

PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP KARAKTER PERMUKAAN POTONG SS 304 PADA PROSES ABRASIVE WATER JET CUTTING

Bayu Satriya Wardhana¹, Rizki Aringga Perkasa², Rizky Khusnul Walid³
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. Mayjend Haryono No. 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: wardhanabayu@ub.ac.id

Abstract

Abrasive Water Jet Cutting (AWJ) is one of the non-conventional cutting methods that utilizes high pressure from water spray and abrasive particles to cut workpieces. Operation at low temperatures (cold working) causes this process does not cause microstructural changes on the cut surface. However, the use of fluid as a cutting medium will have an effect on the character of the resulting cut surface. Thus, in this study, the cutting distance parameters such as stand of distance (SOD), water pressure, and cutting speed are varied to obtain the characteristic image of cut surface of AWJ process. The method used in this study is an experimental study by varying SOD by 1 mm; 2 mm; 3 mm, 4 mm; 5 mm; 6 mm; pressure of pump within system 2500 psi; 2750 psi; 3000 psi; 3250 psi; 3500 psi; And cutting speed 20 mm / min; 40 mm / min; 60 mm / min; 80 mm / min; 100 mm / min. The results showed that the lowest surface roughness was obtained at 1 mm SOD of 2,15 μm , pressure of pump within system 3500 psi of 2,25 μm ; and the cutting speed of 20 mm / min is 1,73 μm . While the lowest dimensional deviation was generated at 1 mm SOD of 0.39 μm (top surface); 0.40 μm (bottom surface); Water pressure 3500 Psi of 0.39 μm (top surface); 0.40 μm (bottom surface); And a cutting speed of 20 mm / min at 0.39 μm (top and bottom surfaces).

Keywords: Keywords: Abrasive Water Jet Cutting, cutting parameters, surface character

PENDAHULUAN

Teknik pemotongan water jet cutting dengan menggunakan bahan abrasif (AWJ) dipatenkan pertama kali oleh Dr. Norman Franz, peneliti University of Michigan USA pada tahun 1968[1]. Dalam teknik pemotongan ini campuran air dan partikel abrasif bertekanan tinggi diarahkan melalui nozzle dan kemudian akan menumbuk material yang akan dipotong[2]. Keuntungan dari abrasive water jet cutting adalah dapat digunakan pada hampir semua bahan, tidak ada distorsi termal, dan fleksibilitas yang tinggi, serta kekuatan memotong kecil dan ramah lingkungan

Dalam perkembangan selanjutnya, AWJ menjadi semakin populer dalam dunia industri karena kemampuannya untuk memotong bahan dengan ketebalan dan kekerasan tinggi. Sebagai contoh AWJ mampu memotong plat stainless steel sapsii ketebalan 100 mm, plat aluminium sapsii ketebalan 120 mm, batu dengan ketebalan 140 mm, dan kaca dengan ketebalan 100 mm[3]. Kemampuan potong tersebut masih

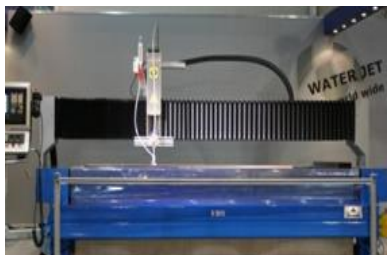
bisa ditingkatkan dengan meningkatkan tekanan fluida (air) maupun pemilihan partikel abrasive yang digunakan.

Pada proses pemotongan, kualitas akhir dari permukaan potong dan tingkat kepresisian menjadi prioritas utama. Karakter akhir dari permukaan potong sangat dipengaruhi oleh pemilihan parameter pemotongan yang digunakan. Proses AWJ memiliki parameter yang cukup banyak diantaranya adalah ukuran nossel; ukuran, komposisi, maupun jenis patrikel abrasive, jarak nossle dan benda kerja/ stand of distance (SOD); mass flow rate; dan lain-lain[4]. Dalam penelitian ini, parameter pemotongan berupa tekanan ppsi dalam sistem, SOD dan kecepatan pemotongan divariasikan untuk menyelidiki hubungannya dengan kualitas akhir permukaan potong, yang dalam hal ini diwakili oleh tingkat kepresisian dan kekasaran permukaan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan mesin AWJ merk flow model mach 2 dengan nossel

berukuran 0,8 mm dan tekanan maksimum 5000 psi (Gambar1). Stainless Steel grade 304 dengan ukuran 50 mm x 50 mm dan ketebalan 5 mm dipotong menggunakan mesin AWJ menjadi spesimen berukuran 3 mm x 3 mm dengan mengaplikasikan variasi SOD sebesar 1 mm; 2 mm; 3 mm, 4 mm; 5 mm; 6 mm; variasi tekanan popsi dalam sistem sebesar 2500 psi; 2750 psi; 3000 psi; 3250 psi; 3500 psi; dan variasi kecepatan potong 20 mm/min; 40 mm/min; 60 mm/min; 80 mm/min; 100 mm/min. Spesimen tersebut kemudian diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm untuk mengetahui penyimpangannya dengan dimensi yang telah ditetapkan. Selain itu, permukaan potong dari spesimen tersebut dilakukan pengujian kekasaran menggunakan mitutoyo surface roughness tester model SJ 210 (Gambar 2).



