

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Plasma merupakan suatu gas yang terionisasi atau sering disebut sebagai zat fase keempat setelah zat padat, cair, dan gas. Plasma dapat terbentuk ketika udara yang terionisasi setelah diberikan energi yang cukup untuk memecah molekul udara menjadi ion, elektron, dan sub-atom lainnya [1]. Awal pembentukan plasma dimulai ketika penerapan tegangan yang cukup tinggi pada dua buah elektroda yang memiliki jarak sehingga menghasilkan loncatan ion dan peningkatan jumlah elektron yang signifikan di antara celah kedua elektroda tersebut [2]. Plasma banyak diterapkan pada berbagai bidang, terutama dalam bidang teknologi seperti pemotongan, pengelasan, penyemprotan, dan gasifikasi sampah yang mengubah limbah sampah menjadi *syngas*. Teknologi plasma dapat menguraikan senyawa organik dalam waktu yang singkat karena tidak memerlukan penggunaan bahan kimia tambahan dan juga tidak membutuhkan lahan yang luas pada penerapannya [3].

Salah satu penerapan teknologi plasma adalah gasifikasi sampah. Gasifikasi merupakan teknik pengolahan material organik menjadi gas yang lebih sederhana, seperti CO, H<sub>2</sub>, dan CO<sub>2</sub>, yang sering disebut *syngas* [4]. Gasifikasi plasma menjadi metode yang efektif dalam mengubah senyawa organik dan anorganik menjadi elemen-elemen dasar yang dapat digunakan kembali (*reuse*) dan didaur ulang (*recycle*) [5]. Dalam proses pembakaran sampah menggunakan gasifikasi plasma, generator plasma memainkan peran penting dalam pembentukan busur plasma dari aliran arus searah (DC) yang membentuk *plasma torch*. Generator plasma menghasilkan semburan plasma, memelihara plasma sebagai penghantar listrik, dan memanfaatkan resistansi plasma untuk mengonversi energi listrik menjadi panas [6].

Penggunaan uap air pada *plasma torch* untuk pembangkitan busur plasma akan menghasilkan semburan plasma dengan entalpi tinggi yang dapat menguraikan limbah organik terutama bahan yang mengandung hidrokarbon menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti hidrogen dan senyawa organik reaktif. Semburan plasma dari tekanan uap air akan bereaksi dengan *syngas* hasil pembakaran untuk menghasilkan *syngas* yang lebih ramah lingkungan. Penelitian tentang penggunaan tekanan uap air pada pembangkitan busur plasma sudah dilakukan sebelumnya di Lithuanian Energy Institute, Plasma Processing Laboratory [7]. Peningkatan suhu uap air memungkinkan stabilisasi busur listrik yang lebih baik dalam ruang pelepasan obor plasma yang memungkinkan penghasilan semburan plasma yang lebih baik [8]. Selain menggunakan tekanan uap air untuk menghasilkan semburan plasma, peningkatan arus yang diterapkan

juga harus diperhatikan. Semakin tinggi penerapan arus, semakin tinggi suhu di busur plasma yang membuat semburan plasma semakin kuat [9].

Pengolahan sampah menggunakan metode gasifikasi sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh V. Grigaitienė, A. Tamošiūnas, dkk, telah berhasil menunjukkan penggunaan plasma uap air dapat menurunkan kadar CO dari hasil pembakaran. Dengan mengubah rasio H<sub>2</sub>O dari 1,31 menjadi 2,24 x 10<sup>-3</sup> kg/s, kadar gas CO menurun dari 24,2 menjadi 12,7% , sedangkan kadar CO<sub>2</sub> meningkat dari 11,8 menjadi 15,9%, serta juga jumlah maksimum H<sub>2</sub> mencapai 56,9%. Hal ini dapat dijelaskan bahwa terjadi reaksi antara uap air yang digunakan dengan senyawa gas hasil pembakaran atau kombinasi antara C dan O. Peneliti menggunakan reaktor plasma berdaya 55-70 kW dan uap bertekanan 5 bar [7]. Pooya Lahijani dkk, mengenai metode gasifikasi dengan udara panas menggunakan *air-blown bubbling fluidized bed gasifier* mendapatkan hasil bahwa gas CO pada gasifikasi limbah tandan kosong kelapa sawit dan limbah serbuk gergaji terjadi peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu gasifikasi dari 650°C ke 1050°C. Pada gasifikasi limbah tandan kosong kelapa sawit gas CO meningkat dari 12% hingga 19% dan pada gasifikasi limbah serbuk gergaji gas CO meningkat dari 15% ke 17% [10].

Dari beberapa peneliti sebelumnya, diketahui bahwa penggunaan tekanan uap air pada pembangkitan busur plasma untuk gasifikasi sampah menggunakan kapasitas daya yang besar. Pada penelitian kedua, penggunaan tekanan udara menghasilkan kadar CO yang lebih tinggi setelah dilakukan pembakaran sampah. Dengan demikian, penelitian ini akan menggunakan tekanan uap air pada *plasma torch* untuk menghasilkan semburan busur plasma dalam mengubah limbah sampah padat menjadi gas sintetik dengan metode gasifikasi dengan kapasitas daya yang lebih kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi gas buang karbon monoksida dari proses gasifikasi sampah padat serta memvariasikan kuat arus plasma terhadap busur plasma yang dihasilkan. Diharapkan penggunaan tekanan uap air pada obor plasma dapat mengurangi kadar gas karbon monoksida agar proses gasifikasi lebih efektif dan aman untuk lingkungan.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana penggunaan uap air pada *plasma torch*.
2. Bagaimana efisiensi penggunaan uap air dalam menghasilkan semburan plasma.
3. Bagaimana konsentrasi gas karbon monoksida yang dihasilkan dari proses gasifikasi sampah padat saat menggunakan tekanan uap air atau tidak menggunakan uap air .
4. Bagaimana pengaruh kuat arus terhadap busur plasma yang dihasilkan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menerapkan penggunaan uap air pada *plasma torch*.
2. Menganalisis efisiensi penggunaan uap air dalam menghasilkan semburan plasma.
3. Mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida yang dihasilkan dari proses gasifikasi sampah padat saat menggunakan uap air atau tidak menggunakan uap air.
4. Mengetahui pengaruh kuat arus terhadap busur plasma yang dihasilkan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penggunaan uap air sebagai pembangkitan busur plasma yang memiliki entalpi tinggi.
2. Teknologi gasifikasi plasma dapat mengubah material 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. Penelitian ini hanya mengukur kadar gas karbon monoksida menggunakan sensor MQ-7.
3. Variasi kuat arus yang digunakan adalah 20 A, 30 A, dan 40 A berasal dari mesin *plasma arc cutting Redbo Cut- 40*.
4. Uap air yang digunakan berasal dari mendidihkan air 2,5 liter air akuades di dalam panci *boiler* sebagai generator uap.
5. Uap air yang digunakan adalah sebesar 1,5 atm.

### 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**

