

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi plasma merupakan teknologi ramah lingkungan yang mulai diterapkan di berbagai bidang antara lain industri, kedokteran, biomedis, dan pertanian [2]. Teknologi plasma juga dapat dimanfaatkan untuk menanggulangi permasalahan yang ada di Indonesia, seperti masalah sampah. Semakin tinggi tingkat perkembangan penduduk menyebabkan banyaknya penduduk yang menghasilkan sampah dari sampah organik ataupun sampah anorganik. [3]

Penerapan teknologi Plasma untuk Gasifikasi sampah telah digunakan di beberapa negara salah satunya Jepang yang memiliki banyak fasilitas penguraian sampah berbasis Gasifikasi Plasma yang bertugas untuk mengurai *Municipal Solid Waste* atau sampah kota, sedangkan di Indonesia fasilitas penguraian sampah menggunakan Gasifikasi Plasma sudah diresmikan TPA Putri Cempo Solo dan diklaim menjadi yang pertama di Indonesia namun masih memiliki kendala seperti akses alat berat ke TPA sertamasyarakat Indonesia yang belum terbiasa membagi jenis sampah .

Gasifikasi diusulkan sebagai solusi alternatif untuk penghancuran limbah dengan pemulihan energi [4]. Gasifikasi plasma muncul sebagai teknologi terobosan yang tidak hanya memecah limbah menjadi bentuk unsur, tetapi juga menghasilkan listrik dan produk sampingan yang penting [5]. Gasifikasi plasma merupakan teknologi berenergi tinggi untuk dapat mengolah berbagai macam limbah yang sangat beracun dan dapat menghancurkan toksisitas atau menghasilkan produk baru dari pengolahan bahan limbah [6].

Bagian terpenting pada sistem gasifikasi plasma dilengkapi dengan generator plasma. Generator plasma menghasilkan busur plasma arus searah (DC)

yang berbentuk seperti obor. Generator plasma menghasilkan obor plasma dan memelihara elemen penghantar listrik gas (plasma) dan mengubah plasma untuk mengubah listrik menjadi energi panas[7] . Sebuah busur (torch) plasma atau lebih yang dimasukkan dalam tungku plasma memanaskan udara secara reguler di tungku. Temperatur di dalam busur sangat panas, sehingga temperatur di luar yang berkontak dengan bahan yang akan didestruksi akan mempunyai temperatur sampai 5.000°C [8].

Elektroda merupakan komponen krusial dalam pembentukan dan pemeliharaan busur plasma. Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber daya ke media gas yang diionisasi menjadi plasma. Proses ini menghasilkan panas yang cukup untuk mengionisasi gas, membentuk plasma yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk pemotongan logam, penyolderan, dan yang paling penting dalam konteks ini, penguraian sampah melalui gasifikasi plasma.

Material elektroda harus memiliki sifat termal dan mekanis yang unggul. Material seperti tungsten, aluminium, dan berbagai logam paduan sering digunakan karena mampu bertahan pada temperatur tinggi dan memiliki resistensi terhadap oksidasi. Tungsten, dengan titik lebur sekitar 3422°C , sering menjadi pilihan utama dalam aplikasi busur plasma. Namun, meskipun memiliki banyak keunggulan, penggunaan tungsten juga memiliki tantangan seperti degradasi material akibat temperatur yang ekstrem dan reaksi kimia dengan gas plasma. Oleh karena itu, penelitian tentang material alternatif dan optimasi penggunaan tungsten tetap diperlukan.

Desain elektroda juga memainkan peran penting dalam kinerja busur plasma. Geometri elektroda dapat mempengaruhi distribusi panas dan lebar busur plasma. Elektroda dengan ujung runcing cenderung menghasilkan busur yang lebih stabil dan panjang, sedangkan elektroda dengan permukaan datar dapat menyebabkan busur yang kurang stabil. Penggunaan pemodelan dan simulasi memungkinkan eksplorasi berbagai desain elektroda untuk menentukan konfigurasi yang paling optimal, yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi sistem plasma.

Distribusi panas dalam busur plasma adalah faktor kritis yang harus dipertimbangkan dalam desain sistem. Panas yang dihasilkan oleh busur plasma harus dikelola dengan baik untuk mencegah degradasi material elektroda dan komponen lainnya. Oleh karena itu, penggunaan material dengan konduktivitas termal tinggi untuk elektroda dan sistem pendingin yang efektif sangat penting. Simulasi termal dapat digunakan untuk memprediksi distribusi panas dalam sistem busur plasma dan membantu dalam desain sistem pendingin yang optimal, yang akan meningkatkan efisiensi keseluruhan.

Hubungan antara arus listrik, dan jenis elektroda sangat berpengaruh pada kinerja busur plasma. Arus yang lebih tinggi biasanya menghasilkan busur yang lebih panjang dan panas yang lebih tinggi. Namun, peningkatan arus juga dapat meningkatkan risiko degradasi material elektroda.

Pengaruh arus pada konsumsi elektroda juga merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan. Oleh karena itu, pemilihan material elektroda yang tahan terhadap temperatur tinggi dan memiliki daya tahan yang baik sangat penting untuk mengurangi frekuensi penggantian elektroda dan meningkatkan efisiensi operasional.

