

# Pengaruh Variasi Kecepatan Terhadap Lebar Haz dan Nilai Kekerasan Material pada Proses Pemotongan *Stainless Steel* SUS 304 Dengan Menggunakan *Plasma Cutting*

Emin Haris<sup>1\*</sup>, Yusup Nur Rohmat<sup>2</sup>, Sukroni<sup>3</sup>, Ahmad Sudrajat<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Prodi Teknik Mesin Jurusan Teknik Politeknik Negeri Indramayu  
Jl.Lohbener Lama No.8 Lohbener Indramayu 45273

\*Corresponding Author: [emin\\_haris@polindra.ac.id](mailto:emin_haris@polindra.ac.id)

## Abstract

*Plasma cutting is often used in the industrial world, because this process is more effective and efficient in its users, therefore this cutting process must be considered material properties and cutting methods based on function and purpose. In this study, cutting used plasma cutting, the cutting speed variation method used for SUS 304 stainless steel. The speed variations used are 0.0045 m/s, 0.0252 m/s, 0.0470 m/s. Then it is tested by micro and hardness testing. In this observation, the best speed was obtained at the third variation of 0.0470 m / s because it had the smallest average HAZ width value of 427.83  $\mu\text{m}$  and the highest average material hardness value of 167.753 Kg.f. For the largest average HAZ width was found in the first variation of 0.0045 m / s which was 1240.33  $\mu\text{m}$  and the smallest material hardness value was found in the second variation of 0.0252 m / s which was 163.76 Kg.f.*

**Keywords:** Speed, Plasma Cutting, Hardness, Micro

## Abstrak

Pemotongan *plasma cutting* sering digunakan dalam dunia industri, dikarenakan proses ini lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya, maka dari itu proses pemotongan ini haruslah diperhatikan sifat-sifat material dan cara-cara pemotongan berdasarkan fungsi dan tujuan. Pada penelitian ini pemotongan menggunakan *plasma cutting* metode variasi kecepatan potong yang dipakai terhadap baja *stainless steel* SUS 304. Variasi kecepatan yang digunakan adalah 0,0045 m/s, 0,0252 m/s, 0,0470 m/s. Kemudian diuji dengan pengujian mikro dan kekerasan. Pada pengamatan ini didapatkan kecepatan terbaik pada variasi ketiga 0,0470 m/s dikarenakan mempunyai rata-rata nilai lebar HAZ terkecil yaitu 427,83  $\mu\text{m}$  dan rata rata nilai kekerasan material paling tinggi yaitu 167,753 Kg.f. Untuk rata-rata lebar HAZ terbesar terdapat pada variasi pertama 0.0045 m/s yaitu 1240,33  $\mu\text{m}$  dan nilai kekerasan material paling kecil terdapat pada variasi kedua 0,0252 m/s yaitu 163,76 Kg.f.

**Kata kunci:** Kecepatan, Plasma Cutting, Kekerasan, Mikro

## 1. Pendahuluan

Indonesia terus berupaya untuk meningkatkan perkembangan di sektor industri manufaktur, diantaranya adalah industri baja. Dimana sektor ini dianggap menjadi *mother of industry* karena produknya merupakan bahan baku utama bagi kegiatan sektor industri lainnya seperti dalam pelaksanaan konstruksi bangunan baja, konstruksi mesin, dan lain sebagainya. Salah satu proses yang dibutuhkan dalam sektor industri ini adalah pemotongan baja. Dalam melakukan proses pemotongan baja, terdapat faktor penting yang harus diperhatikan sehingga mendapatkan hasil

yang maksimal seperti tekanan potong, material, kecepatan potong, serta cara pemotongan berdasarkan standar material yang akan dipotong. Sehingga sifat pemotongan dan sifat material yang akan dipotong harus disesuaikan dengan baik (Nugraha, 2019).

