

## ANALISIS PENGARUH BESAR TEGANGAN TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN BAJA ASSAB 760 SETELAH MELALUI PROSES PEMESINAN WIRE CUTTING

Nidia Lestari\*, Joko Waluyo, Ellyawan Setyo Arbintarso, Arif Febriansyah

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak No.28, Kota Yogyakarta, D I Yogyakarta

\*Email: [nidianina14@gmail.com](mailto:nidianina14@gmail.com)

### Abstrak

Perkembangan ilmu dan teknologi mengalami peningkatan yang signifikan dalam menunjang peradaban umat manusia. Pemotongan logam merupakan suatu pekerjaan yang digunakan untuk mengubah bentuk dimensi produk dari logam baik dengan proses konvensional maupun non konvensional. Pada uji kekerasan ini menggunakan pengujian kekerasan rockwell. Uji kekerasan rockwell menurut standar JIS Z 2245:2011 dan standar pengujian kekasaran permukaan yang digunakan adalah JIS 82. Pada hasil pengujian kekerasan nilai kekerasan pada tegangan 5 volt sebesar 11,3 HRC, sedangkan pada tegangan 6 volt nilai kekerasannya naik menjadi 13 HRC, kemudian pada tegangan 7 volt nilai kekerasannya 14,67 HRC dan pada tegangan 8 volt nilai kekerasannya sebesar 18,67 HRC dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya tegangan listrik terjadi pula peningkatan nilai kekerasan permukaan. Dari hasil tersebut nilai kekerasan terendah yaitu 11,3 HRC terdapat pada tegangan listrik 5 volt, sedangkan nilai kekerasan tertinggi yaitu 18,67 HRC pada tegangan listrik 8 volt. Sedangkan Nilai kekasaran pada tegangan 5 volt sebesar 1,606  $\mu\text{m}$ , sedangkan pada tegangan 6 volt nilai kekasaran naik menjadi 2,296  $\mu\text{m}$ , kemudian pada tegangan 7 volt nilai kekasaran 3,491  $\mu\text{m}$  dan pada tegangan 8 volt nilai kekasaran sebesar 3,152  $\mu\text{m}$  dari nilai kekasaran tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya tegangan listrik terjadi pula peningkatan nilai kekasaran permukaan. Dari hasil tersebut nilai kekasaran terendah yaitu 1,606  $\mu\text{m}$  terdapat pada tegangan listrik 5 volt, sedangkan nilai kekasaran tertinggi yaitu 3,491  $\mu\text{m}$  pada tegangan listrik 7 volt.

**Kata kunci:** ASSAB 760, kekasaran permukaan, kekerasan permukaan, wire cutting

### PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu dan teknologi telah membawa peningkatan yang signifikan dalam mendukung peradaban manusia. Logam, yang diperoleh dari inti bumi, telah dimanfaatkan secara khusus untuk memenuhi kebutuhan manusia dan digunakan dalam pembuatan paduan logam guna mencapai sifat material yang diinginkan. Pemanfaatan logam dalam berbagai jenis peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari merupakan bukti pesatnya perkembangan sains dan teknologi dalam penggunaan dan pengolahan logam (Pattiasina dkk., 2011).

Pemotongan logam merupakan proses yang digunakan untuk mengubah dimensi dan bentuk produk logam, baik melalui proses konvensional maupun non-konvensional (Yasid, 2013). Untuk mendapatkan produk dengan kualitas yang baik, seperti akurasi dan presisi tinggi, diperlukan proses pemotongan yang

dilakukan secara non-konvensional (Azhari, 2014).

Material removal rate (MRR) merupakan kecepatan pemakanan material atau kemampuan alat potong dalam menyayat bahan dengan aman, diukur dalam satuan panjang per waktu, seperti meter per menit. Pada mesin konvensional, proses pemakanan atau pemahatan masih melibatkan kontak langsung antara alat potong dan benda kerja, seperti pada mesin bubut, milling, drilling, dan sejenisnya. Namun, pada mesin-mesin non-konvensional, proses pemakanan tidak melibatkan kontak langsung antara alat potong dan benda kerja, contohnya adalah *wirecut electrical discharge machining* (WEDM). Metode ini digunakan untuk mengetahui kecepatan pemakanan material atau *material removal rate* (Partono, 2008).

