

PENGARUH KECEPATAN PEMOTONGAN DAN KETEBALAN BAHAN TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN BAJA AISI 1045 MENGGUNAKAN CNC PLASMA ARC CUTTING

Ami Rima Rahmawati¹, Samsudin Anis², Rusiyanto³
^{1,2,3}Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang
e-mail: rimal1056@gmail.com

ABSTRACT

This experimental study aims to determine the effect of cutting speed and material thickness on the surface hardness and roughness resulting from the cutting of AISI-1045 steel using CNC Plasma Arc Cutting. The data analysis technique being used was descriptive statistics. The variables of cutting the AISI-1045 steel for the cutting speeds are 75 mm/min, 100 mm/min, and 125 mm/min. The variables for material thickness are 5 mm, 9 mm, and 13 mm. The experiment carried out were hardness test using Micro-hardness Tester M800 and roughness test using Surfscorder SE-1700. The results show that the lower the cutting speed, the higher the surface hardness and roughness value, and vice versa. The great thickness of the material, the hardness produced and the roughness value is higher. When the cutting speed and thickness of the material value are high, the workpiece cannot be cut off. The lowest hardness and surface roughness values were 261.33 HV and 10.3 μm , respectively, using a cutting speed of 125 mm/min and the material thickness of 5 mm. The highest hardness value is 319.66 HV, using a cutting speed of 75 mm/min and material thickness of 13 mm. The highest surface roughness value is 26.8 μm , which were obtained using a cutting speed of 75 mm/min and material thickness of 9 mm.

Keywords: AISI-1045 steel, cutting speed, material thickness, hardness, surface roughness

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pemotongan dan ketebalan bahan terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan hasil pemotongan baja AISI-1045 menggunakan *CNC Plasma Arc Cutting*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan teknik analisis data yang digunakan adalah statistika deskriptif pada pemotongan baja AISI-1045 dengan kecepatan pemotongan 75 mm/min, 100 mm/min, 125 mm/min dan tebal bahan 5 mm, 9 mm, dan 13 mm. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan *microhardness tester* M800 dan pengujian kekasaran dilakukan menggunakan *Surfscorder SE-1700*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin rendah kecepatan pemotongan maka nilai kekerasan semakin tinggi dan nilai kekasaran permukaan semakin tinggi atau sebaliknya. Semakin besar ketebalan bahan yang digunakan maka nilai kekerasan yang dihasilkan semakin tinggi dan nilai kekasaran semakin tinggi atau sebaliknya. Semakin tinggi kecepatan pemotongan dan ketebalan bahan, benda kerja tidak dapat terpotong. Nilai kekerasan dan kekasaran permukaan paling rendah yaitu 261,33 HV dan 10,3 μm dengan kecepatan pemotongan 125 mm/min dan ketebalan bahan 5 mm. Nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu 319,66 HV dengan menggunakan kecepatan pemotongan 75 mm/min dan ketebalan bahan 13 mm dan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 26,8 μm dengan kecepatan pemotongan 75 mm/min dan ketebalan bahan 9 mm.

Kata kunci: baja AISI-1045, kecepatan pemotongan, ketebalan bahan, kekerasan, kekasaran permukaan

PENDAHULUAN

Pemotongan suatu material merupakan prosedur pertama di mana berbagai metode pemotongan dapat digunakan tergantung pada kebutuhannya, misalnya seperti kapasitas pemotongan, kualitas permukaan, jenis material yang dipotong, kemampuan operasinya, efisiensi biaya, dan faktor

keamanannya. Pemotongan material dapat dilakukan oleh tenaga mekanis dengan metode pemotongan seperti pengguntingan dan penggergajian, serta sumber panas temperatur tinggi menggunakan metode pemotongan dengan gas dan mesin potong busur plasma (Heri Sunaryo, 2008).