Terdapat berbagai mesin yang digunakan untuk melakukan proses pemotongan salah satunya adalah mesin plasma cutting. Pemotongan plasma merupakan proses yang digunakan untuk memotong logam dengan menggunakan plasma. Udara yang terkompresi pada proses tersebut dihembuskan dengan kecepatan tinggi dari *nozzle* dan pada saat



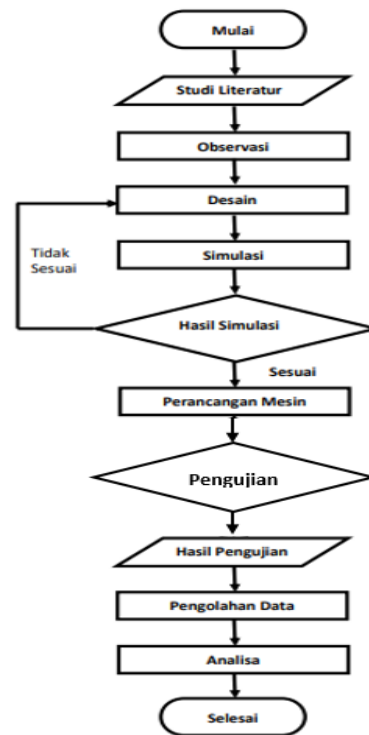
yang sama listrik busur terbentuk melalui gas dari *nozzle* ke permukaan yang telah dipotong dan mengubah sebagian gas tersebut menjadi plasma (Yasyifa, 2021).

Baja adalah material yang banyak digunakan dalam konstruksi mesin, karena memiliki sifat ulet mudah dibentuk, kuat maupun mampu keras. Selain itu baja dengan unsur utama Fe dan C bisa dipadukan dengan unsur lain seperti Cr, Ni, Ti, dan sebagainya, untuk mendapatkan sifat mekanik seperti yang diinginkan. Jumlah karbon dalam struktur baja dapat menentukan sifat mekanis dan unjuk kerja (performance) nya (SUGESTIAN, 2016).

*Stainless steel* adalah baja tahan karat yang mengandung sekitar 18,5% Kromium. Fungsi kromium tersebut untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Komposisi ini akan membentuk protective layer (lapisan pelindung anti korosi) yang berasal dari proses oksidasi oksigen terhadap Krom yang terjadi secara spontan. Lapisan tersebut berfungsi untuk menghindari terjadinya oksidasi pada besi (Ferrous) (Arifin, 2018).

Pada proses pemotongan dengan *plasma cutting*, variasi kecepatan yang dilakukan dapat memberikan pengaruh pada lebar *Heat Affected Zone* (HAZ) dari material yang dipotong. Selain itu, variasi kecepatan juga akan berpengaruh pada kekerasan hasil pemotongan material. Oleh karena itu, akan dilakukan pengujian hasil potong dengan *plasma cutting* dengan variasi kecepatan untuk mengetahui pengaruh lebar HAZ dan nilai kekerasan dari material. Di mana material pelat yang digunakan adalah *stainless Steel SUS 304*. Material ini dipilih karena merupakan jenis *stainless steel* yang paling fleksibel dan serbaguna serta sering digunakan karena memiliki komposisi, sifat mekanik, dan sifat material yang baik. Dari pengujian yang akan dilakukan, maka dapat mengetahui kecepatan terbaik untuk *stainless steel SUS 304* berdasarkan variasi kecepatan potong yang akan dilakukan.

## 2. Metode Penelitian



Gambar 1. Alur Flowchart

Penelitian ini diawali dengan melakukan kajian literatur dimulai untuk mengumpulkan informasi melalui jurnal-jurnal dan buku-buku yang berkaitan dengan pokok skripsi ini.

Sebelum masuk ke proses pemotongan dengan variasi kecepatan 0,0045 m/s, 0,0252 m/s, 0,0470 m/s. Penulis terlebih dahulu membuat alat bantu pemotongan seperti meja potong *plasma cutting* yang di desain dan di simulasikan menggunakan *software Solidwork 2016*.

