkan daya ikatnya terhadap partikel asap. Dengan ditambahkan ramuan busa pada air yang disemprotkan dari sower maka akan terbentuk gelembung-gelembung air. Dengan adanya gelembung-gelembung air ini maka luas permukaan air pembersih asap akan jauh lebih besar. Dengan luas permukaan air yang lebih besar maka partikel asap yang terikat oleh air pembersih asap akan semakin banyak dan asap akan lebih bersih. Pada uji coba ini busa meluap dari bak penampung. Untuk mengatasinya perlu ditambah 1 bak tertutup untuk menampung air yang kembali dari ruang pencuci asap.



Gambar 20. Busa yang meluap keluar dari bak penampung air



Gambar 21. Kondisi asap keluar dari cerobong

### **Operasional Incinerator di Depo Tompeyan**

Incinerator di Depo Tompeyan sudah operasional 5 hari dalam seminggu. Setiap hari ada sekitar 40 karung sampah dari masyarakat dan 60 karung sampah dari penggerobak yang membuang sampah di Depo Tompeyan. Sampah yang masuk ke Depo selanjutnya dipilah. Sekitar 70 % dibakar dan 30 % diangkut dari Depo dengan mobil bak. Pembakaran sampah biasanya dilakukan dari jam 16.00 sampai jam 18.00. Selama 2 jam operasional dibutuhkan sekitar 10 liter bahan bakar. Pembakaran sampah dilakukan oleh penggerobak yang membawa sampah ke Depo Tompeyan. Setiap hari operasional, secara bergantian ada 5 penggerobak dari 30 orang penggerobak yang melakukan proses pembakaran di Depo Tompeyan.

## ANALISIS DAN EVALUASI PELAKSANAAN

### **Tungku**

Proses pembakaran di ruang tungku pembakaran sangat dipengaruhi oleh material sampah, api pembakar dari burner, suplai oksigen dari blower. Material sampah, semakin tinggi kandungannya air (basah) maka potensi menghasilkan asap tebal semakin besar. Ini disebabkan proses pembakaran tidak berjalan optimal karena temperatur yang turun drastis (drop) akibat sampah basah. Api yang disemburkan oleh burner akan membantu mempercepat proses pembakaran di dalam ruang tungku pembakaran. Semakin besar semburan api dan konstan maka proses pembakaran di ruang tungku pembakaran semakin cepat. Suplai oksigen ke dalam ruang pembakaran oleh blower sangat berpengaruh pada proses pembakaran. Dengan suplai oksigen yang cukup maka nyala api proses pembakaran akan terjamin. Namun sebaliknya, semakin menipis kandungannya oksigen dalam ruang tungku pembakaran maka proses pembakaran akan terhambat bahkan api akan padam dan akhirnya menimbulkan asap tebal. Kecepatan proses pembakaran seringkali terhambat oleh bara api dari material sisa pembakaran yang mengumpul dan menggumpal di dalam ruang tungku pembakaran. Ini terjadi karena jaring alas sampah di ruang tungku pembakaran dengan diameter terlalu kecil yaitu 0,5-1 cm.

### **Ruang pembakar asap**

Asap hasil pembakaran di ruang tungku pembakaran masih bercampur dengan partikel-partikel sisa pembakaran, asap menjadi pekat. Partikel tersebut dapat dikurangi atau dibersihkan dengan semburan api burner yang diarahkan kepada asap kotor di ruang pembakaran asap. Dengan menempatkan burner dan menjaga kontinuitas nyala semburan api ke asap kotor maka asap yang sebelumnya kotor dan pekat menjadi berkurang dan tipis.

### **Cerobong asap**

Celah perjalanan asap dari ruang bakar asap menuju udara bebas melalui cerobong asap. Di dalam cerobong asap inilah proses pencucian asap dilakukan dengan menyemburkan semprotan air sower di beberapa tempat. Semakin banyak sower dipasang untuk menyemburkan air dan menyebar di beberapa tempat dan posisi, maka semakin banyak asap kotor yang tertangkap dan tercuci. Dalam rangkaian cerobong asap ini juga dapat dipasang alat siklon untuk mendorong asap membentuk pusaran mengerucut mengikuti kontur bangunan dinding siklon, sehingga partikel-partikel yang masih bersatu dengan asap akan menempel di dinding siklon. Secara berkala dinding siklon akan disiram dengan semprotan air dari sower untuk mencuci dan menangkap kotoran dan selanjutnya masuk ke bak penampungan. Di dalam bak penampungan dapat dipisahkan dengan menagmbil jelaga yang mengapung atau mengumpul di atas permukaan air.

### **Rekomendasi kebijakan dan usulan tindak lanjut**

#### **Tungku**

Tempatkan satu burner yang dapat menjamin semburan nyala api cukup kuat terutama pada saat 1-2 jam pertama proses pembakaran atau pada saat input material sampah basah ke dalam tungku. Pastikan blower suplai oksigen berjalan lancar dengan volume oksigen yang dihembuskan cukup untuk mensuplai oksigen pada saat proses pembakaran terjadi di ruang tungku pembakaran. Pastikan material sampah yang sudah terbakar sempurna dapat segera jatuh turun ke ruang abu supaya tidak menghambat proses pembakaran material sampah yang tersisa atau material baru yang dimasukkan ke dalam tungku. Buat jaring alas tempat sampah di ruang tungku pembakaran dengan konstruksi dan diameter lubang 1-1,5 cm.

