

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah telah menjadi masalah yang dihadapi hampir seluruh negara, termasuk Indonesia. Sampah adalah limbah akhir yang telah kehilangan nilai manfaatnya. sampai saat ini, pemahaman masyarakat mengenai sampah masih cenderung negatif. Oleh karena itu, penting untuk mengubah cara pandang agar masyarakat lebih sadar akan pengelolaan sampah, terutama sampah rumah tangga yang dihasilkan di setiap rumah. Dengan langkah tersebut, dapat mengatasi masalah sampah di lingkungan secara bertahap [1]. Salah satu inovasi dalam pengolahan sampah adalah penggunaan teknologi insinerator. Teknologi ini memberikan berbagai manfaat, terutama dalam mengurangi jumlah sampah yang besar dalam waktu yang cukup singkat. Dengan pemilihan teknologi yang tepat dalam proses dapat meminimalkan polusi yang dihasilkan oleh emisi gas buang. Insinerator adalah alat yang digunakan untuk membakar limbah dengan suhu tinggi hingga menjadi abu [2].

Penggunaan insinerator memiliki beberapa keterbatasan. Proses pembakaran di dalam insinerator menghasilkan emisi gas, antara lain karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), karbon dioksida (CO₂), dan nitrogen oksida (NO_x), serta partikel beracun lainnya. Selain itu, proses ini juga menghasilkan abu sisa pembakaran yang dapat mencapai 20% dari total limbah yang dibakar. Jika tidak ada sistem pengolahan yang memadai, gas buang yang mengandung unsur berbahaya tersebut dapat mencemari lingkungan [3]. Agar udara aman sebelum dilepaskan ke lingkungan, nilai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) berada dalam kisaran 0–50 *Parts Per Million* (ppm) [4]. Maka membutuhkan insinerator yang dilengkapi dengan sistem pemfilteran untuk memenuhi nilai indeks standar pencemar udara tersebut. Namun, perlu diperhatikan bahwa proses pembakaran yang tidak sempurna dapat menyebabkan pembentukan ulang dioksin dan furan.

Dioksin dan furan adalah senyawa kimia beracun yang terbentuk sebagai produk sampingan dari pembakaran. Biasanya terjadi pada suhu ruang filter berkisar antara 225–230 °C, dimana peningkatan suhu dari 180 °C ke 225 °C

berkontribusi terhadap pembentukan dan pencemaran dioksin serta furan. Oleh karena itu, diperlukan proses pendinginan untuk mencegah terbentuk kembali. Pada sistem filtrasi skala industri, suhu sekitar 150 °C sudah tidak terdeteksi adanya pembentukan dioksin dan furan [5]. Penelitian sebelumnya lebih berfokus pada peningkatan efisiensi pembakaran dan pengurangan volume sampah, tetapi belum memberikan perhatian yang cukup terhadap hasil pembuangan. Pada saat itu, pengembangan teknologi insinerator lebih menitikberatkan pada optimalisasi proses pembakaran tanpa mempertimbangkan jumlah dan kualitas udara yang dihasilkan dari sisa pembakaran [6].

Dari pernyataan yang telah dipaparkan, penelitian ini mengusulkan pembuatan alat pembakar sampah ramah lingkungan yang dilengkapi dengan sistem pemfilteran udara guna meminimalkan emisi berbahaya sehingga lebih aman bagi lingkungan. Penelitian ini berjudul "Sistem Pemfilteran Udara pada Alat Pembakaran Sampah Ramah Lingkungan (Insinerator) dengan Metode *Fuzzy*". Dalam penelitian ini, metode *fuzzy* akan diterapkan untuk mengontrol udara hasil pembuangan dan suhu dalam sistem pemfilteran. Sistem pemfilteran yang digunakan terdiri dari tiga tahap, yaitu filter kapiler, filter karbon aktif, dan filtrasi partikel. Suhu di ruang filter pertama, yaitu filter kapiler, akan diturunkan sekitar 30% dibandingkan sistem industri, karena filter yang digunakan hanya untuk skala kecil. Proses penurunan suhu dilakukan dengan menggunakan air, di mana aliran air dikendalikan oleh kecepatan pompa. Jika suhu telah mencapai 23% dari 150 °C, maka kecepatan pompa akan dikurangi untuk mencegah pembekuan air didalam filter yang dapat menyebabkan penyumbatan dan kegagalan sistem dan juga agar suhu tetap stabil pada *setpoint*. Selain itu, berfungsi untuk menurunkan suhu, air juga digunakan untuk menangkap partikel-partikel kasar dan membantu sedikit mengurangi kandungan berbahaya pada udara yang dihasilkan dari sisa pembakaran. Penelitian ini difokuskan pada pengurangan kadar karbon monoksida (CO). Setelah melalui proses pemfilteran, kadar karbon monoksida akan diukur menggunakan sensor guna memastikan bahwa emisi yang dihasilkan telah memenuhi standar lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan, rumusan masalah yang akan dipecahkan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemfilteran udara yang efektif untuk insinerator?
2. Bagaimana cara agar kadar karbon monoksida yang dihasilkan dari proses pembakaran dapat diturunkan hingga mencapai nilai aman 20 ppm?
3. Bagaimana mengontrol kecepatan pompa dan kecepatan *blower* agar proses pemfilteran dapat berjalan stabil dan menghasilkan kadar karbon monoksida yang sesuai Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Pada rumusan masalah yang sudah disebutkan sebelumnya, terdapat beberapa tujuan dan manfaat yang akan diuraikan dibawah ini:

1. Merancang sistem pemfilteran udara yang efektif dan ramah lingkungan untuk insinerator.
2. Mengidentifikasi dan menerapkan sistem pemfiteran yang dapat menurunkan kadar karbon monoksida (CO) hingga mencapai nilai aman sebesar 20 ppm.
3. Menerapkan algoritma *fuzzy* dalam sistem pengendalian kecepatan pompa dan *blower* agar proses pemfilteran dapat berjalan stabil dan menghasilkan kadar CO yang sesuai Standar Pencemaran Udara (ISPU) kisaran 0-50 ppm?

Manfaat dilaksanakannya penelitian tugas akhir dari penelitian sistem pemfilteran udara pada alat pembakaran sampah (insinerator) sebagai berikut:

1. Membuat sistem pemfilteran udara dengan menggabungkan tiga tahap filtrasi (filter kapiler, filter karbon aktif, dan filtrasi partikel) sehingga mampu menurunkan kadar karbon monoksida (CO) hingga mendekati batas aman.
2. Memberikan solusi pengolahan sampah yang lebih ramah lingkungan dan dapat diterapkan pada skala kecil seperti rumah tangga atau fasilitas setempat.

1.4. Batasan Masalah

Selanjutnya, supaya penelitian ini dapat berjalan lancar dan tercapai sesuai tujuan, maka terdapat batasan masalah selama proses pembuatan seperti berikut.

1. Penelitian ini hanya fokus pada sistem pemfilteran udara yang terdapat pada insinerator, tanpa membahas sistem pembakaran atau desain fisik insinerator secara keseluruhan.
2. Sistem pemfilteran udara yang dirancang difokuskan mengurangi emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) untuk sampah organik.
3. Penerapan metode *fuzzy* hanya digunakan untuk mengoptimalkan pengendalian variabel pada sistem pemfilteran udara.
4. Evaluasi dilakukan berdasarkan implementasi skala di lapangan tanpa pengujian laboratorium.

1.5. Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi penelitian merupakan tahap-tahap penyusunan penelitian dari awal hingga selesai yang dijelaskan secara spesifikasi pada setiap tahap. Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pemahaman studi literatur tentang teknologi insinerator, fungsi, dan prinsip kerjanya. Studi ini dilakukan melalui buku, jurnal ilmiah, artikel, dan sumber terpercaya lainnya.

2. Perancangan sistem

Tahap perancangan pembuatan alat pembakar sampah ramah lingkungan (insinerator) dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Pembuatan mekanik penyusun kerangka alat pembakar sampah. Proses pembuatan desain menggunakan *solidworks*.
- b. Perancangan elektronika, pembuatan desain rangkaian elektronika pada *software fritzing*, menyusun komponen dan menghubungkan pin disetiap komponen yang digunakan.
- c. Implementasi kecerdasan buatan hasil pengolahan data menggunakan metode *fuzzy* yang dilakukan pada *software* di komputer.

3. Pengujian alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem pemfilteran udara pada insinerator. Meliputi, mengoperasikan insinerator dalam berbagai kondisi untuk mengamati kestabilan dan keandalan sistem. Mengukur parameter emisi gas

buang sebelum dan sesudah melalui sistem pemfilteran udara. Menilai efektivitas metode *fuzzy* dalam mengontrol parameter lingkungan selama proses penyaringan.

4. Pengambilan data

Terdapat proses pengambilan data dengan melalui beberapa dua tahap. Tahap pertama, membandingkan kandungan gas emisi pada udara sebelum dan sesudah melewati sistem pemfilteran untuk menilai dampaknya terhadap proses pembakaran. Tahap kedua, penggunaan sensor suhu untuk mengukur suhu panas pada sistem pemfilteran udara hasil pembakaran.

5. Penulisan laporan skripsi

Tahap akhir adalah pembuatan laporan. Pada tahap ini, seluruh data dari proses dan pengujian dianalisis untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan sistem. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menentukan sejauh mana sistem berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

1.6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dijadwalkan kurang lebih enam bulan, dimulai dari persiapan, perancangan, pengujian, dan penyelesaian. Di bawah ini adalah rincian dan jadwal kegiatan penelitian yang dapat ditemukan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

NO.	Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Identifikasi Masalah						
2.	Mencari sumber literatur						
3.	Perancangan desain ruang pembakaran						
4.	Perancangan desain ruang filter						
5.	<i>Assembly</i> desain alat						
6.	Pembentukan rangka alat insinerator						
7.	Merancang elektronika						
8.	Pembuatan dan pengujian program						
9.	Analisis serta pengolahan data						
10.	Pembuatan laporan skripsi						