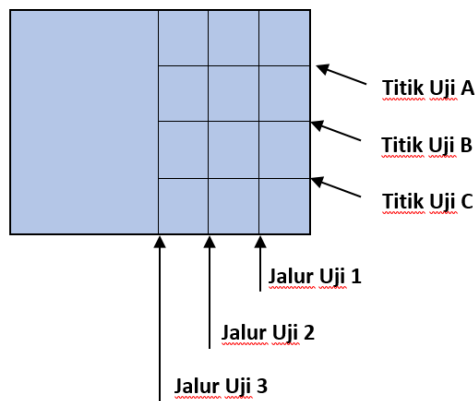
Proses perancangan meja plasma dilakukan dengan proses fabrikasi dan permesinan di *workshop* serta merangkai kelistrikan dan sistem yang akan digunakan sebagai pengatur variasi kecepatan dengan menggunakan dimmer dan motor DC sebagai motor penggerak.

Proses pengujian dilakukan dengan dengan memotong spesimen pengujian menggunakan *plasma cutting* dengan jalur yang sudah ditentukan dan variasi kecepatan yang ditentukan.



Gambar 2. Hasil Perancangan

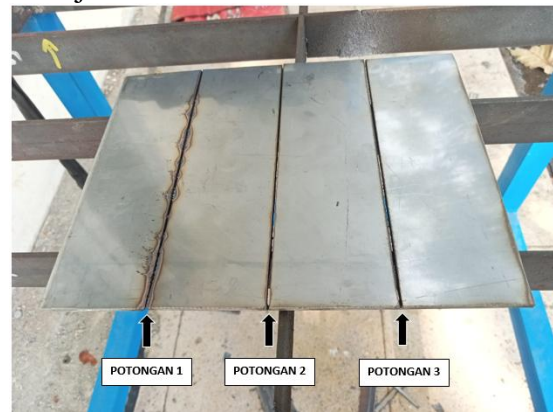
Pengukuran Lebar HAZ dilakukan dengan menggunakan Mikroskop dan diukur menggunakan fitur *dimension*, Sedangkan nilai kekerasan material dilakukan dengan pengujian *vickers* untuk mengetahui nilai kekerasan setiap spesimen dari hasil pemotongan yang telah dilakukan. Pada pengujian *vickers* ini, yang akan dilihat adalah kekerasan material *stainless steel* SUS 304, pengambilan spesimen pada pengujian kekerasan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Pengambilan Spesimen Uji Kekerasan

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat pengambilan spesimen uji kekerasan. Untuk pengujian *vickers* ini, setiap variasi potongan akan dipotong menjadi 3 bagian menggunakan mesin *hand grinding* seperti pada gambar diatas dan membagi menjadi 9 titik uji disetiap spesimen. Sehingga setiap kecepatan memiliki 27 spesimen hasil proses untuk proses uji *vickers*. Total spesimen yang digunakan untuk pengujian

*vickers* adalah sebanyak 9 spesimen dan 81 titik uji.



Gambar 4 . Hasil Pemotongan

### 3. Hasil dan Pembahasan

Rangkaian hasil penelitian berdasarkan urutan/susunan logis untuk membentuk sebuah penjelasan. Isi bab hasil dan pembahasan menunjukkan fakta/data dan jangan diskusikan hasilnya. Dapat menggunakan Tabel dan Angka tetapi tidak menguraikan secara berulang terhadap data yang sama dalam gambar, tabel dan teks. Untuk lebih memperjelas uraian, dapat menggunakan sub judul. Hindari pengulangan penjelasan yang terlalu mendetail.

Pengujian nilai lebar HAZ dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Hasil pengukuran dimasukkan dalam tabel dan grafik dengan variasi kecepatan 0,0045 m/s, 0,0252 m/s dan 0,0470 m/s.



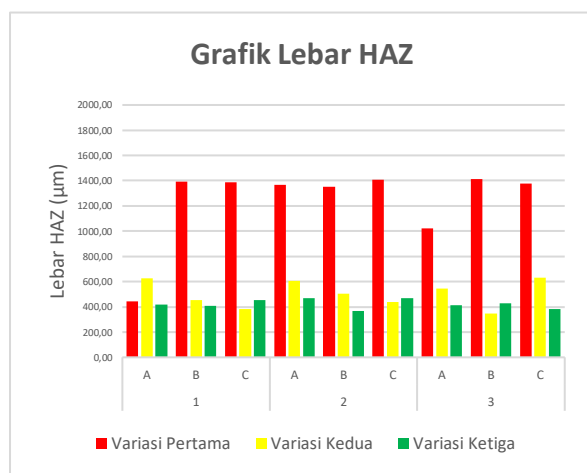
Gambar 5. Hasil Pengukuran Mikroskop

Berdasarkan gambar diatas adalah hasil proses pengukuran lebar HAZ menggunakan mikroskop.