Gambar 1. Mesin AWJ Flow model Mach 2



Gambar 2. Mitutoyo Surface Roughness Tester model SJ 210

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengaruh SOD

Pengaturan jarak nosel dan benda kerja (SOD) memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kualitas potong AWJ. Semakin jauh jarak nosel dari benda kerja, semprotan air semakin tidak fokus atau diameter semprotan semakin besar, sehingga energi

kinetiknya berkurang. Hal ini sebenarnya telah dapat diprediksi sebelumnya melalui persamaan kontinuitas (persamaan 1(a) dan 1(b).; dimana kecepatan fluida mengalir berbanding terbalik dengan luas penampangya. Hasil kali luas penampang dengan kecepatan alir adalah debit fluida. Dalam penelitian ini, debit fluida dibuat tetap.

$$A_1 x v_1 = A_2 x v_2 \dots\dots\dots(1.a)$$

$$Q = A x v \dots\dots\dots(1.b)$$

Dimana ;

A = Luas penampang (m²)

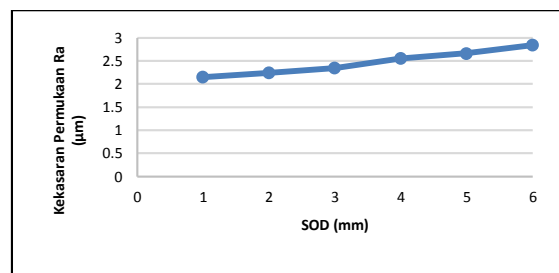
v = kecepatan alir (m/s)

Q = debit aliran (m³/s)

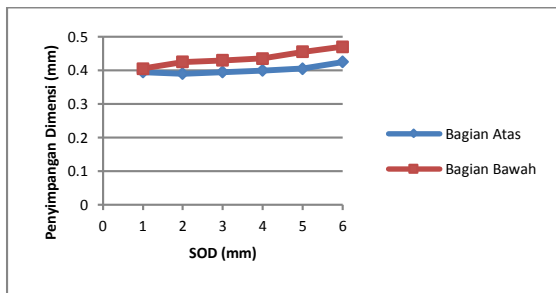
Luas penampang potong yang lebih besar dan penurunan energi kinetik menyebabkan peningkatan nilai kekasaran pada permukaan hasil pemotongan [4] (gambar 3a). Penurunan energi kinetik dan naiknya luas penampang potong tersebut juga berdampak pada meningkatnya penyimpangan dimensi pada proses pemotongan(gambar 3b). Kekasaran permukaan dan penyimpangan dimensi terkecil, yakni sebesar 2.15 μm dan sekitar 0,4 mm yang dicapai pada SOD paling rendah yaitu 1 mm (Tabel1).

Tabel 1. Pengaruh SOD terhadap kekasaran permukaan dan penyimpangan dimensi

SOD (mm)	Cutting Speed (mm/menit)	Tekanan Popsi (psi)	Kekasaran Permukaan Ra (mm)	Penyimpangan Dimensi (mm)	
				Atas	Bawah
1	20	2500	2,15	0,40	0,41
2	20	2500	2,24	0,39	0,43
3	20	2500	2,35	0,40	0,43
4	20	2500	2,56	0,40	0,44
5	20	2500	2,67	0,41	0,45
6	20	2500	2,85	0,42	0,47



