

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plasma adalah gas terionisasi yang terdiri dari partikel bermuatan, seperti ion positif dan elektron bebas. Sebagai fase keempat materi setelah padat, cair, dan gas, plasma memiliki sifat unik, yaitu mampu menghantarkan listrik karena keberadaan partikel bermuatan yang bergerak bebas. Plasma terbentuk ketika gas dikenai pemanasan intensif atau medan listrik/magnet yang kuat, yang menyebabkan atom-atom dalam gas kehilangan elektron. Proses ini menghasilkan kondisi terionisasi dengan tegangan tinggi yang memunculkan loncatan ion. Hal ini membedakan plasma dari gas biasa yang bersifat netral secara listrik [1].

Teknologi *plasma torch* memungkinkan pembangkitan plasma dengan suhu tinggi, antara 3.000 hingga 10.000°C. Dengan mengalirkan gas melalui medan listrik, *plasma torch* menciptakan busur plasma yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Salah satu aplikasi utama adalah gasifikasi sampah, yaitu teknologi yang mengubah sampah menjadi energi dengan memanfaatkan panas dari *plasma torch* untuk mendekomposisi material organik dan anorganik [2]. Proses ini terjadi di lingkungan minim oksigen, sehingga sampah tidak dibakar melainkan diurai menjadi gas sintesis (*syngas*) yang mengandung hidrogen, karbon monoksida, dan sedikit metana [3].

Gasifikasi sampah berbasis *plasma torch* memiliki keunggulan dibandingkan metode pembakaran langsung. Teknologi ini menghasilkan lebih sedikit residu padat dan polutan serta meminimalkan emisi gas rumah kaca. Panas tinggi yang dihasilkan *plasma torch* memungkinkan pemecahan senyawa kompleks dalam sampah menjadi gas sederhana tanpa pembakaran langsung [4]. *Syngas* yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan, menjadikan gasifikasi sampah sebagai alternatif yang lebih bersih dan efisien [5].

Pada *plasma torch*, busur plasma biasanya didorong menggunakan tekanan dari kompresor udara atau uap air. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tekanan uap air dan etanol juga efektif untuk pembangkitan busur plasma. Etanol atau alkohol adalah zat cair yang mudah menguap, tidak berwarna, dan mudah terbakar. dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian sebelumnya mengatakan bahwa campuran air dan etanol menghasilkan *syngas* yang kaya akan hidrogen dengan komposisi dominan H₂ dan CO, mencapai hingga 99%, sementara gas lain seperti CO₂, CH₄, dan C₂H₂ hanya menyumbang sekitar 1% [6]. Rasio molar air/etanol yang optimal dilaporkan berada di angka 3 atau 4, di mana kokas tidak mengendap di dinding reaktor, dan efisiensi konversi etanol serta produksi hidrogen mencapai nilai maksimal [7].

Namun, aplikasi campuran air dan etanol untuk gasifikasi sampah berbasis *plasma torch* masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Optimasi proses ini sangat

penting untuk meningkatkan efisiensi energi dan produksi *syngas* yang kaya hidrogen. Penelitian ini dilakukan tidak hanya karena masalah pengelolaan sampah yang semakin kompleks dan kebutuhan akan energi terbarukan yang terus meningkat, tetapi juga untuk menjawab tantangan dalam diversifikasi sumber energi. Selain itu, penelitian ini dapat membuka peluang baru dalam pengembangan reaktor plasma dengan efisiensi tinggi, sehingga memberikan solusi untuk mengatasi keterbatasan teknologi konvensional dalam pengolahan limbah dan produksi energi.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan tekanan uap air dan etanol dalam pembangkitan busur plasma pada *plasma torch* untuk gasifikasi sampah padat. Fokusnya adalah pada analisis konsentrasi hidrogen yang dihasilkan serta variasi kuat arus plasma terhadap busur plasma yang dihasilkan. Melalui penelitian ini, diharapkan penggunaan tekanan uap air dan etanol dapat meningkatkan kadar hidrogen yang dihasilkan, sehingga proses gasifikasi menjadi lebih efektif dan ramah lingkungan. Inovasi ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi pada pengelolaan sampah, tetapi juga mendukung pengembangan energi terbarukan yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dijelaskan diatas maka dapat dibuat perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efisiensi penggunaan tekanan uap air dan etanol pada *plasma torch* dalam menghasilkan semburan plasma.
2. Bagaimana konsentrasi hidrogen yang dihasilkan dari proses gasifikasi sampah padat saat menggunakan tekanan uap air dan etanol.
3. Bagaimana pengaruh kuat arus terhadap busur plasma yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisa efisiensi penggunaan tekanan uap air dan etanol dalam menghasilkan semburan plasma.
2. Mengetahui konsentrasi hidrogen yang dihasilkan dari proses gasifikasi sampah padat saat menggunakan tekanan uap air dan etanol.
3. Mengetahui pengaruh kuat arus terhadap busur plasma yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penggunaan tekanan uap air dan etanol sebagai pembangkitan busur plasma yang memiliki entalpi tinggi.
2. Teknologi gasifikasi plasma dapat mengubah sampah padat menjadi *syngas* yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi yang efisien.
3. Dapat menghasilkan teknologi gasifikasi menggunakan busur plasma yang

- lebih efisien sehingga mampu mengoptimalkan pengolahan sampah padat.
4. Membantu pengembangan teknologi gasifikasi busur plasma yang dapat mengurangi pemakaian bahan bakar fosil dalam pengolahan sampah padat.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Elektroda yang digunakan adalah elektroda dalam dan elektroda *nozzle* berbahan tembaga.
2. Campuran air dan etanol memiliki ratio 3:1.
3. Penelitian ini hanya mengukur kadar hidrogen menggunakan sensor MQ-8.
4. Variasi kuat arus yang digunakan adalah 20A, 30A, dan 40A berasal dari mesin *plasma arc cutting Redbo Cut- 40*.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penyusunan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan informasi mengenai metodologi penelitian yang digunakan berupa metode penelitian, *flowchart* (diagram alir) penelitian, peralatan dan bahan penelitian yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdapat hasil dari pengolahan data dan analisis penelitian tugas akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA