



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN ALAT PEMBAKARAN SAMPAH LOW
EMISSION DENGAN PRIMARY COMBUSTION DAN
SECONDARY COMBUSTION**

TUGAS AKHIR

FAIZ LUTHFI

2303321008

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGENDALIAN ALIRAN UDARA BURNER MENGGUNAKAN
BLOWER AC UNTUK *PRIMARY COMBUSTION***

TUGAS AKHIR

Digunakan untuk melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Program
Pendidikan Diploma III (D3)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Faiz Luthfi

2303321008

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Faiz Luthfi

NIM : 2303321008

Program Studi : Elektronika Industri

Tanda Tangan :

Tanggal : 23 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Faiz Luthfi
NIM : 2303321008
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Pembakaran Sampah *Low Emission* dengan *Primary Combustion* dan *Secondary Combustion*
Sub Judul Tugas Akhir : Pengendalian Aliran Udara Burner menggunakan Blower AC untuk *Primary Combustion*

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang tugas akhir pada 29 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing : Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T. ()
NIP. 198904052022031003

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 8 Juli 2026

Disahkan Oleh



Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M. I

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul " Pengendalian Aliran Udara Burner menggunakan Blower AC untuk *Primary Combustion*." Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D3) Program Studi Elektronika Industri Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Murie Dwiyanti, S.T.,M.T. , selaku ketua jurusan Teknik Elektro;
2. Bapak Ihsan Auditia Akhinov, S.T.,M.T. , selaku kepala program studi Elektronika Industri serta selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir;
3. Lintang Alfiani, selaku rekan kerja dalam pelaksanaan dan penyelesaian tugas akhir;
4. Orang Tua dan Keluarga Penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.

Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, dorongan, dan dukungan dari berbagai pihak yang telah penulis sebutkan. Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan kontribusi yang telah diberikan selama proses penyusunan ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Depok, 23 Juni 2026

Penulis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengendalian Aliran Udara Burner menggunakan Blower AC untuk Primary Combustion

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem pengendalian aliran udara burner menggunakan blower AC pada proses primary combustion dalam alat pembakaran sampah berkonsep low emission. Pengendalian aliran udara diperlukan untuk menjaga kestabilan proses pembakaran awal sehingga temperatur pembakaran dapat meningkat dan dipertahankan sesuai kebutuhan proses. Sistem dirancang menggunakan blower AC sebagai pemasok udara pembakaran pada burner yang berada di ruang primary combustion. Kecepatan blower diatur menggunakan modul RobotDyn AC Dimmer berbasis TRIAC dan teknologi zero crossing yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sebagai parameter utama pengendalian, digunakan sensor thermocouple tipe K yang dipadukan dengan modul MAX6675 untuk melakukan pengukuran suhu secara real-time. Data suhu yang diperoleh digunakan sebagai acuan dalam mengatur kecepatan blower sehingga suplai udara pembakaran dapat disesuaikan dengan kondisi temperatur di dalam ruang bakar. Selain itu, sistem juga dilengkapi sensor MQ-7 dan MQ-135 yang berfungsi untuk memantau konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan selama proses pembakaran sebagai indikator kinerja sistem low emission. Seluruh data hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD sehingga operator dapat melakukan pemantauan kondisi pembakaran secara langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan kecepatan blower AC menggunakan dimmer mampu mengendalikan aliran udara burner secara efektif sehingga proses pembakaran menjadi lebih stabil dan efisien.

Kata kunci: Primary Combustion, Blower AC, Dimmer AC, Arduino Mega 2560, Thermocouple, Burner.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Burner Airflow Control Using an AC Blower for Primary Combustion

