

OPTIMASI PROSES PARAMETER PEMOTONGAN *PLASMA ARC CUTTING* PADA LOGAM ALUMINIUM MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Abdul Hamid*, Oyong Novareza dan Teguh Dwi Widodo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Jl. Ketawanggede, Lowokwaru, Malang, East Java 65145

*Email : abdulhamid200292@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus dan gas flow rate terhadap lebar celah alur pemotongan menggunakan cutting plasma pada Aluminium 5083. Metode penelitian yang digunakan ialah rancangan penelitian eksperimental. Teknik analisis data menggunakan analisis metode Taguchi Anova. Analisis statistik tersebut digunakan untuk mengetahui kombinasi parameter yang optimum serta kontribusi setiap parameter. Penerapan metode Taguchi ini dalam optimasi parameter proses pemotongan plasma arc cutting menghasilkan 3 faktor terkontrol yaitu kuat arus, tekanan gas, dan jarak pemotongan dan faktor respon adalah kekasaran (SR), lebar kerf, dan conicity. Berdasarkan analisis Taguchi setiap faktor respons memiliki urutan faktor terkontrol yang berbeda – beda. Jumlah kontribusi untuk setiap variabel respon pada gambar pada kekasaran logam (SR), kuat arus memiliki kontribusi sebesar 93 %, jarak pemotongan 6.01% dan gas 0.9%. Selanjutnya variabel respon yang lain kerf, jarak pemotongan memiliki kontribusi sebesar 85% diikuti variabel yang lain. Pada conicity kontribusi yang terbesar adalah jarak pemotongan dengan nilai prosentase 66.06% diikuti yang lain.

Kata kunci : kuat arus, gas flow rate, lebar kerf, Aluminium, Cutting Plasma, Taguchi, ANOVA

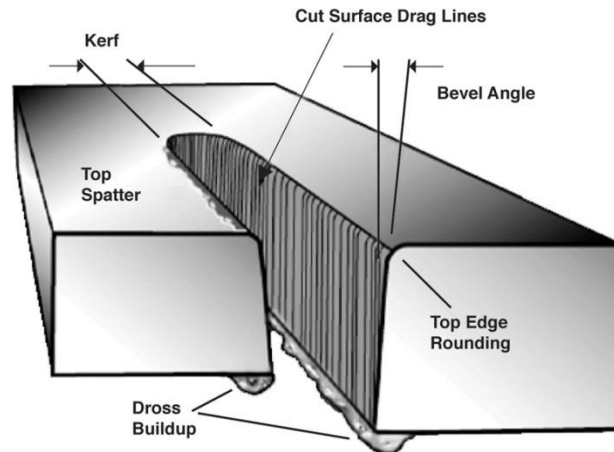
1. PENDAHULUAN

Waktu adalah hal yang diperhitungkan dalam dunia kerja, salah satunya didunia industri fabrikasi logam. “Kebutuhan jam orang (JO) untuk paket kerja nyata masuk dalam anggaran. Jika suatu paket kerja tidak lengkap ketika anggaran telah habis, maka akan ada kecenderungan meminjam jam orang dari pekerjaan lain yang melebihi anggaran (Suwasono, 2004:4). Dalam dunia manajemen industri perlu adanya pemanfaatan waktu, waktu disini adalah waktu dalam proses pengerjaan logam mentah menjadi barang jadi. Jika dalam proses ke proses kita dapat meminimalisir dan memaksimalkan waktu dalam pengerjaan, maka produk yang dihasilkan akan sesuai target dan biaya produksi menjadi lebih ekonomis.

Plasma cutting adalah proses yang yang digunakan dalam memotong logam dimana memanfaatkan energi plasma yang keluar dari *torch* plasma yang ditekan keluar dengan kecepatan tinggi. Pemotongan plasma merupakan proses dimana memotong logam baja dan logam lain menggunakan *torch* plasma (Singh, 2011). Kuat arus dan tekanan gas adalah dua parameter pemotongan dalam penyetelan penggunaan alat *cutting plasma* saat beroperasi. Parameter yang harus diperhatikan dalam pemotongan plasma antara lain polaritas listrik, besar arus, kecepatan laju gas, kecepatan pemotongan dan lain sebagainya (Cook, 1999). Pada penelitian yang lain parameter yang berpengaruh seperti *cutting height* dominan berpengaruh dalam pemotongan dalam menentukan optimasi Conicity, MRR dan SR, sedangkan Cutting Current paling berpengaruh dalam lebar HAZ (Salonitis, 2012). Sehingga pengaturan parameter yang tepat dapat memberikan hasil HAZ yang lebih kecil agar struktur mikro dari logam tersebut masih seperti base material sesuai penggunaannya.