Saat ini, di Industri konstruksi berkembang teknik pemotongan material

menggunakan sumber panas temperatur tinggi salah satunya menggunakan mesin potong busur plasma atau biasa disebut dengan *plasma arc cutting* (PAC). Al Antoni Akhmad (2009: 51-56) memaparkan bahwa *plasma arc cutting* (PAC) merupakan metode pemotongan logam yang digunakan untuk mempermudah pengerjaan dengan memanfaatkan gas yang terionisasi dan dialirkan dengan suhu yang sangat tinggi yang digunakan untuk memotong berbagai jenis material seperti *stainless steel*, *mangan steel*, *alloy titanium*, tembaga, magnesium, aluminium, paduan besi, dan baja (Patel, B. Sagar, K. T. Vyas, 2017: 87-93). Keuntungan dari metode pemotongan menggunakan *plasma arc cutting* yaitu waktu yang efisien, biaya yang rendah dan kemungkinan memotong bahan yang lebih tebal (kurang lebih 150 mm). Sedangkan untuk kelemahannya yakni sangat tinggi tingkat kebisingannya, resiko sengatan listrik, radiasi plasma yang tinggi, dan besarnya jumlah asap dan gas (Koczylas, Agnieszka, Z. Kazimierz, 2015: 78-82).

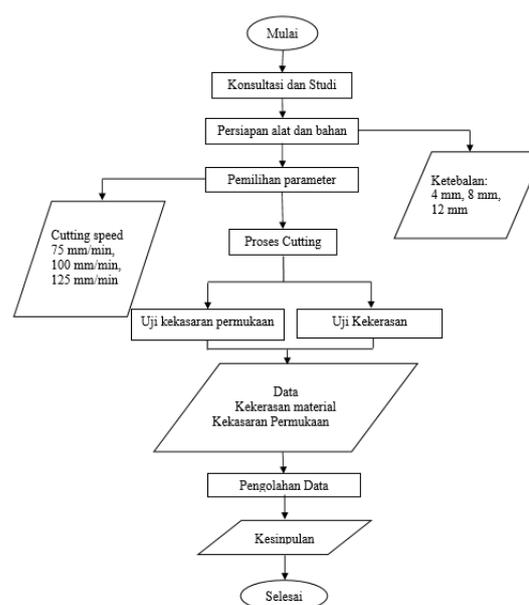
Penelitian tentang proses pemotongan *arc plasma* yang dilakukan oleh Salonitis, K. & S. Vatousianos (2012) dilakukan untuk mengidentifikasi parameter proses pemotongan, yakni kecepatan potong, arus pemotongan, tekanan gas plasma dan jarak *torch*.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Bhuvnesh, R., M. S. Abdul Manan, M. H. Norizaman (2012) tentang pemotongan logam menggunakan *plasma arc cutting* ditinjau dari kekasaran permukaan dan efek MRR pada mesin *plasma arc cutting*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa peneliti melakukan percobaan sebanyak 9 dengan 2 variasi ketebalan bahan yaitu 3 mm dan 6 mm di mana penelitian ini memberikan hasil bahwa nilai *Surface Roughness* (SR) berbanding terbalik dengan nilai *Material Removal Rate* (MRR). Maksudnya adalah semakin besar nilai MRR maka kekasaran permukaan atau SR semakin kecil dan sebaliknya.

Pemotongan baja sudah banyak dilakukan di dunia industri, pada pemotongan logam harus memperhatikan kualitas dari hasil pemotongan. Kualitas Pemotongan logam dengan *plasma arc cutting* dapat dilihat dari beberapa faktor yaitu kedataran, ketegaklurusan, pelelehan sisi teratas, material yang harus terbuang, dan kekasaran permukaan (Heri Sunaryo, 2008). Pada pemotongan logam menggunakan *plasma arc cutting* akan menimbulkan perubahan struktur logam yang diakibatkan oleh terjadinya proses pemanasan pada pemotongan logam berupa kekerasan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor misalnya bentuk, *angle torch* dan ukuran *welding torch*, kecepatan pemotongan, gas *orifice* yang digunakan, intensitas dari nyala pemanasan, dan kondisi logam yang dipotong.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pemotongan dan ketebalan bahan terhadap kekerasan material dan kekasaran permukaan pada pemotongan baja AISI 1045 menggunakan CNC *plasma arc cutting*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sebelum melakukan pemotongan bahan menggunakan *plasma arc cutting*, terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan serta menentukan parameter yang akan digunakan.

