

Electrical Discharge Machine (EDM): evaluasi nilai kekasaran permukaan benda kerja pengaruh variasi kuat arus listrik dan kekerasan material

Eko Budiyanto^{1*}, Eko Nugroho², Y.G.K. Putra³

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

*Corresponding author. eko_budiyanto99@yahoo.com

Abstract

Electrical Discharge Machine (EDM) is a manufacturing machine that can be used to make workpieces with complicated shapes that cannot be worked on conventional machines. The main process of EDM is to erode the workpiece in the plasma zone that is formed as a result of an electric current that flows and jumps of sparks that occur between the electrodes. Some factors that affect the success of the EDM process include the strong electric current and mechanical properties of the workpiece. The use of EDM in steel material for its processing includes various grades of hardness. This study aims to evaluate the value of the roughness of the workpiece EDM process results that are affected by strong electric current and material hardness. This study uses EDM King Spark ZNC ADM-PM Series and steel material as workpieces. The independent variables used in this study were 3 levels of current use namely 6 Amperes, 9 Amperes & 12 Amperes, and 3 levels of steel hardness namely 28.2 HRC, 31.7 HRC & 37.9 HRC with 18 specimens. Data retrieval is carried out in 3 stages, namely data retrieval of material hardness, retrieval of material composition test data, and retrieval of surface roughness test data. The results showed that the higher the current value and the hardness of the steel used will increase the value of surface roughness. The best surface roughness value of each specimen examined is specimen A with a steel hardness of 31.7 HRC and a current value of 6 Amperes resulting in surface roughness of 3.07 μm ; in specimen B with a steel hardness of 28.2 HRC and a current value of 6 Amperes resulting in a surface roughness value of 2.66 μm ; and in specimen C with a steel hardness of 37.9 HRC and a current value of 9 Amperes resulting in a surface roughness value of 2.92 μm .

Keywords: EDM, electric current, violence, roughness, and steel.

Abstrak

Electrical Discharge Machine (EDM) adalah mesin manufaktur yang dapat digunakan untuk membuat benda kerja dengan bentuk yang rumit yang tidak bisa dikerjakan pada mesin-mesin konvensional. Proses utama EDM yaitu dengan mengikis benda kerja pada zona plasma yang terbentuk sebagai akibat dari arus listrik yang mengalir dan lompatan bunga api yang terjadi di antara elektroda. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari proses EDM diantaranya adalah kuat arus listrik dan sifat mekanik benda kerja. Penggunaan EDM pada material baja pengerjaannya meliputi berbagai nilai kekerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai kekasaran benda kerja hasil proses EDM yang dipengaruhi oleh kuat arus listrik dan kekerasan material. Penelitian ini menggunakan EDM King Spark ZNC ADM-PM Series dan material baja sebagai benda kerja. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 tingkat penggunaan arus yaitu 6 Ampere, 9 Ampere & 12 Ampere dan 3 tingkat kekerasan baja yaitu 28,2 HRC, 31,7 HRC & 37,9 HRC dengan jumlah spesimen uji sebanyak 18 buah. Pengambilan data dilakukan dalam 3 tahap yaitu pengambilan data kekerasan material, pengambilan data uji komposisi material dan pengambilan data uji kekasaran permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai arus dan kekerasan baja

yang digunakan akan menaikkan nilai kekasaran permukaan. Nilai kekasaran permukaan yang terbaik dari masing-masing spesimen yang diteliti yaitu pada spesimen A dengan kekerasan baja 31,7 HRC dan nilai arus 6 Ampere menghasilkan nilai kekasaran permukaan 3,07 μm ; pada spesimen B dengan kekerasan baja 28,2 HRC dan nilai arus 6 Ampere menghasilkan nilai kekasaran permukaan 2,66 μm ; dan pada spesimen C dengan kekerasan baja 37,9 HRC dan nilai arus 9 Ampere menghasilkan nilai kekasaran permukaan 2,92 μm .

Kata kunci: EDM, arus listrik, kekerasan, kekasaran, dan baja.

Pendahuluan

Industri manufaktur Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang baik. Berdasarkan laporan statistik berjudul “*International Yearbook of Industrial Statistics 2016*”, industri manufaktur di Indonesia dilaporkan telah memberikan kontribusi hampir seperempat bagian dari produk domestik bruto (PDB) nasional [1]. Hal ini menandakan bahwa semakin baik industri manufaktur, maka semakin baik pula produk yang dihasilkan. Produk yang baik ditunjang juga oleh mesin-mesin yang dapat mengerjakan dalam bentuk yang rumit dan dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Salah satu mesin yang dapat bekerja sesuai dengan tuntutan di atas adalah *Electrical Discharge Machine (EDM)*.

EDM merupakan proses permesinan non-konvensional dimana pahat yang berupa elektroda akan mengikis material benda kerja sesuai dengan bentuk pahalannya [2]. Teknologi EDM sudah ada sejak tahun 1770 yang ditemukan oleh ilmuwan Inggris yaitu Joseph Priestly. Namun, baru dikembangkan dan disempurnakan di awal tahun 1970. Mesin EDM digunakan untuk menangani pemotongan dan pembuatan kontur benda kerja yang memiliki kekerasan tinggi menjadi produk dengan ketelitian dan kepresisian yang tinggi serta kualitas permukaan yang lebih akurat dan teliti dibandingkan dengan proses permesinan konvensional.