**Ruang pembakar asap**

Pastikan terdapat satu burner dengan nyala cukup kuat dan stabil untuk membakar asap kotor di ruang pembakaran asap. Berikan daya dorong dengan blower terhadap asap yang dibakar keluar menuju cerobong asap supaya dapat dilakukan proses pencucian lebih lanjut dengan siklon maupun semburan air dari sower.

**Cerobong asap**

Pastikan perjalanan asap menuju udara bebas berjalan lancar, hindari lorong cerobong asap yang panjang dan horizontal, buat cerobong asap dengan kemiringan cukup mengarah dari bawah menuju atas. Pastikan semburan air dari sower berfungsi baik dan merata di beberapa tempat dan posisi untuk menangkap sebanyak mungkin asap kotor. Air cucian yang kembali ke bak penampungan segera dibersihkan dari jelaga dan kotoran lain. Buat sirkulasi filter air sower dan berjalan lancar sehingga air yang digunakan untuk mencuci asap benar-benar air yang bersih dari kotoran.

**PERTANGGUNGJAWABAN BIAYA**  
(per 1 unit)

<b>KOMPONEN PENGGUNAAN BIAYA INCINERATOR</b>					
		KEGIATAN	:	RISET DAN PENGEMBANGAN	
		PEKARJAAN	:	PEMBUATAN INCINERATOR	
		TIPE	:	MEDIUM	
No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan	Vol	Jumlah Harga
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>				
	Pembersihan lokasi	paket	1,000,000	1	1,000,000
	Pembongkaran	paket	1,000,000	1	1,000,000
				Jumlah	<b>2,000,000</b>
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Batu</b>				
	Pasang bata tahan api	m2	750,000	20	15,000,000
	Plester dinding	m2	100,000	14	1,400,000
				Jumlah	<b>16,400,000</b>
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Besi</b>				
	Cerobong asap + instalasi pencucian	m	2,500,000	4	10,000,000
				Jumlah	<b>10,000,000</b>
<b>IV</b>	<b>Alat modifikasi</b>				
	Blower ruang bakar	unit	1,000,000	1	1,000,000
	Blower ruang asap	unit	800,000	1	800,000
	Dudukan + instalasi blower	unit	1,500,000	2	3,000,000
	Siklon	unit	6,000,000	1	6,000,000
	Dudukan + instalasi siklon	unit	1,500,000	1	1,500,000
	Shower	unit	250,000	5	1,250,000
	Burner ruang bakar	unit	16,500,000	2	33,000,000
	Burner ruang asap	unit	13,500,000	1	13,500,000
	Dudukan + instalasi burner	unit	2,000,000	3	6,000,000
	Exhaust fan	unit	2,500,000	1	2,500,000
	Pompa air	unit	750,000	1	750,000
	Pemipaan air	m2	450,000	10	4,500,000
	Stop kran	unit	75,000	4	300,000
	Kelistrikan	Ins	3,000,000	1	3,000,000
	Termometer suhu tinggi	bh	500,000	2	1,000,000
	Sensor temperatur	bh	500,000	2	1,000,000
				Jumlah	<b>79,100,000</b>
<b>V</b>	<b>Uji emisi</b>				
	Biaya sewa alat	paket	2,500,000	1	2,500,000
	Teknisi	org	1,000,000	1	1,000,000
				Jumlah	<b>3,500,000</b>
<b>VI</b>	<b>Uji coba pembakaran (1mgg)</b>				
	BBM	ltr	6,800	0	-
	Teknisi pendamping	org	250,000	5	1,250,000
				Jumlah	<b>1,250,000</b>
<b>VII</b>	<b>Perbaikan dan pengembangan</b>				
	Blower hisap	unit	2,500,000	1	2,500,000
	Shower	unit	250,000	5	1,250,000
	Burner	unit	9,000,000	1	9,000,000
				Jumlah	<b>12,750,000</b>
<b>TOTAL</b>					<b>125,000,000</b>

## Daftar Pustaka

1. Anonim, 2022. Kota Yogyakarta Dalam Angka 2022. <https://jogjakota.bps.go.id/publication/2022/02/25/8771c64c1a932bd8dc54877c/kota-yogyakarta-dalam-angka-2022>
2. Nani Suherni, 2020. Kali Gajah Wong di Yogyakarta Segera Jadi Kawasan Ekowisata. iNewsJateng.id Terbit Jumat, 28 Februari 2020. <https://www.inews.id/apps>
3. Antara, 2022. Pemkot Jogja Dorong Pengelolaan Sampah Mandiri, Begini Caranya. iNewsJateng.id Terbit Rabu, 26 Januari 2022. <https://yogya.inews.id/berita/pemkot-jogja-dorong-pengelolaan-sampah-mandiri-begini-caranya>
4. Anonim, 2022. Rencana Pembangunan Daerah (RPD) Kota Yogyakarta Tahun 2023-2026. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2022.
5. Anonim, 2022. Hasil MUSRENBANG Tahun 2022. Kelurahan Giwangan Kapanewon Umbulharjo, Kota Yogyakarta.
6. Anonim, 2020. Perluasan TPST Piyungan Diproyeksikan Selesai 2025. Terbit 30 November 2020. Humas Pemda D.I.Y. <https://www.jogjaprovo.go.id/berita/detail/9034-perluasan-tpa-piyungan-diprojektikan-selesai-pada-2025>
7. Anonim, 2020. MASTER PLAN Pembangunan Kelurahan Giwangan yang tertuang dalam DOKUMEN PERENCANAAN KEWILAYAHAN TERINTEGRASI. Pemerintah Kelurahan Giwangan.