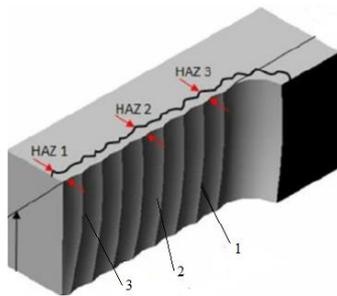
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat baja AISI 1045 dengan variasi ketebalan 5 mm, 9 mm, dan 13 mm. Spesifikasi dari plat baja AISI 1045 sebagai berikut:

1. Baja AISI 1045 termasuk *medium steel carbon*
2. Memiliki kandungan karbon 0,51 karbon
3. Memiliki kekerasan ≤ 190 HV

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya las plasma redbo cut 40A dengan kapasitas mampu untuk memotong *carbon steel, stainless steel, low-alloy steel* dengan ketebalan 0.5-12 mm serta mesin CNC *plasma arc cutting*.

Variasi kecepatan pemotongan yang digunakan adalah 75 mm/min, 100 mm/min, dan 125 mm/min. Sedangkan ketebalan pelat baja AISI 1045 yang digunakan yaitu dengan tebal 5 mm, 9 mm, dan 13 mm.

Setelah dilakukan proses pemotongan, proses selanjutnya yakni menguji pengaruh kecepatan pemotongan dan ketebalan bahan terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan. Dimensi spesimen yang diuji pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Titik Uji Kekerasan dan Kekasaran Permukaan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat uji *Vickers* yaitu *Microhardness Tester M800* pada daerah haz yang sudah ditentukan pada spesimen. Pengujian dilakukan dengan cara

membandingkan kekerasan *raw material* dengan material setelah dipotong menggunakan CNC *plasma arc cutting*. Sedangkan pengujian kekasaran permukaan dilakukan menggunakan *Surfcorder SE-1700* dengan mencari nilai kekasaran permukaan yang paling rendah dari proses *cutting* dengan masing-masing variabel yang sudah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemotongan baja AISI 1045 disajikan pada gambar berikut.



Ketebalan 5 mm kecepatan 75 mm/menit



Ketebalan 5 mm kecepatan 100 mm/menit



Ketebalan 5 mm kecepatan 125 mm/menit

Gambar 3. Hasil Pemotongan Ketebalan 5 mm



Ketebalan 9 mm kecepatan 75 mm/menit



Ketebalan 9 mm kecepatan 100 mm/menit



Ketebalan 9 mm kecepatan 125 mm/menit

Gambar 4. Hasil Pemotongan Ketebalan 9 mm

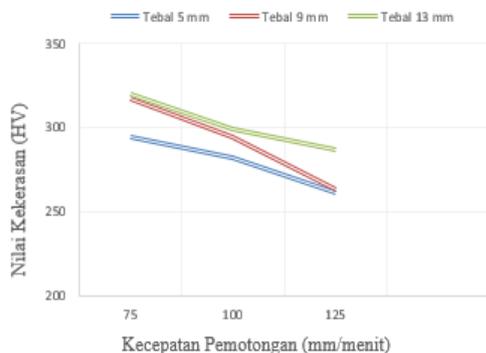
Gambar 3 dan 4 merupakan pemotongan logam dengan ketebalan 5 mm dan 9 mm menggunakan kecepatan 75 mm/menit, 100 mm/menit, dan 125 mm/menit. Pemotongan pada ketebalan 5 mm/menit dan 9 mm/menit dapat dipotong menggunakan CNC *plasma arc cutting*.



Gambar 5. Hasil pemotongan ketebalan 13 mm

Gambar 5 merupakan hasil pemotongan baja AISI 1045 menggunakan CNC *plasma arc cutting* dengan ketebalan 13 dan variasi kecepatan 75 mm/menit, 100 mm/menit, dan 125 mm/menit. Hasil pada gambar 5 dapat dilihat bahwa dengan ketebalan dan variasi kecepatan tersebut maka bahan tidak dapat terpotong.