Abstract

This study discusses the design and implementation of a burner airflow control system using an AC blower in the primary combustion process of a low-emission waste incineration system. Airflow control is required to maintain combustion stability and achieve the desired combustion temperature more effectively. The system utilizes an AC blower as the air supply source for the burner located in the primary combustion chamber. The blower speed is regulated using a RobotDyn AC Dimmer Module based on TRIAC and zero-crossing technology, controlled by an Arduino Mega 2560 microcontroller. A K-type thermocouple combined with a MAX6675 module is employed to measure combustion temperature in real time and serve as the main control parameter. The temperature data are used to adjust the blower speed, allowing the air supply to be regulated according to combustion conditions inside the chamber. In addition, the system is equipped with MQ-7 and MQ-135 gas sensors to monitor carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂) emissions generated during the combustion process as indicators of low-emission performance. All sensor readings are displayed on an LCD to facilitate real-time monitoring by the operator. The experimental results show that controlling the AC blower speed using the dimmer module effectively influences the burner airflow in the primary combustion chamber, resulting in a more stable and efficient combustion process. The developed system demonstrates the potential of integrating temperature-based airflow control and gas monitoring to improve combustion performance while supporting low-emission waste incineration operations.

Keywords: *primary combustion, AC blower, AC dimmer, Arduino Mega 2560, thermocouple, low-emission incinerator.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Luaran Wajib.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sistem Pembakaran Sampah	4
2.2 Reaksi Pembakaran	4
2.3 Sistem PWM	5
2.4 Sistem Dimmer.....	6
2.5 Komponen Sistem	7
2.5.1 Arduino AtMega 2560	7
2.5.2 Power Supply	9
2.5.3 Dimmer Robotdyn	10
2.5.4 Blower AC	10
2.5.5 Thermocouple type K	11
2.5.6 MAX-6675.....	12
2.5.7 Sensor Gas MQ-135.....	12
2.5.8 L298N	13
2.5.9 Kipas Hisap DC	13
2.5.10 LCD (<i>Liquid Crystal</i>) I2C	14

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.11	RTC (<i>Real Time-Clock</i>)	15
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....		15
3.1	Rancangan Alat	15
3.1.1	Deskripsi Alat	15
3.1.2	Desain Alat.....	16
3.1.3	Cara Kerja Alat	17
3.1.4	Spesifikasi Alat	18
3.1.5	Spesifikasi Komponen	19
3.1.6	Blok Diagram.....	22
3.1.7	Realisasi Alat	24
3.1.8	Wiring Diagram Sistem Pembakaran Sampah.....	27
3.1.9	Wiring Diagram <i>Primary Combustion</i>	28
3.1.10	Flowchart.....	30
3.2	Realisasi Program.....	35
3.2.1	Pemanggilan Library Utama (<i>Header & Includes</i>).....	35
3.2.2	Deklarasi Pin	36
3.2.3	Fungsi Interupsi <i>Zero Crossing</i> (Fungsi Dimmer AC).....	38
3.2.4	Inisialisasi Objek Perangkat dan Interval Waktu.....	38
3.2.5	Parameter Rumus Kalibrasi Gas MQ-7 & MQ-135.....	39
3.2.6	Void Setup	40
3.2.7	Void Loop	41
3.2.8	Logika Kontrol Otomatis Berbasis Kondisi Parameter Sensor.....	42
3.2.9	Pembaruan Layar LCD Jarak Jauh & Transmisi Data Logging	43
3.2.10	Parsing Data Masukan Komputer untuk Mode Kalibrasi	44
BAB IV		46
PEMBAHASAN		46
4.1	Deskripsi Pengujian.....	46
4.2	Prosedur Pengujian.....	48
4.3	Data Hasil Pengujian	51
4.3.1	Pengujian Massa Sampah Utama 1 KG	51
4.3.2	Pengujian Massa Sampah Utama 2,5 KG	58
4.3.3	Pengujian Massa Sampah Utama 4,19 KG	65
4.3.4	Pengujian Massa Sampah Utama 12 KG	73
4.3.5	Pengujian Massa Sampah Utama 13 KG	79
4.3.6	Pembacaan PWM Blower AC terhadap Suhu.....	87
BAB V KESIMPULAN		93



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....		94
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		96
LAMPIRAN.....		xv