Salah satu contoh dari proses pemesinan non-konvensional adalah wire electrical discharge machining (WEDM). WEDM merupakan proses termoelektrik yang menggunakan pelepasan muatan listrik untuk mengikis benda kerja. Proses ini menghasilkan aliran bunga api listrik di antara benda kerja dan elektroda dalam cairan dielektrik (Sudhakara, 2014). Parameter pemesinan yang digunakan meliputi tegangan, kuat arus, wire feed, dan feed rate yang disesuaikan dengan material benda kerja.

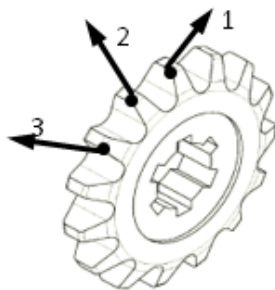
Dalam penelitian ini, dilakukan variasi tegangan listrik sebesar 5 volt, 6 volt, 7 volt, dan 8 volt. Metode pengujian yang digunakan meliputi pengukuran kekerasan permukaan dengan skala Rockwell dan kekasaran permukaan.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis sifat dan karakteristik baja ASSAB 760 serta menguji kekerasan setelah proses pemesinan. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:

Penelitian ini menggunakan material Baja ASSAB 760 produk dari Associated Swedish Steels AB (Assab Steels) di Stockholm, Swedia. Baja ini merupakan baja karbon menengah dengan kadar karbon sekitar 0,42% - 0,48% (Avner dalam Utama, 2017). Analisis Komposisi Kimia: Komposisi kimia baja ASSAB 760 dapat dilihat dalam Tabel 1.

Wire electrical discharge machining (WEDM) digunakan dengan menggunakan kawat bertegangan sebagai elektroda pemotong (Pandey, 1983 dalam Susanto, 2016).



Gambar 1. Uji Kekerasan Setelah Proses Pemesinan

Uji kekerasan dilakukan menggunakan metode pengujian kekerasan Rockwell. Standar yang digunakan adalah JIS Z 2245:2011. Uji kekerasan dilakukan setelah proses pemesinan untuk mengetahui kenaikan nilai kekerasan specimen. Pengujian kekerasan dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian Tegal. Setiap daerah diuji sebanyak 3 kali, dan nilai rata-rata kekerasan pada setiap daerah dicatat untuk perbandingan. Dengan menggunakan metode tersebut, penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang sifat dan kekerasan baja ASSAB 760 setelah proses pemesinan.

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja ASSAB 760

Unsur	Jumlah
Carbon (C)	0,42-0,48%
Iron (Fe)	98,51-98,98%
Silicon (Si)	0.15%-0,35%
Manganese (Mn)	0,6-0,9%
Phosphor (P)	0.030% max
Sulfur (S)	0,035% max

Untuk prosedur pengujian kekerasan, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut. Pertama, persiapkan semua peralatan dan bahan yang akan diuji. Selanjutnya, bersihkan dan ratakan salah satu specimen yang akan diuji menggunakan kertas pasir untuk menghilangkan kotoran dan karat. Setelah itu, tandai specimen yang telah dibersihkan dengan menggunakan spidol atau penanda lain sebanyak 3 titik. Tempatkan specimen pada landasan mesin Rockwell hardness tester dan letakkan bola baja sebagai indenter pada titik yang akan diuji sehingga bola baja bersentuhan dengan specimen di titik yang ditandai. Berikan beban pada bola baja dengan menggunakan handle hingga mencapai 150 kg dan tahan selama kira-kira 15-20 detik. Selanjutnya, catat hasil pengukuran. Terakhir, ulangi langkah-langkah 4 hingga 7 untuk menguji 3 titik lainnya yang telah ditandai.