Berikut adalah data hasil pengukuran nilai kekerasan dari pemotongan baja AISI 1045 menggunakan CNC *Plasma Arc Cutting*.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengukuran Kekerasan Material

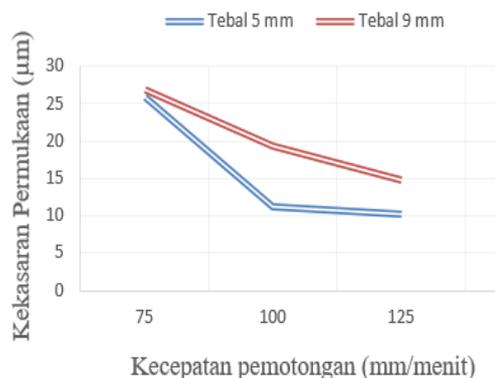
Grafik pada Gambar 6 dapat diketahui bahwa nilai kekerasan spesimen dikelompokkan berdasarkan variasi ketebalan bahan yaitu 5 mm, 9 mm, dan 13 mm. Nilai kekerasan pada ketebalan bahan 5 mm dengan kecepatan 75 mm/menit mendapat nilai kekerasan sebesar 294 HV, nilai kekerasan dengan kecepatan potong 100 mm/menit mendapat nilai kekerasan sebesar 282,33 HV, dan nilai kekerasan kecepatan 125 mm/menit mendapat nilai kekerasan sebesar 261,33 HV. Nilai kekerasan pada ketebalan bahan 9 mm dengan kecepatan 75 mm/menit mendapat nilai

kekerasan sebesar 316,66 HV, nilai kekerasan dengan kecepatan pemotongan 100 mm/menit mendapat nilai kekerasan sebesar 294 HV, dan nilai kekerasan kecepatan pemotongan 125 mm/menit mendapat nilai kekerasan sebesar 263,33 HV. Nilai kekerasan pada ketebalan bahan 13 mm dengan kecepatan 75 mm/menit mendapat nilai kekerasan sebesar 319,66 HV, nilai kekerasan dengan kecepatan pemotongan 100 mm/menit mendapat nilai kekerasan sebesar 299 HV, dan nilai kekerasan kecepatan pemotongan 125 mm/menit mendapatkan nilai kekerasan sebesar 287 HV.

Hasil pemotongan dengan variasi kecepatan pemotongan dan ketebalan bahan memiliki nilai kekerasan yang berbeda. Nilai kekerasan 261,66 HV merupakan nilai yang paling rendah yaitu dengan menggunakan kecepatan pemotongan 125 mm/menit dan ketebalan bahan 5 mm. Sedangkan nilai tertinggi diperoleh dari hasil pemotongan dengan kecepatan 75 mm/menit dan ketebalan bahan 13 mm yaitu sebesar 319,66 HV.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perubahan yang signifikan nilai kekerasan material sebelum dipotong dengan material setelah dipotong. Sebelum dipotong nilai kekerasan material baja AISI 1045 yaitu ≤ 190 HV dan setelah dipotong menggunakan mengalami CNC *plasma arc cutting* kekerasan mengalami perubahan yang signifikan.

Berikut adalah data hasil pengukuran nilai kekasaran permukaan dari pemotongan baja AISI 1045 menggunakan CNC *Plasma Arc Cutting*.



Gambar 7. Hasil Pengukuran Nilai Kekasaran Permukaan

Nilai kekasaran permukaan pada ketebalan 5 mm didapatkan hasil bahwa nilai kekasaran pertama dengan kecepatan pemotongan 75 mm/menit mendapatkan nilai sebesar 25,85 μm , nilai kekasaran permukaan dengan kecepatan pemotongan 100 mm/menit mendapatkan nilai sebesar 11,24 μm , dan untuk nilai kekasaran permukaan pada kecepatan 125 mm/menit mendapatkan nilai sebesar 10,30 μm . Nilai kekasaran permukaan pada ketebalan 9 mm didapatkan hasil bahwa nilai kekasaran dengan kecepatan pemotongan 75 mm/menit mendapatkan nilai sebesar 26,8 μm , nilai kekasaran permukaan dengan kecepatan pemotongan 100 mm/menit mendapatkan nilai sebesar 11,24 μm , dan untuk nilai kekasaran permukaan pada kecepatan pemotongan 125 mm/menit mendapatkan hasil sebesar 10,30 μm . Nilai kekasaran permukaan pada ketebalan 13 mm tidak dapat diukur kekasaran permukaannya karena masing-masing spesimen tidak terpotong.