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino ATmega 2560	8
Gambar 2. 2 Power Supply	9
Gambar 2. 3 Dimmer Robodyn.....	10
Gambar 2. 4 Blower Hembus.....	10
Gambar 2. 5 Thermocouple	11
Gambar 2. 6 MAX-6675	12
Gambar 2. 7 Sensor Gas MQ-135.....	12
Gambar 2. 8 L298N	13
Gambar 2. 9 Kipas Hisap DC	13
Gambar 2. 10 LCD I2C.....	14
Gambar 3. 1 Desain 2D Tampak Depan dan Tampak Samping Kanan.....	16
Gambar 3. 2 Desain 3D Tampak Depan dan Tampak Samping.....	17
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem Pembakaran	22
Gambar 3. 4 Foto Alat Tampak Depan.....	25
Gambar 3. 5 Foto Alat Tampak Belakang	25
Gambar 3. 6 Filter Cerobong	26
Gambar 3. 7 Panel Box, Panel Sensor dan Tabung Oli (Bahan bakar).....	26
Gambar 3. 8 Wiring Diagram Sistem Pembakaran.....	27
Gambar 3. 9 Wiring Diagram Sistem Primary.....	28
Gambar 3. 10 Flowchart Alat Kerja.....	30
Gambar 3. 11 Flowchart Cara Penggunaan Oli	32
Gambar 3. 12 Flowchart Pengaturan Blower AC	35
Gambar 4. 1 Data Blower AC terhadap Suhu (1kg)	87
Gambar 4. 2 Data Blower AC terhadap Suhu (2,5kg)	88
Gambar 4. 3 Data Blower AC terhadap Suhu (4,19kg)	89
Gambar 4. 4 Data Blower AC terhadap Suhu (12kg)	90
Gambar 4. 5 Data Blower AC terhadap Suhu (13kg)	91

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Gas CO dan CO ₂	5
Tabel 2. 2 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino ATmega 2560	8
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat Incinerator	18
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen	20
Tabel 3. 3 Spesifikasi Mekanik.....	24
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian.....	46
Tabel 4. 2 Catatan Log Alokasi Waktu Durasi Pembakaran Bersih (Siklus 1 kg)	55
Tabel 4. 3 Data Analisis Efisiensi Pembakaran pada Primary Chamber	56
Tabel 4. 4 Matriks Distribusi Temperatur Permukaan Fisik Bodi Luar Alat (Thermo Gun)	57
Tabel 4. 5 Parameter Pengukuran Reduksi Massa Sampah Padat (Siklus 2,5 kg)	58
Tabel 4. 6 Parameter Log Volume Pemakaian Oli Bahan Bakar (Siklus 2,5 kg) .	60
Tabel 4. 7 Target Pencapaian Batas Tingkat Suhu vs Waktu Real-Time (Siklus 2,5 kg)	61
Tabel 4. 8 Deret Log Sensor STARTING Emisi Gas Buang Ruang Utama (Siklus 2,5 kg)	61
Tabel 4. 9 Catatan Log Alokasi Waktu Durasi Pembakaran Bersih (Siklus 2,5 kg)	63
Tabel 4. 10 Data Analisis Efisiensi Pembakaran pada Primary Chamber	64
Tabel 4. 11 Matriks Distribusi Temperatur Permukaan Fisik Bodi Luar Alat (Thermo Gun)	64
Tabel 4. 12 Catatan Log Alokasi Waktu Durasi Pembakaran Bersih (Siklus 4,19 kg)	69
Tabel 4. 13 Data Analisis Efisiensi Pembakaran pada Primary Chamber	71
Tabel 4. 14 Matriks Distribusi Temperatur Permukaan Fisik Bodi Luar Alat (Thermo Gun)	71
Tabel 4. 15 Data Analisis Reduksi Massa Sampah Padat (Kapasitas Besar 12 kg)	73
Tabel 4. 16 Data Konsumsi Oli Bekas pada Siklus Pembakaran Masif 12 kg	74
Tabel 4. 17 Data Log Alokasi Durasi Waktu Pembakaran Beban Besar 12 kg (Tanpa Filter)	74
Tabel 4. 18 Data Efisiensi Pembakaran	75
Tabel 4. 19 Matriks Distribusi Suhu Luar Struktur Fisik Bodi Penampang (Thermo Gun)	76
Tabel 4. 20 Deret Log Sensor STARTING Emisi Gas Buang Ruang Utama	78
Tabel 4. 21 Parameter Pengukuran Reduksi Massa Sampah Padat (Siklus 13 kg)	79