Pengujian kekerasan permukaan dilakukan untuk mengetahui kekerasan specimen setelah proses pemesinan. Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah JIS 82. Alat yang digunakan untuk pengujian

kekasaran adalah Surface Roughness SE 1200. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan stylus berbentuk diamond yang bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan spesimen. Parameter kekasaran yang digunakan adalah Roughness Average (Ra), yang merupakan parameter yang umum digunakan secara internasional. Pengolahan sinyal dari pergerakan stylus dilakukan menggunakan transduser dan mikroprosesor. Gambar 2 menunjukkan alat ukur kekasaran permukaan, sementara tabel 2 berisi spesifikasi dari Surface Roughness SE 1200.



Gambar 2 Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan dilakukan untuk mengetahui kekasaran spesimen setelah proses pemesinan. Standar pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah JIS 82. Alat yang digunakan untuk pengujian kekasaran adalah Surface Roughness SE 1200. Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond yang bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan spesimen.

Tabel 2. Surface Roughness SE 1200

Parameters	53 parameters such Ra, Ry and Rz
Measurement range	Z: 520 $\mu\text{m}$ / 0.008 $\mu\text{m}$
resolution	
Max. measured length	X: 25 mm
Measuring magnification	Z: 50 to 100,000 or Auto X: 1 to 1,000
Pick-up	Full-posture, interchangeable stylus Standard stylus: R5 $\mu\text{m}$
Power supply	Rechargeable battery / AC adaptor

Parameter kekasaran yang digunakan adalah Roughness Average (Ra), yang merupakan parameter yang umum digunakan secara internasional. Prinsip kerja dari surface roughness adalah dengan menggunakan transduser dan diolah dengan mikroprosesor. Gambar 2 menunjukkan alat ukur kekasaran permukaan, sementara tabel 2 berisi spesifikasi dari Surface Roughness SE 1200.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai rata rata kekerasan hasil pemotongan *wire cutting* dengan tegangan 5 volt kekerasannya sebesar 11,3 HRC nilai kekerasan ini sama dengan besaran nilai kekerasan material sebelum melalui proses pemesinan sebesar 11,3 HRC, sedangkan pada tegangan 6 volt kekerasannya naik sebesar 1.7 HRC menjadi 13 HRC kemudian pada tegangan 7 volt kekerasannya naik sebesar 3,37 HRC menjadi 14,67 HRC dan pada tegangan 8 volt kekerasannya meningkat 7,37 HRC dengan nilai kekerasan sebesar 18,67 HRC. nilai kekerasan permukaan terkecil yaitu 11,3 HRC terjadi pada variasi tegangan 5 volt, sedangkan nilai kekerasan permukaan terbesarnya yaitu 18,67 HRC terjadi pada variasi tegangan 8 volt.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Sebelum Pemesinan

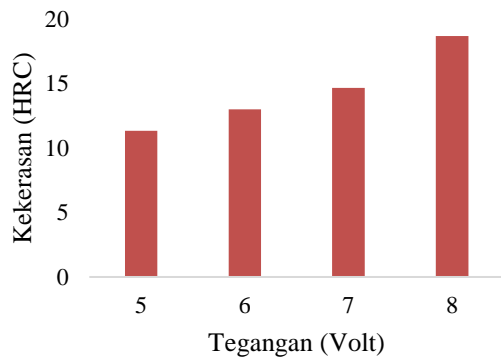
Parameter uji	Hasil uji		Satuan	Keterangan
	Daerah uji	Nilai Kekerasan		
	Titik 1	1		Beban Penekanan
Kekerasan Rockwell	Titik 2	13	H	F = 1471 N
	Titik 3	10	C	Waktu penekanan 15 detik
	Rata rata	11,33		

Dari hasil pengujian kekasaran diperoleh menunjukkan nilai rata rata kekasaran permukaan hasil pemotongan *wire cutting* dengan tegangan 5 volt nilai kekerasannya 1,606  $\mu\text{m}$ , sedangkan pada tegangan 6 volt nilai kekerasannya naik sebesar 0.6  $\mu\text{m}$  menjadi 2,296  $\mu\text{m}$  kemudian pada tegangan 7 volt

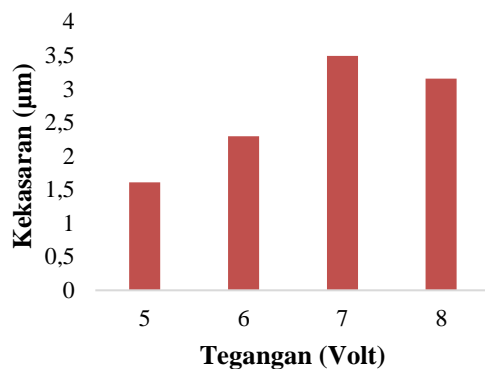
kekasarnya naik sebesar 1.885  $\mu\text{m}$  menjadi 3,491  $\mu\text{m}$  dan pada tegangan 8 volt kekasarannya meningkat 1.546  $\mu\text{m}$  dengan nilai kekasaran sebesar 3,152  $\mu\text{m}$ .

**Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kekerasan**

Tegangan (V)	Kekerasan					Keterangan
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata	Satuan	
5	11	12	11	11,33		Beban
6	13	13	13	13,00		Penekanan
7	15	14	15	14,67	HRC	F = 1471 N
8	19	18	19	18,67		Waktu penekanan 15 detik



**Gambar 3. Hasil pengujian kekerasan permukaan hasil pemotongan dengan tegangan 5V, 6V, 7V dan 8V**

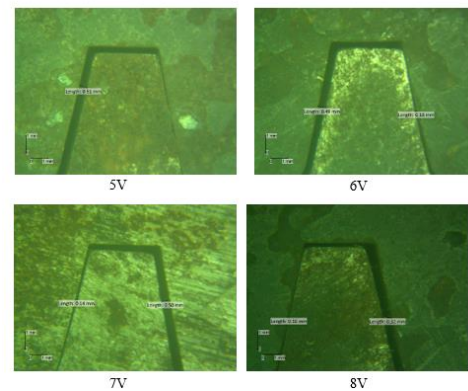


**Gambar 4. Hasil pengujian kekarasan permukaan hasil pemotongan dengan tegangan 5V, 6V, 7V dan 8V**

Nilai kekasaran sesuai dengan gambar 4 menunjukkan permukaan terkecil yaitu 1,606  $\mu\text{m}$  terjadi pada variasi tegangan 5 volt, sedangkan nilai kekasaran permukaan terbsesar yaitu 3,491  $\mu\text{m}$  terjadi pada variasi tegangan 7 volt kemudian nilai kekasaran menurun pada variasi tegangan 8 volt nilainya menjadi 3,152  $\mu\text{m}$ .

**Tabel 5. Data hasil pengujian makro**

Tegangan (V)	Total cut (mm)	Overcut (mm)
5	0,51	0,01
6	0,59	0,09
7	0,64	0,14
8	0,62	0,12



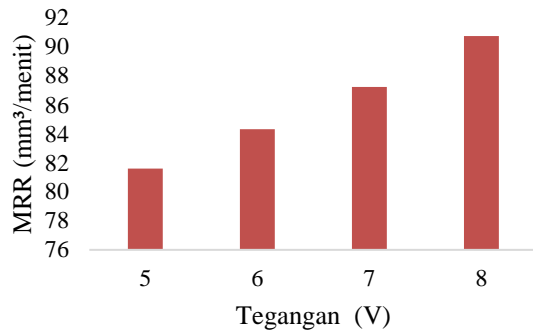
**Gambar 5. Hasil pengamatan foto makro**

**Tabel 6. Data Hasil Perhitungan MRR (Material Removal Rate)**

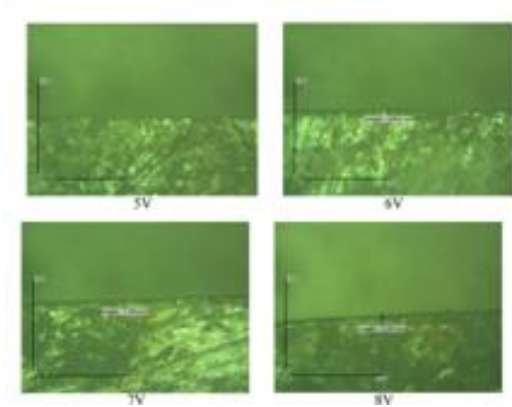
Tegangan (V)	Waktu Pemotongan	Material Removal Rate ( $\text{mm}^3/\text{menit}$ )
5	33 menit	81,6
	42 detik	
6	32 menit	84,32
	37 detik	
7	31 menit	87,24
	33 detik	
8	30 menit	90,75
	18 detik	