Berdasarkan Pengujian I, pada pemotongan variasi pertama dengan kecepatan 0,0045 m/s, diketahui nilai lebar HAZ terkecil terdapat pada potongan pertama titik uji pertama dengan nilai 445.01  $\mu\text{m}$ . Sedangkan nilai lebar HAZ tertinggi terdapat pada potongan ketiga titik uji kedua dengan nilai lebar 1410.32  $\mu\text{m}$ .

Berdasarkan Hasil pengujian II, pada pemotongan variasi kedua dengan kecepatan 0,0252 m/s, diketahui nilai lebar HAZ terkecil terdapat pada potongan ketiga titik uji kedua dengan nilai 346.12  $\mu\text{m}$ . Sedangkan nilai lebar HAZ tertinggi terdapat pada potongan ketiga titik uji ketiga dengan nilai lebar 630.99  $\mu\text{m}$ .

Berdasarkan Hasil Pengujian III, pada pemotongan variasi ketiga dengan kecepatan 0,0470 m/s, diketahui nilai lebar HAZ terkecil terdapat pada potongan kedua titik uji kedua dengan nilai 368.26  $\mu\text{m}$ . Sedangkan nilai lebar HAZ tertinggi terdapat pada potongan kedua titik uji pertama dengan nilai lebar 468.63  $\mu\text{m}$ .



Gambar 6. Grafik Lebar HAZ

Lebar HAZ yang paling lebar adalah pada kecepatan variasi pertama 0,0045 m/s dengan nilai lebar HAZ 1410,32  $\mu\text{m}$ . sementara itu lebar HAZ pada awal pemotongan pertama lebar HAZ cenderung menurun dikarenakan kestabilan listrik yang didapatkan motor penggerak berjalan normal akan tetapi pada pertengahan pemotongan *nozle* berjalan dengan tidak baik menyebabkan proses pemotongan sangat lama dan menyebabkan lebar HAZ

sangat tinggi. Sebaliknya lebar HAZ yang paling kecil ada pada variasi kedua 0,0252 m/s dengan nilai lebar 346,12  $\mu\text{m}$ , akan tetapi lebar rata-rata HAZ setiap variasi yang paling kecil ada pada variasi ketiga 0,0470 m/s dengan nilai lebar 422,53  $\mu\text{m}$  dikarenakan kecepatan potong yang stabil dan tidak ada hambatan arus listrik pada motor penggerak.

Pada hasil pengujian kekerasan material setelah dilakukan pemotongan menggunakan *plasma cutting* material akan mengalami perubahan sifat kekerasan dikarenakan mendapatkan perlakuan panas pada proses pemotongan.

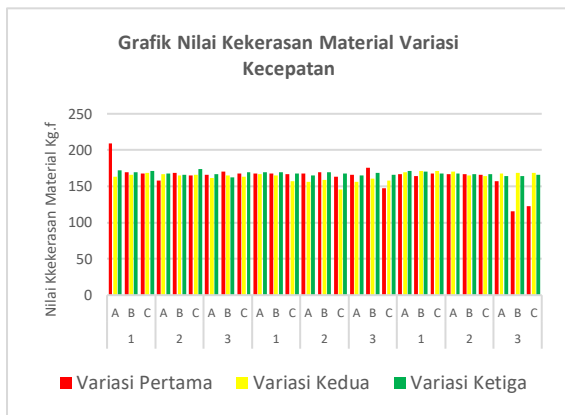
Pengujian nilai kekerasan material dilakukan dengan menggunakan pengujian *Vickers* dengan menggunakan pengujian *Vickers* dengan beban 20 kg.f. Hasil dari pengujian *Vickers* dimasukan dalam tabel dibawah ini.