Gambar 3. (a) Grafik hubungan SOD dan kekasaran permukaan



Gambar 3(b) Grafik hubungan SOD dan penyimpangan dimensi

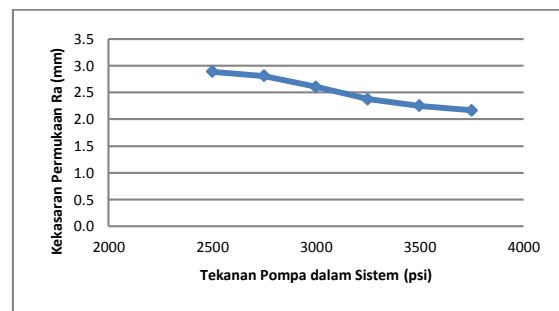
b. Pengaruh Tekanan

Pada mesin AWJ, tekanan sebenarnya yang berfungsi untuk memotong benda kerja adalah tekanan yang terjadi pada semburan air dan campuran partikel abrasive setelah keluar nosel. Hanya saja pengukurannya sulit dilakukan, sehingga pendekatan yang biasanya dilakukan adalah dengan mengukur tekanan pompa yang dibangkitkan dalam sistem. Mesin AWJ tipe mach 2 ini memiliki kemampuan untuk membangkitkan tekanan sampai 5000 psi, sedangkan pada penelitian ini hanya digunakan sampai 3500 psi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya tekanan akan menurunkan kekasaran permukaan dan penyimpangan dimensi (Gambar 4 (a) dan (b)). Hal ini dikarenakan tekanan yang besar tersebut menyebabkan air bercampur partikel abrasive memiliki energi kinetik yang tinggi, sehingga lebih mudah memotong benda kerja[5][6]. Kekasaran permukaan terendah pada pengaruh tekanan pompa dalam sistem ini terjadi pada 3500 psi yakni 2,25 μm , sedangkan penyimpangan dimensi benda kerja sebesar 0,39-0,43 mm (Tabel 2). Pada beberapa penelitian lain, terdapat pula hubungan yang terbalik antara tekanan pompa dalam sistem, dimana semakin besar tekanan akan menyebabkan kekasaran permukaan semakin besar[4]. Disebutkan pada jurnal tersebut, bahwa energi kinetik yang besar akan memberikan dampak pengikisan untuk area yang lebih besar ketika mengenai permukaan benda kerja. Apabila dicermati lebih lanjut, penyimpangan dimensi untuk setiap variasi SOD, tekanan, dan kecepatan pemotongan; pada bagian atas permukaan spesimen selalu lebih kecil bila dibandingkan dengan bagian bawah spesimen. Hal ini

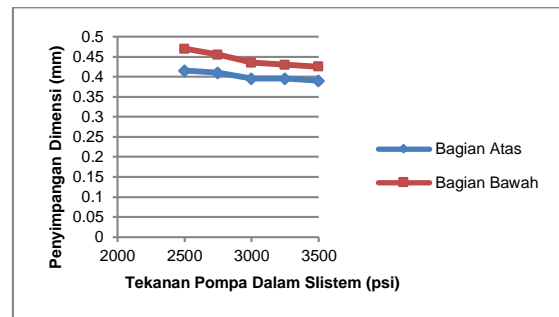
disebabkan oleh semakin bertambah lebarnya diameter semprotan air sebagai pemotong setelah membentur permukaan atas spesimen.

Tabel 2. Pengaruh tekanan terhadap kekasaran permukaan dan penyimpangan dimensi

Tekanan Popsi (psi)	SOD (mm)	Cutting Speed (mm/menit)	Kekasaran Permukaan Ra (mm)	Penyimpangan Dimensi (mm)	
				Atas	Bawah
2500	1	2500	2,89	0,41	0,47
2750	1	2500	2,81	0,41	0,45
3000	1	2500	2,60	0,40	0,44
3250	1	2500	2,38	0,40	0,43
3500	1	2500	2,25	0,39	0,43



Gambar 4(a). Grafik hubungan tekanan pompa dalam sistem dan kekasaran permukaan



Gambar 4(b). Grafik hubungan tekanan pompa dalam sistem dan penyimpangan dimensi

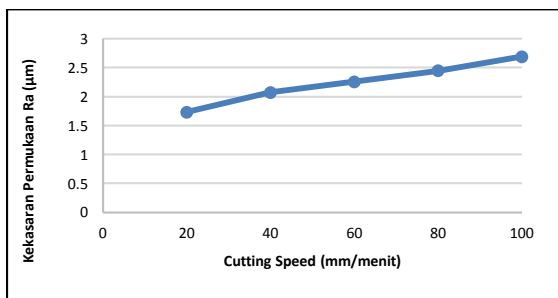
c. Pengaruh Cutting Speed

Proses pemotongan plat pada proses AWJ diawali dengan membuat lubang terlebih dahulu pada salah satu sudut spesimen, dilanjutkan dengan melakukan proses pemotongan pada arah/bidang horizontal. Kecepatan pemotongan diartikan sebagai jarak yang ditempuh oleh nosel dibagi dengan satuan waktu (menit). Pada penelitian ini, peningkatan *cutting speed* menyebabkan kekasaran permukaan potong dan tingkat penyimpangan dimensi semakin besar [4]