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 22 Parameter Log Volume Pemakaian Oli Bahan Bakar (Siklus 13 kg)	81
Tabel 4. 23 Target Pencapaian Batas Tingkat Suhu vs Waktu Real-Time (Siklus 13 kg)	82
Tabel 4. 24 Deret Log Sensor STARTING Emisi Gas Buang Ruang Utama (Siklus 13 kg)	83
Tabel 4. 25 Catatan Log Alokasi Waktu Durasi Pembakaran Bersih (Siklus 13 kg)	84
Tabel 4. 26 Data Analisis Efisiensi Pembakaran pada Primary Chamber	85
Tabel 4. 27 Matriks Distribusi Temperatur Permukaan Fisik Bodi Luar Alat (Thermo Gun)	85





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

L- 1 Foto Alat.....	xv
L- 2 Pengujian Alat.....	xvi
L- 3 Desain Sistem Pembakaran Sampah	xvii
L- 4 Poster.....	xviii
L- 5 SOP	xix



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah masih menjadi salah satu tantangan lingkungan di Indonesia seiring dengan meningkatnya aktivitas rumah tangga, perdagangan, dan industri yang menghasilkan limbah padat setiap harinya. Pada beberapa daerah, keterbatasan fasilitas pengelolaan sampah menyebabkan masyarakat masih melakukan pembakaran sampah secara terbuka sebagai cara yang dianggap paling mudah untuk mengurangi volume sampah. Meskipun mampu mengurangi jumlah sampah dengan cepat, metode pembakaran terbuka menghasilkan asap pekat dan berbagai gas pencemar yang dapat menurunkan kualitas udara serta membahayakan kesehatan manusia (Latif et al., 2022).

Pembakaran sampah secara terbuka menghasilkan emisi karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), partikulat halus (PM), serta senyawa berbahaya lainnya akibat proses pembakaran yang tidak berlangsung secara sempurna. Konsentrasi karbon monoksida yang tinggi dapat mengganggu sistem pernapasan karena gas tersebut mengikat hemoglobin lebih kuat dibandingkan oksigen, sedangkan partikulat halus dapat masuk ke saluran pernapasan dan meningkatkan risiko penyakit paru-paru maupun kardiovaskular. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pembakaran yang mampu mengurangi volume sampah sekaligus mengendalikan emisi gas buang yang dihasilkan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021).

Salah satu metode pengolahan sampah yang banyak digunakan adalah insinerator, yaitu alat pembakaran sampah dalam ruang bakar tertutup dengan temperatur tinggi sehingga mampu mengurangi volume sampah secara signifikan. Dibandingkan pembakaran terbuka, penggunaan insinerator memberikan proses pembakaran yang lebih terkontrol karena suplai udara, temperatur, dan waktu pembakaran dapat diatur sesuai kebutuhan. Namun, proses pembakaran pada ruang primary combustion masih sangat dipengaruhi oleh jumlah udara yang masuk ke ruang bakar. Apabila suplai udara terlalu sedikit, proses pembakaran menjadi tidak sempurna sehingga menghasilkan asap dan gas CO yang tinggi. Sebaliknya, apabila



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

udara yang masuk terlalu berlebihan, temperatur ruang bakar menjadi kurang stabil sehingga efisiensi pembakaran menurun (Susastrio et al., 2020).