Berdasarkan Pengujian IV, pada pemotongan variasi pertama dengan kecepatan 0,0045 m/s, diketahui nilai kekerasan material terkecil terdapat pada potongan ketiga, jalur uji ketiga, ketiga titik uji kedua dengan nilai 115,86 Kg.f. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada potongan pertama, jalur uji pertama, titik uji pertama dengan nilai kekerasan 209,06 Kg.f. Dan rata-rata kekerasan adalah 163,96 kg.f.

Berdasarkan pengujian V, pada pemotongan variasi kedua dengan kecepatan 0,0252 m/s, diketahui nilai kekerasan material terkecil terdapat pada potongan kedua, jalur uji kedua, ketiga titik uji ketiga dengan nilai 145,23 Kg.f. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada potongan ketiga, jalur uji pertama, titik uji kedua dengan nilai kekerasan 171,49 Kg.f. Dan rata-rata kekerasan adalah 163,76 kg.f.

Berdasarkan pengujian VI, pada pemotongan variasi Ketiga dengan kecepatan 0,0470 m/s, diketahui nilai kekerasan material terkecil terdapat pada potongan pertama, jalur uji ketiga, titik uji kedua dengan nilai 162,61 Kg.f. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada

potongan pertama, jalur uji kedua, titik uji ketiga dengan nilai kekerasan 173,4 Kg.f. Dan rata-rata kekerasan adalah 167.753 Kg.f.



Gambar 7. Grafik Nilai kekerasan Material

Pada analisa kekerasan material yang paling tinggi dan paling rendah pada kecepatan variasi pertama 0,0045 m/s dengan nilai kekerasan 209,06 Kg.f dan 115,86 Kg.f hal tersebut dikarenakan pemotongan yang sangat lama menyebabkan material mendapatkan panas yang lebih besar dan ketidakstabilan motor penggerak pada proses pemotongan sehingga *nozle* bergerak tidak beraturan. Akan tetapi nilai rata-rata kekerasan material yang paling tinggi pada kecepatan variasi ketiga 0,0470 m/s dengan nilai 167,756 Kg.f dikarenakan mendapatkan perlakuan panas yang kecil dari proses pemotongan sehingga nilai kekerasan material berpengaruh kecil dari sifat material dan yang mendapatkan perlakuan panas besar dari pemotongan material berpengaruh besar terhadap nilai kekerasan material .

Jarak celah yang dihasilkan pada proses pemotongan *stainless steel* SUS 304 dengan menggunakan *plasma cutting* di tampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Jarak Celah Pemotongan

Kecepatan (m/s)	Hasil (mm)
0,0045	1,22
0,0252	1.16
0,047	1,06

Berdasarkan tabel 1, jarak celah hasil pemotongan terkecil terdapat pada kecepatan 0,0045 m/s di pemotongan pertama dengan nilai 1,06 mm dan jarak celah hasil pemotongan terbesar ada pada kecepatan 0,0252 m/s di pemotongan kedua dengan nilai 1,22 mm.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data mengenai pengaruh variasi kecepatan menggunakan Plasma Cutting pada proses pemotongan material Stainless Steel SUS 304, dapat disimpulkan pada performa alat yaitu perancangan alat kecepatan potong berfungsi dengan baik, tetapi pada kecepatan pertama, pergerakan *nozle* kurang stabil akibat hambatan pada motor penggerak yang diatur oleh dimmer sebagai pengendali kecepatan

Pada Lebar HAZ (Heat Affected Zone) rata-rata terkecil ditemukan pada kecepatan ketiga (422,53  $\mu\text{m}$ ), sedangkan pada kecepatan kedua meningkat menjadi 503,81  $\mu\text{m}$ , dan kecepatan pertama mengalami peningkatan lebih besar hingga 1240,33  $\mu\text{m}$ .

Kekerasan material rata-rata tertinggi dicapai pada kecepatan ketiga (167,75 Kg.f). Kecepatan pertama menunjukkan penurunan kekerasan (163,75 Kg.f), diikuti oleh kecepatan kedua dengan penurunan kekerasan menjadi 163,96 Kg.f.