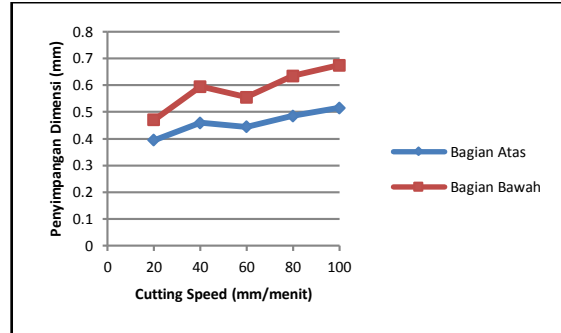
(gambar 5 (a) dan (b)). Peningkatan itu dikarenakan *rate of metal removal* pada proses pemotongan semakin besar. Fenomena itu ditandai dengan munculnya guritan-guritan yang semakin banyak pada permukaan potong benda kerja (gambar 6). Semakin besar *cutting speed* yang digunakan akan memberikan dampak membeloknya aliran air sebagai pemotong karena bagian atas spesimen sudah terpotong sedangkan bagian bawahnya belum terpotong. Perbedaan kecepatan potong itulah yang mengakibatkan munculnya guritan-guritan pada permukaan potong spesimen. Kekasaran permukaan dan penyimpangan dimensi terendah pada variasi *cutting speed* ini didapatkan pada kecepatan potong 20 mm/menit yakni sebesar 1,73 μm untuk kekasaran, dan 0,40-0,47 untuk penyimpangan dimensi bagian atas dan bawah.

Tabel 3. Pengaruh Cutting Speed terhadap kekasaran permukaan dan penyimpangan dimensi

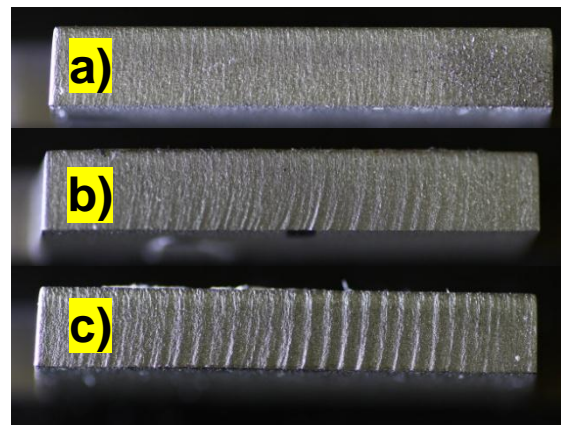
Cutting Speed (mm/menit)	SOD (mm)	Tekanan Pompa (psi)	Kekasaran Permukaan Ra (mm)	Penyimpangan Dimensi (mm)	
				Atas	Bawah
20	1	2500	1,73	0,40	0,47
40	1	2500	2,07	0,46	0,59
60	1	2500	2,25	0,45	0,56
80	1	2500	2,44	0,48	0,63
100	1	2500	2,69	0,52	0,68



Gambar 5 (a). Grafik hubungan Cutting Speed dan kekasaran permukaan



Gambar 5 (b). Grafik hubungan cutting speed dan penyimpangan dimensi



Gambar 6. Permukaan potong spesimen dengan pembesaran 10 x pada variasi kecepatan pemotongan. (a) 20 mm/menit; (b) 60 mm/menit; (c) 100 mm/menit;

KESIMPULAN

Parameter pemotongan (SOD, tekanan pompa dalam sistem, dan *cutting speed*) berpengaruh terhadap karakter permukaan (kekasaran) dan penyimpangan dimensi pada proses pemotongan AWJ. Hubungan antara parameter pemotongan dan karakter permukaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut;

1. Semakin besar SOD, maka kekasaran dan penyimpangan dimensi semakin besar.
2. Semakin besar tekanan pompa dalam sistem, kekasaran dan penyimpangan dimensi semakin kecil.

3. Semakin besar *cutting speed*, kekasaran permukaan dan penyimpangan dimensi semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Birtu, Cristian and Valeriu Avramescu, 2012, Abrasive Water Jet Cutting - Technique, Equipment, Performances Nonconventional Technologies Review, Romania
- [2] Begic-Hajdarevic, Derzija. *Et al.* 2015. *Experimental Study on Surface Roughness in Abrasive Water Jet Cutting*. Procedia Engineering, Vol 100, pp. 394 – 399
- [3] Jankovic, P. *et al.* 2013 .*Process Parameters Effect On Material Removal Mechanism And Cut Quality Of Abrasive Water Jet Machining*, Belgrade:theoret.appl.mech. teopm7,vol.40, no.2,pp.277-291
- [4] Badgujar, P.P., M.G Rathi, 2014. *Analysis Of Surface Roughness In Abrasive Waterjet Cutting Of Stainless Steel*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol 3, pp.209-212
- [5] Shanmughasundaram, P. 2014 *Nfluence Of Abrasive Water Jet Machining Parameters On The Surface Roughness Of Eutectic Al-Si Alloy– Graphite Composites*. Materials Physics and Mechanics, Vol 19 , pp.1-8.
- [6] Chithirai Pon Selvan, M.Et All, 2012 *Nalysis Of Surface Roughness In Abrasive Waterjet Cutting Of Cast ,Iron*, International Journal Of Science, Environment And Technology, Vol. 1, No 3, pp. 174 - 182