Nilai kekasaran permukaan (R_a) 10,30 μm merupakan nilai yang paling rendah yaitu dengan menggunakan kecepatan pemotongan 125 mm/menit dan ketebalan bahan 5 mm. Sedangkan nilai tertinggi sebesar 26,8 μm diperoleh dari hasil pemotongan dengan kecepatan 75 mm/menit dan ketebalan bahan 9 mm. Pada ketebalan 13 mm hasil dari pemotongan menggunakan CNC *plasma arc cutting* pada masing-masing kecepatan pemotongan tidak dapat terpotong.

Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan potong adalah faktor yang paling penting pada tingkat kekasaran permukaan (Ozek, C., C. Ulas, U. Engin, 2012). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa hasil pemotongan yang optimum dipengaruhi oleh penggunaan kecepatan pemotongan pada ketebalan yang tepat. Kualitas hasil pemotongan menggunakan *plasma arc cutting* dipengaruhi oleh kecepatan potong, tekanan gas, kekuatan nyala pemanasan awal (*preheating*), jarak antara tip dengan material yang dipotong dan kebersihan

dari tip, diameter plasma, kemiringan *touch*, jenis material, dan ketebalan material. Sedangkan kualitas hasil pemotongannya dapat dilihat dari ketegaklurusan, pelelehan sisi teratas, material yang harus terbuang, kedataran, dan kekasaran permukaan (Heri Sunaryo, 2008).

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut. (1) Semakin rendah kecepatan pemotongan maka nilai kekerasan semakin tinggi dan nilai kekasaran permukaan semakin tinggi. Semakin tinggi kecepatan pemotongan yang digunakan maka nilai kekerasan yang dihasilkan semakin rendah dan nilai kekasaran semakin rendah, namun semakin tinggi kecepatan pemotongan benda kerja tidak dapat terpotong. (2) Semakin rendah ketebalan bahan maka nilai kekerasan semakin rendah dan nilai kekasaran permukaan semakin rendah. Semakin tinggi ketebalan bahan yang digunakan maka nilai kekerasan yang dihasilkan semakin tinggi dan nilai kekasaran semakin tinggi, namun semakin tinggi ketebalan bahan benda kerja tidak dapat terpotong.

DAFTAR RUJUKAN

- Al Antoni Akhmad. 2009. Pemesinan Non Konvensional Plasma Arc Cutting. *Jurnal Rekayasa Mesin* 9(2):51–56.
- Bhuvnesh, R., M. S. Abdul Manan, M. H. Norizaman. 2012. The Study of Surface Roughness and MRR of Mild Steel Using Manual Plasma Arc Cutting Machining. *Advanced Materials Research* Vol 5(76):3–6.
- Heri Sunaryo. 2008. *Teknik Pengelasan Kapal*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Koczylas, Agnieszka, Z. Kazimierz. 2015. Effect of Plasma Cutting Parameters Upon Shapes of Bearing Curve of C45 Steel Surface. *Advances in Science and*

- Technology Research Journal* 9(27):78–82.
- Ozek, C., C. Ulas, U. Engin. 2012. Materials and Manufacturing Processes A Fuzzy Model for Predicting Surface Roughness in Plasma Arc Cutting of AISI 4140 Steel A Fuzzy Model for Predicting Surface Roughness in Plasma Arc Cutting of AISI 4140 Steel. *Materials and Manufacturing Processes* 27 (September 2014):37–41.
- Patel, B. Sagar, K. T. Vyas. 2017. Parametric Investigation of Plasma Arc Cutting on Aluminium Alloy 6082. *International Conference on Ideas, Impact and Innovation in Mechanical Engineering* 5:87–93.
- Salonitis, K. & S. Vatousianos. 2012. Experimental Investigation of the Plasma Arc Cutting Process. *Procedia CIRP* 3(1):287–292.