Celah potong terkecil ditemukan pada kecepatan ketiga dengan lebar 1,06 mm. Hal ini disebabkan oleh pergerakan *nozle* yang lebih stabil pada kecepatan tinggi, menghasilkan potongan yang lebih presisi, sedangkan Kecepatan optimal: Kecepatan terbaik adalah 0,0470 m/s (kecepatan ketiga) karena menghasilkan lebar HAZ yang kecil dan kekerasan material yang tinggi.

#### Referensi

- [1] Arifin, Z. (2018). *Pengaruh Variasi Cutting Speed Terhadap Kekasaran Permukaan SUS 304 pada Proses Laser Cutting Menggunakan Gas N2*. repository.ub.ac.id.

- [2] A. Iosub, Gh. Nagit, F. Negoescu, "Plasma Cutting of Composite Materials", *International Journal of Material Forming* (2008) Suppl 1:1347–1350
- [3] A. Parthiban, J.P. Prasath, P. Vivek, R. Pugazhenti, "Experimental investigation of plasma arc cutting for stainless steel sheet", *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 8(1), IJMPERD, FEB, 2018110, pp. 907-914
- [4] Bahri, S. (2020). Pengujian Kekerasan Metode Vickers. *mesin.pnl.ac.id*.
- [5] B. Nedic, M. Jankovic, M. Radovanovic, G. G. Lakic, "Quality of plasma cutting", *Proc. Of 13th International Conference on Tribology (SERBIATRIB "13)*, Kragujevac, Serbia, 15 – 17 May 2013, pp: 314-319
- [6] Dedy Rizkiawan, W. S. (2020). Pengaruh Variasi Tekanan Udara Pada Pemotongan Plat Baja ST 37 Menggunakan CNC Plasma Cutting Terhadap Struktur Micro, Kerf dan Kekerasan. *journal.unnes.ac.id*.
- [7] Ghani, R. M. (2016). Pengendali Suhu Otomatis Pada Mesin Pengereng Elektrik Dengan Model Dimmer (Peredupan) Berbasis Atmega16a. <http://eprints.uny.ac.id>.
- [8] Hafid Dian Aji Mahendra, K. H. (2020). Rancang Bangun Lengan Robot Penggambar Bidang Datar Dua Dimensi. *publikasi.atmi.ac.id*.
- [9] K. Salonitis, S. Vatousianos, "Experimental Investigation of the Plasma Arc Cutting Process", *Procedia CIRP*, Vol 3, 2012, 287 – 292 (45th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2012)
- [10] Nugraha, M. P. (2019). Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Dan Lebar Haz Pada Proses Pemotongan Stainless Steel Sus 304 Dengan Menggunakan Plasma Cutting. *repository.its.ac.id*.
- [11] Riyadi, T. (2014). *Pembangunan Kontrol Motor Listrik Untuk Mengontrol Membuka Dan Menutup Pintu Tanggul Pada Simulator Peringatan Dini Pengendalian Bahaya Banjir Menggunakan Pemrosesan Data Elektronik*. *ejournal.poltektegal.ac.id*.
- [12] Samudra, B. E. (2022). Analisis Beda Variasi Temperatur Pemanasan Terhadap Kkekerasan Pada Baja ST42. <https://eprints.umm.ac.id/88584/>.
- [13] SUGESTIAN, M. R. (2016). *Analisa Kekuatan Sambungan Las Smaw Vertical Horizontal Down Hand Pada Plate Baja Jis 3131sphc Dan Stainless Steel 201 Dengan Aplikasi Penyangga Piles Transfer Di Mesin Thermoforming ( Stacking Unit )*. *eprints.itn.ac.id*.
- [14] Yasyifa, M. D. (2021). Analisis Perbandingan Waktu Proses Pemotongan Baja Ss 400 Pada Cnc Plasma Cutting Dengan Variasi Bentuk Pemotongan Dan Jarak Nozzle. *eprints.polsri.ac.id*, 1.
- [15] Z. Cinar, M. Asmael, Q. Zeeshan, "Developments in Plasma Arc Cutting (PAC) of Steel Alloys: A Review", *Jurnal Kejuruteraan* 30(1) 2018: 7-16