Untuk meningkatkan kualitas pembakaran, diperlukan sistem pengendalian suplai udara pada burner agar proses pembakaran berlangsung lebih stabil. Pengaturan aliran udara memungkinkan rasio udara dan bahan bakar tetap sesuai sehingga temperatur ruang bakar dapat dipertahankan dan pembentukan gas hasil pembakaran tidak sempurna dapat dikurangi. Selain itu, penerapan *secondary combustion* pada temperatur tinggi dapat membantu membakar kembali gas-gas yang belum terbakar sempurna di ruang *primary combustion*, sehingga emisi karbon monoksida dapat ditekan dan proses pembakaran menjadi lebih optimal (Darma et al., 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada Tugas Akhir ini dirancang sebuah alat pembakaran sampah *low emission* yang menerapkan sistem *primary combustion* dan *secondary combustion*. Penelitian difokuskan pada pengendalian aliran udara burner menggunakan blower AC pada ruang *primary combustion* serta pengaturan blower DC berbasis PWM pada ruang *secondary combustion* untuk membantu menjaga kestabilan temperatur pembakaran. Kinerja sistem dievaluasi berdasarkan temperatur pembakaran, konsumsi bahan bakar, *burning rate*, reduksi massa sampah, serta perubahan konsentrasi gas CO dan CO₂, sehingga diharapkan diperoleh proses pembakaran yang lebih efektif dengan emisi gas buang yang lebih terkendali.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Bagaimana mengendalikan aliran udara burner menggunakan blower AC pada proses *primary combustion*?
2. Bagaimana pengaruh pengaturan kecepatan blower AC terhadap kestabilan suhu dan proses pembakaran?
3. Bagaimana hasil monitoring suhu serta gas CO dan CO₂ selama proses pembakaran berlangsung?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan. Batasan masalah yang diambil sebagai berikut:

1. Pembahasan difokuskan pada pengendalian aliran udara burner menggunakan blower AC pada proses *primary combustion*.
2. Pengaturan kecepatan blower AC dilakukan menggunakan dimmer AC berbasis TRIAC dan *zero crossing*.
3. Monitoring sistem meliputi pembacaan suhu, gas CO, dan gas CO₂ selama proses pembakaran.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini mencakup beberapa hal berikut:

1. Merancang sistem pengendalian aliran udara burner menggunakan blower AC pada proses *primary combustion*.
2. Menganalisis pengaruh pengaturan kecepatan blower AC terhadap kestabilan suhu dan proses pembakaran.
3. Memonitor suhu serta gas CO dan CO₂ selama proses pembakaran berlangsung.

1.5 Luaran Wajib

Luaran yang diharapkan dari Tugas Akhir ini:

1. Laporan Tugas Akhir mengenai pengendalian aliran udara burner menggunakan blower AC untuk *primary combustion*.
2. Draft hak cipta alat pembakaran sampah *low emission*.
3. Alat pembakaran sampah *low emission* dengan sistem *primary combustion* dan *secondary combustion*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian alat pembakaran sampah low emission, dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian aliran udara burner menggunakan blower AC dan RobotDyn AC Dimmer berhasil direalisasikan dan bekerja sesuai dengan perancangan. Pengaturan nilai dimmer pada blower AC berpengaruh terhadap jumlah udara yang masuk ke burner sehingga mempengaruhi temperatur yang dihasilkan pada ruang primary combustion. Semakin besar nilai dimmer yang diberikan, maka aliran udara pembakaran meningkat sehingga proses pembakaran menjadi lebih stabil dan temperatur pembakaran dapat mencapai suhu yang lebih tinggi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan aliran udara yang tepat mampu membantu proses pembakaran sampah berlangsung lebih optimal dengan temperatur pembakaran berada pada rentang 600–800°C. Temperatur pembakaran dipantau menggunakan sensor thermocouple tipe K dan modul MAX6675 yang mampu menampilkan data suhu secara real-time selama proses pembakaran berlangsung.

Sistem monitoring emisi menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135 juga berhasil digunakan untuk memantau konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) selama proses pembakaran. Data hasil pengukuran dapat ditampilkan pada LCD dan disimpan melalui data logger sehingga memudahkan proses pemantauan dan analisis kinerja alat pembakaran sampah low emission.