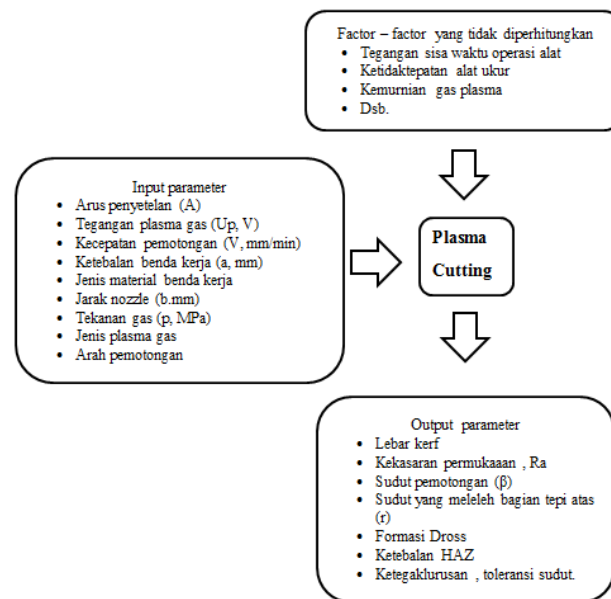
Pengoptimalan hasil pemotongan sesuai dengan standar EN ISO 9013 menyatakan standar permukaan hasil pemotongan panas dibagi menjadi beberapa parameter sebagai berikut.

- a) Persamaan dan toleransi sudut (u)
- b) Rata – rata kedalaman lembah dan puncak permukaan (Rz5, Ra) kekasaran permukaan
- c) Drag (n) arah pemotongan
- d) Radius tepi atas yang meleleh (r)
- e) Lelehan logam (dross) pada bagian tepi bawah pemotongan.



Gambar 1. Kualitas pemotongan plasma cutting
Sumber : EN ISO 9013 (2013)

Untuk mencapai standar output parameter tersebut, maka diperlukan pengaturan input parameter yang tepat sesuai kebutuhan pemotongan. Dimana pengaturan parameter yang berpengaruh antara lain, kuat arus (*Ampere*), tekanan gas (*Gas Pressure*), Jenis *Nozzle*, Kecepatan pemotongan (*feed rate*) dsb. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Input dan output parameter

Mencapai hasil pemotongan yang baik sesuai standar ISO 9013, maka perlunya perbaikan kualitas dalam penentuan parameter dalam suatu proses. Suatu penelitian dalam menuju dengan rancangan produk dan mengoptimalkan proses produksi adalah hal penting untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas produk. Kualitas dapat dicapai dengan optimasi desain untuk meminimalkan biaya dalam mendapatkan dan mempertahankan posisi persaingan pasar dunia, khususnya industri fabrikasi logam.

Metode statistika telah banyak dikembangkan dari waktu ke waktu dan digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang optimasi. Salah satu metode optimasi yang banyak digunakan adalah Taguchi. Metode taguchi adalah salah satu metode *off-line* dalam mengendalikan kualitas produk, yaitu dengan usaha pengendalian atau perbaikan kualitas dengan dimulai dari perancangan hingga pemrosesan produk (Soejanto, 2009). Metode ini melakukan pendekatan efisien dengan menggunakan perencanaan percobaan untuk menghasilkan kombinasi atau factor

level yang dapat dikendalikan dengan biaya kecil namun tetap memsok dan memenuhi kebutuhan konsumen.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian Ini dilakukan di Bengkel CV Xberalamat Pakis Malang yang bergerak dibidang jasa pemotongan logam menggunakan mesin *Plasma Arc Cutting* CNC. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2018.