Pada tegangan 5 volt nilai MRR sebesar 81.6  $\text{mm}^3/\text{menit}$ , kemudian pada tegangan 6 volt naik menjadi 84.32  $\text{mm}^3/\text{menit}$ , selanjutnya pada tegangan 7 volt naik menjadi 87.24  $\text{mm}^3/\text{menit}$  dan pada

tegangan 8 volt naik menjadi 90.75 mm<sup>3</sup>/menit. Semakin besar nilai MRR maka lapisan recast yang terbentuk semakin tebal. Seperti terlihat pada gambar 7.

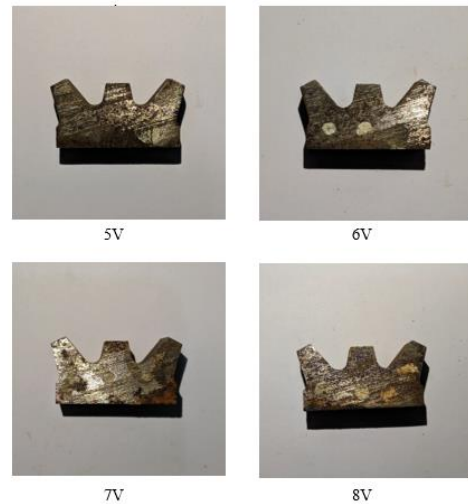


Gambar 6. Hubungan MRR dengan tegangan



Gambar 7. Hasil pengamatan lapisan recast

Pada Gambar 8. merupakan produk hasil pemesinan *wire cutting* menggunakan mesin VL400Q dengan variasi tegangan 5volt, 6volt, 7volt dan 8volt.



Gambar 8. produk hasil *wire cutting*

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan nilai kekerasan dan kekasaran permukaan seiring dengan peningkatan besar tegangan listrik. Semakin bertambahnya tegangan listrik, nilai kekerasan permukaan juga meningkat. Nilai kekerasan tertinggi, yaitu 18,67 HRC, terdapat pada tegangan listrik 8 volt, sedangkan nilai kekasaran permukaan tertinggi, yaitu 3,491  $\mu$ m, terdapat pada tegangan listrik 7 volt. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan antara besar tegangan listrik dengan nilai kekerasan dan kekasaran permukaan pada baja ASSAB 760 setelah melalui proses pemesinan *wire cutting*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pattiasina N. H., Nanulaitta N.J.M, dan Pattiselanno, S.R.R. (2011). "Analisa Keragaman Nilai Kekerasan Baja St-42 Melalui Proses Karburasi Menggunakan Komposisi Baco3 Dan Carbon Dengan Variasi Waktu Penahanan". *ARIKA*, Vol. 05, No. 2
- Yasid. (2013). Pengaruh *Power Supply Current* Terhadap Lapisan *Recast* Pada Pematangan Baja S45C Menggunakan *Wire EDM*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sudhakara, D. 2014. "Application of Taguchi Method for Determining

Optimum Surface Roughness in Wire Electric Discharge Machining of P/M Cold Worked Tool Steel (Vanadis-4E).” *Jurnal Internasional*. Andrapradesh: Elsevier Ltd.

Utama, A.R.S., Wahab, A., dan Robbi, N., “Pengaruh Temperatur Dan Holding Time Dengan Pendingin Yamacoolant Terhadap Baja Assab 760”. Skripsi. Fakultas Teknik. Teknik Mesin. Universitas Islam Malang. Malang

Susanto, E.E., Subardi, A., dan Setiawan, D., (2016). “Optimalisasi Kualitas Pemotongan Sudut Pada Mesin *Wire Cutting Electric Discharge Machining* (Edm)”. SENIATI, ISSN : 2085-4218

Partono, P. dan Riyadi T. W.B. (2008). “Studi Proses Electrical Discharge Machining Dengan Elektroda Tembaga”. *Media Mesin*, Vol. 9, No. 1, 13 – 19

Poco Graphite, 2013. <https://edmtechman.com/about.cfm?pg=2&chap=3#a1>, diakses pada Desember 2020