5.2 Saran

Pengembangan alat pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menerapkan metode kontrol otomatis seperti PID atau fuzzy logic pada pengaturan blower AC sehingga temperatur pembakaran dapat dipertahankan pada nilai yang lebih stabil. Selain itu, penggunaan sensor emisi dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi serta penambahan sistem pengolahan gas buang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan performa alat dan mengurangi emisi hasil pembakaran secara lebih optimal.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Afnilia, F., & Astuti, C. D. (2023). PENGARUH VOLUME EMISI KARBON, PENGUNGKAPAN EMISI KARBON, DAN TATA KELOLA PERUSAHAAN TERHADAP NILAI PERUSAHAAN . *Jurnal Ekonomi Trisakti*, Vol. 3(No. 2), 3795–3804.
- Broto, P. E., Fitriyanti, Kusmiran, A., & Ihsan, K. (2024). Rancang Bangun Insinerator Pengolahan Sampah dengan Penerapan Teknologi Termal yang Ramah Lingkungan. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, Vol. 11((1)), 19–30.
- Darma, I. W. A., Winaya, I. N. S., Pratama, I. P. A. Y., & Sanatana, I. K. S. (2025). Pengaruh Variasi Durasi Waktu Injeksi Oksigen Terhadap Performansi Insinerator Dual Chamber Limbah Medis. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, Vol. 8(No.2, Juli 2025), 312–319.
- Hartanto, S., Priyono, T. O., & Triono. (2023). The Effectiveness of Exhaust Fan Rotation with Microcontroller for Indoor CO₂ Gas Concentration Control System. *International Journal of Applied Sciences and Smart Technologies*, Volume 5(Issue 2), 157–172.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2021 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah NonBahan Berbahaya dan Beracun. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. <https://www.peraturan.go.id/id/permen-lhk-no-19-tahun-2021>
- Latif, N., A.Sumardin, Halid, A., & Rani, S. (2022). Prototype Alat Uji Kebisingan Dan Emisi Gas Pada Knalpot Kendaraan Bermotor Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, Vol. 8(No. 1, April 2022), 43–48.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Luqman, M., Anggraheny, B., Herwandi, H., & Murtono, A. (2025). Aplikasi dan unjuk kerja motor driver L-298 dan BTS7960 sebagai power switching pada inverter. *JURNAL ELTEK*, 23(1), 9–15.

<https://doi.org/10.33795/eltek.v23i1.6656>

Prakoso, P. T., Arifin, B., & ALifah, S. (2025). Analisis Kinerja dan Akurasi Sensor Thermocouple Tipe K dalam Sistem Pengendalian Suhu Reflow Soldering. *Jurnal Teknik Informatika Dan Teknologi Informasi, Volume. 5*(Nomor. 2), 773–779.

Rivai, A., Fausy, M., & Mulyadi. (2023). PENGGUNAAN ALAT PEMBAKARAN SAMPAH TANPA ASAP UNTUK MENGATASI PENCEMARAN LINGKUNGAN. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat, Vol.23*(No.1 2023), 88–93.

Susastrio, H., Ginting, D., Sinuraya, E. W., & Pasaribu, G. M. (2020). Kajian incinerator sebagai salah satu metode gasifikasi dalam upaya untuk mengurangi limbah sampah perkotaan. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(1), 28–34. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.8137>

Tambing, Y., Muhallim, M., & Suppa, R. (2024). PROTOTYPE SISTEM KONTROL LAMPU BERBASIS Internet of Things (IoT)MENGUNAKAN NODEMCU. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, Vol. 12(No. 1).

Taufiq, A. J., Hayat, L., Muchtasjar, B., Iskahar, Romandolo, D. G., & Amarudin, R. B. (2024). SISTEM MONITORING POLUSI UDARA BERBASIS SENSOR MQ- 135 UNTUK DETEKSI GAS CO2 DAN CO: STUDI KASUS DI LINGKUNGAN PERKOTAAN. *TECHNO*, Vol.25(No.2), 131–138.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Faiz Luthfi, anak kedua dari 2 bersaudara, lahir pada 11 Februari 2005. Menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Cileungsi, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Plus Fajar Sentosa. Selanjutnya menempuh pendidikan menengah kejuruan di SMKN 2 Kota Bekasi. Saat ini sedang menempuh pendidikan Diploma Tiga (D3) pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika, di Politeknik Negeri Jakarta.