Pengaruh Kuat Arus terhadap keluaran busur plasma sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Riska Surya Agnitas, dkk, 2019 melakukan penelitian dengan memvariasikan kuat arus 20 A dan didapatkan nilai lebar pemotongan 1,64mm serta pada arus 40 A didapatkan nilai lebar pemotongan sebesar 2,58 mm [9]. Serta penelitian yang dilakukan G. Marin, dkk, 2020 menunjukkan bahwa terdapat zona terpengaruh panas yang signifikan pada kondisi pemesinan tertentu dalam proses pemotongan busur plasma. Zona terpengaruh panas ini terkait dengan jenis dan ketebalan material. Nilai HAZ (Heat Affected Zone) lebih besar untuk material non-konduktif lebih tebal yang dipotong pada kecepatan pemotongan lebih rendah dan arus busur lebih besar. [10]

Hamid (2014) dengan judul penelitian yaitu “Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Gas Flow Rate terhadap lebar kerf pemotongan pada pemotongan aluminium 5083 dengan menggunakan Mesin Cutting Plasma”. relevansi penelitian ini dengan yang akan dilakukan adalah penggunaan variasi kuat arus. Kesimpulan dari

penelitian ini diperoleh bahwa kuat arus pada pemotongan Aluminium memberi pengaruh terhadap lebar kerf (lebar material yang dibuang melalui proses pemotongan). Angka lebar kerf terbesar diperoleh pada saat pemotongan dengan arus sebesar 80A dan pengaturan gas flow rate sebesar 10 L/menit. Sedangkan pada variasi kuat arus (50 A, 65A) dan pengaturan gas flow rate sebesar 14 L/menit memberikan angka lebar kerf tersempit[11].

Dalam penelitian tentang merancang elektroda plasma yang optimal sering kali dilakukan dengan pendekatan coba-coba (*try and error*). Pendekatan ini memiliki beberapa keterbatasan seperti

- a. *try and error* memerlukan waktu yang cukup lama dan biaya yang tinggi dikarenakan banyak eksperimen fisik yang berulang-ulang.
- b. Karena Pengujian dilakukan secara real, *try and error* dapat menghasilkan desain yang tidak efisien, mengakibatkan konsumsi energi yang tinggi dan kinerja yang kurang optimal pada setiap pengujian.
- c. Optimalisasi desain elektroda plasma menjadi sangat sulit karena banyaknya variabel yang perlu dipertimbangkan, seperti material elektroda, bentuk, dan jarak antara elektroda yang harus dicari dan didapatkan secara langsung.

Untuk mengatasi keterbatasan waktu dan biaya, pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak akan menawarkan solusi yang lebih efisien dan efektif. Pada penelitian ini penulis menggunakan aplikasi COMSOL Multiphysics sebagai aplikasi pemodelan dan simulasi pada busur plasma yang dapat menghemat waktu dan biaya serta meningkatkan efisiensi dari kinerja saat pemodelan dan perancangan busur plasma serta dapat mencari komposisi bahan dan desain sebuah elektroda akan menjadi lebih cepat dan ditunjang dengan perangkat lunak beragam aspek terkait dengan perancangan sebuah elektroda dan pengaruh bahan serta arus listrik bisa di perkirakan dengan lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jenis elektroda terhadap temperatur yang dihasilkan pada plasma torch?
2. Bagaimana jenis elektroda dan gas mempengaruhi lebar busur plasma yang dihasilkan?
3. Bagaimana distribusi panas yang dihasilkan oleh busur plasma dipengaruhi oleh jenis elektroda?
4. Bagaimana pengaruh temperatur terhadap bukaan lebar nozzle pada Plasma Torch?
5. Bagaimana gas dapat mempengaruhi temperatur dan lebar busur yang dihasilkan pada Plasma Torch?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh jenis elektroda terhadap temperatur yang dihasilkan pada plasma torch.
2. Menentukan pengaruh jenis elektroda dan gas terhadap lebar busur plasma yang dihasilkan.
3. Menganalisis distribusi panas yang dihasilkan oleh busur plasma berdasarkan parameter yang digunakan.
4. Menganalisis pengaruh temperatur terhadap bukaan lebar nozzle pada Plasma Torch.
5. Menganalisis pengaruh gas terhadap temperatur dan lebar busur yang dihasilkan pada Plasma Torch.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan data dan temuan yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi plasma gasifikasi.
2. Memberikan informasi yang lebih mendalam mengenai hubungan antara jenis elektroda, arus pada plasma torch.
3. Mengurangi resiko kecelakaan saat pengujian dan perakitan busur plasma.
4. Penelitian ini dapat membantu dalam mengidentifikasi parameter operasi yang optimal untuk meningkatkan efisiensi energi plasma torch.

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup masalah pada tugas akhir ini dikondisikan dan dibatasi dengan beberapa hal, seperti berikut:

1. Pemodelan yang dilakukan adalah pemodelan Plasma Torch Transferred Arc
2. Penelitian ini dititik beratkan pada variasi pada pemodelan Plasma Torch
3. Aplikasi yang digunakan adalah COMSOL Multiphysics 6.2a
4. Pemodelan yang dibuat hanya untuk menampilkan hasil terhadap variasi model.
5. Penelitian ini akan difokuskan pada beberapa jenis elektroda yang umum digunakan dalam aplikasi plasma torch

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi terkait uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi teori dasar yang bisa dijadikan pedoman dalam membantu perencanaan dan pembuatan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat tentang prosedur penelitian, metode penelitian, rencana tabel yang akan digunakan pada penelitian, rancangan alat yang akan dibuat, dan flowchart penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan hasil penelitian dan dilakukan analisa sesuai dengan rumus dan tujuan penelitian tugas akhir.

BAB V PENUTUP

Terdiri dari simpulan hasil penelitian, serta saran yang dapat dilakukan untuk penelitian tugas akhir ini yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