2.2. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen menggunakan metode taguchi dengan jumlah 3 faktor atau 3 variabel dengan 3 tingkat level pada masing – masing factor. 3 faktor tersebut adalah, kuat arus (A), tekanan gas (bar), dan jarak pemotongan (mm). dari ketika factor tersebut, peneliti ingin mengoptimalkan hasil pemotongan dengan variable terikat berupa lebar kerf, SR dan Conicity. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

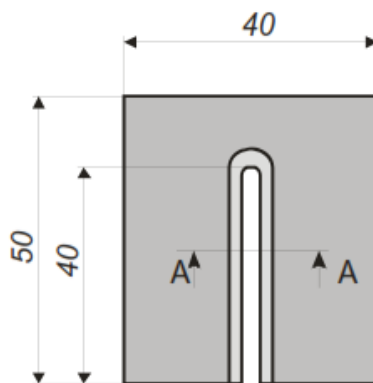
Tabel 1. Desain factor dan level

| Faktor Kontrol | Unit | Notasi | Level | | |
|------------------|------|--------|-------|-----|-----|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Tekanan Gas | bar | A | 4 | 5 | 6 |
| Arus | amp | B | 80 | 100 | 120 |
| Jarak Pemotongan | mm | C | 2 | 3 | 4 |

Variabel terikat pada penelitian kali ini adalah hasil kualitas permukaan berupa lebar kerf, kekasaran logam (SR), dan sudut permukaan (*Conicity*).

2.3. Obyek Penelitian

Obyek yang diteliti adalah kualitas hasil pemotongan Aluminium 5083 agar memenuhi standar EN ISO 9013 dengan mengoptimasi lebar *kerf*, kekasaran logam (SR), dan sudut permukaan (*Conicity*). Aluminium 5083 yang akan diteliti dengan dimensi panjang dan lebar 50 mm x 40 mm dengan ketebalan 10 mm, lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Dimensi benda kerja

Aluminium 5083 merupakan salah satu logam *non – ferrous* dimana jenis logam yang secara kimiawi tidak memiliki unsur besi atau Ferro (Fe). Masuk dalam kategori logam *aluminium* dengan paduan magnesium yaitu Al-Mg (seri5000). Dengan nilai titik cair logam sebesar 650⁰C dan memiliki kandungan unsur lain seperti pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Komposisi dan Sifat Mekanis Bahan Plat Logam Aluminium 5083

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Zn | Ti | Ni | Zr | Al |
| 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,4-1,0 | 4,0-4,8 | 0,06-0,25 | 0,25 | 0,16 | - | - | Sisa nya |

(Sumber : sertifikat logam aluminium 5083)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan hasil kualitas pemotongan berdasar pada factor-factor yang akan diteliti, maka, kita memerlukan rancangan matriks yang sesuai pada tabel 1. Faktor respon yang akan diteliti diantaranya, kekasaran permukaan (SR), Lebar *kerf*, dan *conicity*. Penelitian ini menggunakan 3 faktor dan 3 level, serta 3 kali replikasi dalam setiap penelitiannya. Dengan spesifikasi tersebut rancangan matriks $L_9 (3^3)$, 9 kali banyaknya baris/eksperimen. Derajat bebas dari matriks $L_9 (3^3)$ adalah 6, hasil penelitian pada tabel 3.

Tabel 3. Matriks dan Hasil Penelitian

| Eks | Arus (A) | Gas (bar) | Jarak (mm) | SR (µm) | Kerf (mm) | Conicity (%) |
|-----|----------|-----------|------------|---------|-----------|--------------|
| 1 | 80 | 4 | 2 | 0.032 | 0.82 | 11.84 |
| 2 | 80 | 5 | 3 | 0.031 | 0.888 | 9.3 |
| 3 | 80 | 6 | 4 | 0.03 | 1.022 | 8.8 |
| 4 | 100 | 4 | 3 | 0.036 | 0.912 | 7.85 |
| 5 | 100 | 5 | 4 | 0.041 | 0.976 | 9.46 |
| 6 | 100 | 6 | 2 | 0.036 | 0.724 | 11.29 |
| 7 | 120 | 4 | 4 | 0.04 | 1.178 | 7.43 |
| 8 | 120 | 5 | 2 | 0.0358 | 0.772 | 10.56 |
| 9 | 120 | 6 | 3 | 0.039 | 0.908 | 8.08 |