LAMPIRAN

L- 1 Foto Alat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

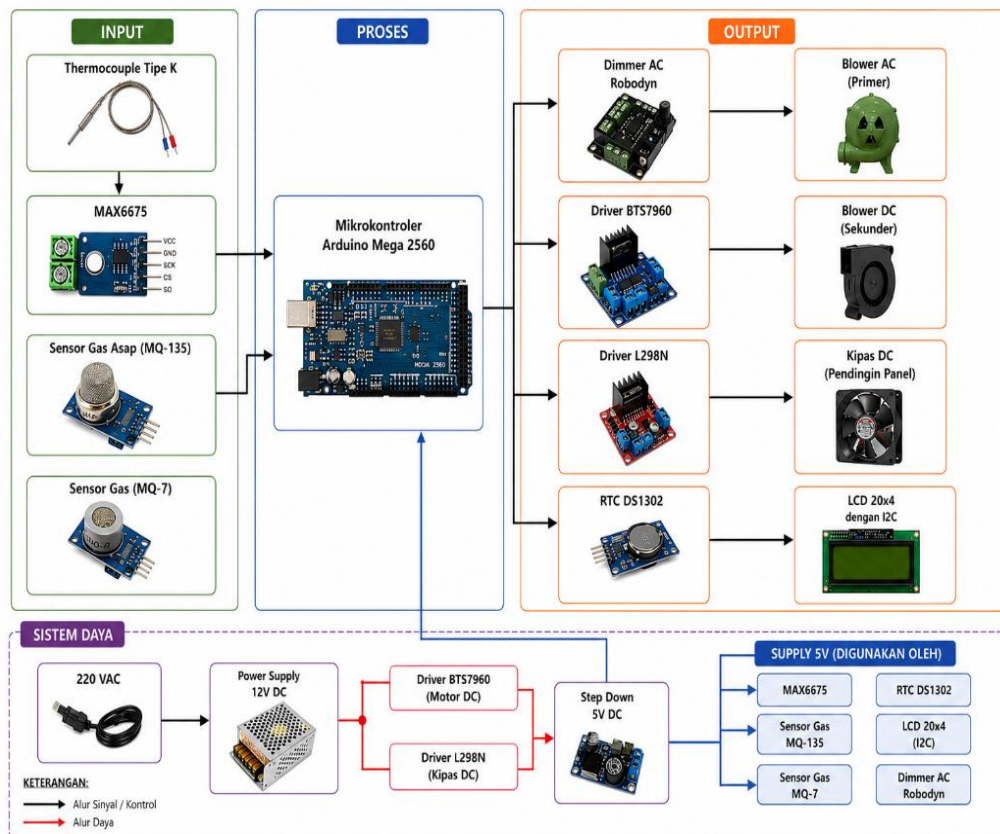
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 2 Pengujian Alat



L- 3 Desain Sistem Pembakaran Sampah



L- 4 Poster

INCINERATOR SAMPAH

LOW EMISSION

Incinerator sampah low emission dirancang dengan sistem primary combustion dan secondary combustion untuk memastikan pembakaran yang efisien, mengurangi emisi berbahaya, dan ramah lingkungan.

KEUNGGULAN



PEMBAKARAN EFISIEN

Sistem pembakaran ganda untuk hasil yang optimal.



EMISI LEBIH RENDAH

Mengurangi asap, bau, dan polusi udara.



AMAN & TERKONTROL

Dilengkapi sistem kontrol suhu otomatis.



RAMAH LINGKUNGAN

Solusi cerdas untuk kelola sampah lebih baik.

SPESIFIKASI

	Kapasitas Sampah	: ± 10 – 15 kg/jam
	Suhu Operasi	: ± 300 – 700°C
	Bahan Bakar	: Oli Bekas
	Sumber Listrik	: 220 VAC
	Sistem Pembakaran	: 2 Tahap
	Kontrol Suhu	: Otomatis (Thermocouple)

SISTEM PEMBAKARAN 2 TAHAP



SAMPAH
Dimasukkan ke ruang bakar



PRIMARY COMBUSTION
Pembakaran awal pada suhu tinggi



SECONDARY COMBUSTION
Udara sekunder membakar gas sisa (≥ 700°C)



EMISI RENDAH
Pembakaran sempurna, emisi lebih rendah, lebih ramah lingkungan



TEKNOLOGI PEMBAKARAN MODERN
UNTUK LINGKUNGAN YANG LEBIH BAIK



Solusi Cerdas
Kelola Sampah
untuk Lingkungan
yang Lebih Baik

PEMBAKARAN
EFISIEN

EMISI
LEBIH RENDAH



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 5 SOP



PROSEDUR PENGUNAAN ALAT INCINERATOR SAMPAH **LOW EMISSION**



UTAMAKAN
KESELAMATAN
KERJA



AWAS
LISTRIK



AWAS
PANAS & API



Dokumen ini disusun berdasarkan integrasi prosedur operasional dari laporan Tugas Akhir Faiz Luthfi dan Lintang Alfiani sebagai panduan penggunaan incinerator sampah *low emission* dengan sistem *primary combustion* dan *secondary combustion*.

A

PERSIAPAN SEBELUM PENGOPERASIAN



- 1 Letakkan incinerator pada area terbuka, datar, memiliki sirkulasi udara yang baik, dan jauh dari bahan yang mudah terbakar.
- 2 Pastikan seluruh komponen mekanik dan kelistrikan telah terpasang dengan baik.
- 3 Periksa ketersediaan oli bekas pada tangki bahan bakar dan isi apabila diperlukan.
- 4 Pasang Cerobong Incinerator.
- 5 Pastikan pintu ruang bakar tertutup sebelum alat dinyalakan.
- 6 Hubungkan kabel daya ke sumber listrik 220 VAC.



DESAIN 3D INCINERATOR SAMPAH **LOW EMISSION**

B

MENYALAKAN SISTEM



- 1 Nyalakan MCB pada panel kontrol.
- 2 Pastikan LCD menampilkan data suhu dan status sistem.
- 3 Buka katup aliran oli sedikit menuju burner.
- 4 Nyalakan burner hingga api stabil.



PANEL KONTROL



SPESIFIKASI SINGKAT

- Sistem Pembakaran : Primary & Secondary
- Suhu Aktivasi Blower : $\geq 700^{\circ}\text{C}$
- Aktivasi Blower : Otomatis $\pm 10\%$
- Bahan Bakar : Oli Bekas
- Kapasitas Sampah : Maks. 12 Kg
- Sumber Listrik : 220 VAC

C

PROSES PEMBAKARAN SAMPAH



- 1 Masukkan sampah setelah api stabil dengan kapasitas maksimum 12 Kg.
- 2 Tutup rapat pintu ruang bakar.
- 3 Biarkan proses *primary combustion* berlangsung.
- 4 Pantau suhu melalui LCD.



PANTAU
SUHU
MELALUI
LCD

NOTE : Jangan melebihi kapasitas incinerator.

D

OPERASI OTOMATIS SECONDARY COMBUSTION



- 1 Sistem memantau suhu menggunakan *thermocouple* tipe K.
- 2 Blower DC tetap mati ketika suhu di bawah 700°C .
- 3 Pada suhu 700°C blower DC aktif otomatis sekitar 10%.
- 4 Udara sekunder membantu pembakaran gas sisa sehingga emisi lebih rendah.



PERHATIAN KESELAMATAN



Gunakan APD lengkap saat mengoperasikan alat.



Jauhkan bahan mudah terbakar dari area alat.



Pastikan area berventilasi baik sebelum menyalakan alat.



Jangan membuka pintu ruang bakar saat proses pembakaran masih berlangsung.



Lakukan pengecekan rutin pada komponen alat.

F

MENGAKHIRI PROSES PEMBAKARAN



- 1 Tunggu hingga sampah menjadi abu.
- 2 Tutup aliran oli dan matikan burner.
- 3 Biarkan sistem mendingin.
- 4 Matikan MCB dan lepaskan sumber listrik bila selesai.



TUTUP
ALIRAN OLI



BIARKAN
MENDINGIN



MATIKAN
MCB



LEPASKAN
SUMBER
LISTRIK

GUNAKAN APD LENGKAP



SARUNG
TANGAN



MASKER



KACAMATA
SAFETY



SEPATU
SAFETY



PAKAIAN
KERJA



**LOW EMISSION
BETTER ENVIRONMENT**



Disusun oleh :
Faiz Luthfi
Lintang Alfiani



Tanggal Penyusunan :
JULI 2026



Utamakan Keselamatan Kerja
Demi Kinerja yang Optimal