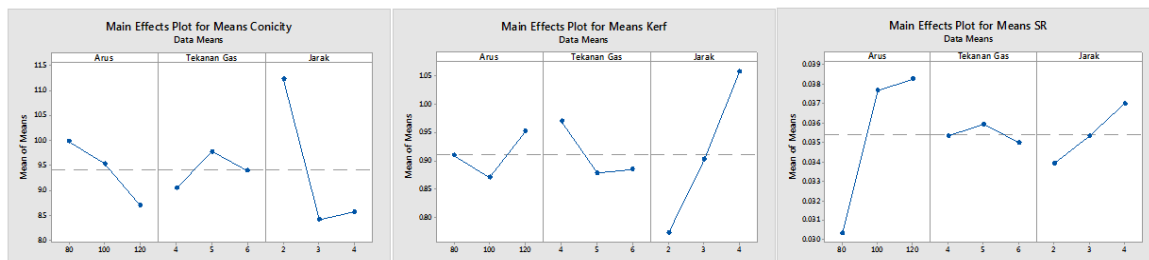
2.4. Analisis Taguchi

2.4.1. Perhitungan S/N Ratio dan Means.

Setelah selesai menghitung jumlah S/N rasio dari hasil penelitian tersebut menggunakan metode taguchi. Tujuan dari penelitian ini adalah memaksimalkan hasil pemotongan logam dengan mencari data seminimal mungkin, maka yang nilai “*Lower is Better*”. Rumus S/N rasio untuk pemilihan tersebut adalah sebagai berikut.

$$\left[\frac{S}{N} \right] = -10 \log_{10} \left(\frac{\sum y_i^2}{n} \right)$$

Dari pencapaian rumus tersebut, karakteristik dimana apabila semakin kecil (mendekati nol (nol adalah nilai ideal dalam hal ini) semakin baik. Kemudian penghitungan SN ratio dan Means terhadap factor respons masing masing digambarkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Means terhadap, kekasaran (SR), kerf, dan Conicity.

Dari gambar 4 maka kita dapat mengetahui kombinasi parameter optimal dalam mencari nilai minimum pada nilai kekasaran (sr), kerf, dan conicity. Didapatkan kombinasi

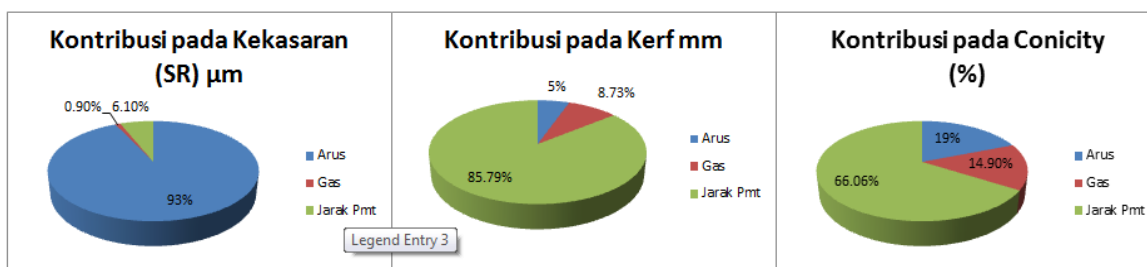
parameter untuk mencari nilai minimum di setiap variable bebas masing masing pada tabel 4.

Tabel 4. Kombinasi Parameter untuk Hasil Pemotongan Optimum.

| | Arus Level | Tekanan Gas Level | Jarak Pmt. Level |
|-----------|------------|-------------------|------------------|
| Roungness | A1 | B3 | C1 |
| Kerf | A2 | B2 | C1 |
| Conicity | A3 | B1 | C2 |

2.5. Perhitungan ANOVA

Setelah melakukan perhitungan SNR dan Means, maka dilakukan lanjut perhitungan ANOVA (*Analysis of Variance*). Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempunyai pengaruh terhadap hasil penelitian, maka perlu dihitung pula besar persentase faktor tersebut memberi pengaruh terhadap hasil eksperimen. Namun sebelumnya perlu dikumpulkan terlebih dahulu faktor-faktor yang tidak mempunyai pengaruh terhadap hasil padapooled e. Dengan mengumpulkan faktor-faktor yang tidak berpengaruh pada pooled e berarti nilai Sum of square-nya merupakan bagian dari nilai Sum of square error (SE). Kemudian untuk mempermudah dalam membaca persen kontribusi terhadap setiap factor kepada variable bebas dapat digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kontribusi parameter terhadap setiap variabel respon.

2.6. Analisis Hasil

Perhitungan main effect dengan software Minitab 18 diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Response Table for Means

| Response Table for Means SR | | | | Response Table for Means Kerf | | | | Response Table for Means Conicity | | | |
|-----------------------------|---------|-------------|---------|-------------------------------|--------|-------------|--------|-----------------------------------|-------|-------------|--------|
| Level | Arus | Tekanan Gas | Jarak | Level | Arus | Tekanan Gas | Jarak | Level | Arus | Tekanan Gas | Jarak |
| 1 | 0.03033 | 0.03533 | 0.03393 | 1 | 0.9100 | 0.9700 | 0.7720 | 1 | 9.980 | 9.040 | 11.230 |
| 2 | 0.03767 | 0.03593 | 0.03533 | 2 | 0.8707 | 0.8787 | 0.9027 | 2 | 9.533 | 9.773 | 8.410 |
| 3 | 0.03827 | 0.03500 | 0.03700 | 3 | 0.9527 | 0.8847 | 1.0587 | 3 | 8.690 | 9.390 | 8.563 |
| Delta | 0.00793 | 0.00093 | 0.00307 | Delta | 0.0820 | 0.0913 | 0.2867 | Delta | 1.290 | 0.733 | 2.820 |
| Rank | 1 | 3 | 2 | Rank | 3 | 2 | 1 | Rank | 2 | 3 | 1 |

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa factor yang mempengaruhi proses pemotongan pada setiap variabel bebas. Untuk Kekasaran logam secara berurutan dipengaruhi oleh arus, jarak, dan tekanan gas. Untuk lebar kerf secara berurutan dipengaruhi oleh jarak, gas, dan arus. Untuk Conicity secara berurutan dipengaruhi oleh jarak, arus dan gas.

Berdasarkan uji ANOVA, jumlah kontribusi untuk setiap variabel respon pada gambar 5. pada kekasaran logam (SR), kuat arus memiliki kontribusi sebesar 93 %, jarak pemotongan 6.01% dan gas 0.9%. Selanjutnya variabel respon yang lain kerf, jarak pemotongan memiliki kontribusi sebesar 85% diikuti variabel yang lain. Pada conicity kontribusi yang terbesar adalah jarak pemotongan dengan nilai prosentase 66.06% diikuti yang lain.

4. KESIMPULAN

Penerapan metode Taguchi ini dalam optimasi parameter proses pemotongan plasma arc cutting pada logam aluminium 5083 menghasilkan 3 faktor terkontrol yaitu kuat arus, tekanan gas, dan jarak pemotongan dan factor respon adalah kekasaran (SR), lebar kerf, dan conicity.

Berdasarkan analisis Taguchi setiap factor respons memiliki urutan factor terkontrol yang berbeda – beda. Jumlah kontribusi untuk setiap variabel respon pada gambar pada kekasaran logam (SR), kuat arus memiliki kontribusi sebesar 93 %, jarak pemotongan 6.01% dan gas 0.9%. Selanjutnya variabel respon yang lain *kerf*, jarak pemotongan memiliki kontribusi sebesar 85% diikuti variabel yang lain. Pada conicity kontribusi yang terbesar adalah jarak pemotongan dengan nilai prosentase 66.06% diikuti yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Cook, Dave. 1999. Solving PAC Cut Quality Problems – Dimensional, (Online), (http://www.centricut.com/TA_SolvingPACCutQualityProb.htm) diakses 30/11/2017
- ISO 9013, 2013. *Thermal cutting – Classification of thermal cuts – Geometrical product specification and quality tolerances*. www.iso.ch.
- Salonitis, K. and Vatousianus S. 2012. *Experimental Investigation of the Plasma Arc Cutting Process*. Procida CIRP 3. US. Pp 287 – 292.
- Singh, Vivek. 2011. *Analysis of Process Parameters of Plasma Arc Cutting Using Design of Experiment*. Departement of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Rourkela.
- Suwasono, Bagyo, 2004. *Manajemen Pembangunan Kapal*. Surabaya Universitas Hang Tuah Surabaya
- Soejanto, Irwan, 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Graha Ilmu. Yogyakarta