Secara sederhana prinsip kerja permesinan EDM yaitu terkikisnya benda kerja oleh elektroda. Elektroda bertindak sebagai pahat. Elektroda didekatkan secara perlahan-lahan ke benda kerja yang keduanya dicelupkan ke dalam cairan dielektrikum, sehingga pada jarak tertentu

terjadi loncatan bunga api listrik yang berfrekuensi tinggi dan mempunyai kecepatan tertentu. Karena loncatan bunga api inilah terjadi zona plasma yang menyebabkan temperatur menjadi tinggi dan mengakibatkan terjadinya proses pencairan atau pengikisan terhadap sebagian material pada permukaan benda kerja dan elektroda. Loncatan bunga api dihasilkan dari pembangkit *pulse* antara elektroda dan material benda kerja.

Mesin EDM memiliki beberapa parameter yang harus disetting sesuai dengan hasil yang ingin dicapai dan karakteristik dari benda kerja. Parameter yang ada meliputi *high voltage current selecting switch*, *low voltage current selecting switch*, *on-time adjustment*, *off-time adjustment*, *adjustime of the servo sensitivity*, *voltage adjustment of discharge gap* dan *spindle-ascend time adjustment*. Penggunaan arus listrik dapat diubah pada parameter *high voltage current selecting switch*.

Arus Listrik mempunyai pengaruh yang besar terhadap kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan pada proses permesinan EDM. Panas muncul secara cepat ketika arus listrik meningkat dan tegangan terus menurun secara drastis. Secara individu arus listrik merupakan parameter yang paling berpengaruh, baik terhadap kekasaran benda kerja maupun laju keausan elektroda [3]. Untuk menghasilkan kualitas permukaan yang baik dan dengan proses permesinan yang cepat maka terdapat tantangan untuk menentukan besar nilai arus yang optimum yang sesuai dengan kebutuhan [4].

Mesin EDM dapat digunakan untuk mengerjakan benda kerja yang memiliki tingkat kekerasan yang bervariasi.

Geometri yang kompleks (rumit) dan komponen material yang keras mampu diproses pada mesin EDM seperti material-material yang telah dikeraskan, komposit, *carbide* serta *ceramics* [5]. Tingkat kekerasan material menjadi acuan dalam penelitian agar dicapai tingkat kekasaran permukaan yang optimum.

Tinjauan Pustaka

EDM adalah suatu mesin perkakas non-konvensional yang proses pemotongan material (*material removal*) benda kerjanya berupa erosi yang terjadi karena adanya sejumlah loncatan bunga api listrik secara periodik pada celah antara katoda (pahat) dengan anoda (benda kerja) di dalam cairan dielektrikum.

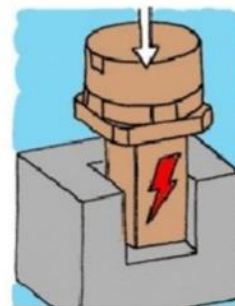
Proses EDM merupakan proses pengerjaan material yang dikerjakan dengan memanfaatkan loncatan bunga api listrik (*spark*) yang terjadi pada celah diantara elektroda dan benda kerja. Loncatan bunga api tersebut terjadi tidak kontinu, akan tetapi timbul secara periodik terhadap waktu. Dalam EDM tidak ada proses kontak dan gaya pemotongan antara pahat dan material benda kerja. Hal ini mengakibatkan tidak adanya tegangan, dan masalah getaran seperti yang pasti terjadi pada proses pemesinan konvensional. Karena EDM tidak menimbulkan tegangan mekanik selama proses maka akan menguntungkan pada manufaktur benda kerja dengan bentuk yang rumit.



Gambar 1. *Electrical Discharge Machine*

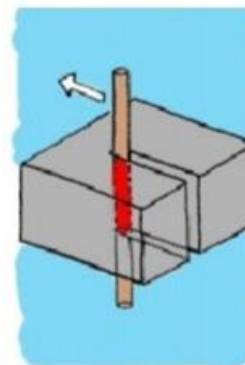
EDM ada dua jenis yaitu *Stempel EDM* dan *wire EDM*. *Stempel EDM* juga

disebut sebagai tipe rongga EDM atau volume terdiri dari elektroda dan benda kerja yang terendam dalam cairan isolasi seperti minyak atau oli yang disebut sebagai cairan dielektrikum dengan tingkat viskositas yang bervariasi. Elektroda dan benda kerja terhubung ke catu daya yang sesuai. Listrik menghasilkan potensial listrik antara dua bagian tersebut. Elektroda mendekati benda kerja dan pengikisan terjadi di dalam cairan plasma yang membentuk saluran serta lompatan percikan kecil.



Gambar 2. *Sinker EDM* [6]

Wirecut Electrical Discharge Machining (WEDM), menggunakan elektroda yang berupa kawat tipis untai tunggal, biasanya kuningan, menyayat benda kerja dalam keadaan terendam pada sebuah tangki yang diisi cairan dielektrikum (berupa air deionized). Proses ini biasanya tidak digunakan untuk menghasilkan 3D dengan geometri kompleks. Tetapi biasanya digunakan untuk memotong pelat tebal hingga 300 mm dan untuk pengerjaan benda kotak, peralatan, dan permukaan akhir dari logam keras yang terlalu sulit diproses mesin dengan metode lainnya.



Gambar 3. *Wire EDM* [6]

Metode Penelitian

Bahan berupa benda kerja dan elektroda. Benda kerja yang digunakan adalah baja dengan 3 nilai kekerasan berbeda. Dimensi benda kerja yaitu 30 x 30 x 15 mm. Benda kerja yang digunakan pada penelitian merupakan benda kerja yang secara umum diproses untuk pembuatan roda gigi, *spline hub*, lubang pasak, dan lubang segi empat.



Gambar 4. Material uji

Alat potong yang digunakan untuk proses erosi dikenal dengan istilah elektroda. Diperlukan elektroda dengan daya hantar listrik yang baik supaya erosi berlangsung stabil. Beberapa elektroda yang disarankan adalah tembaga, graphite, kuningan dan zink [7]. Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah tembaga ukuran 45x10x10 mm.



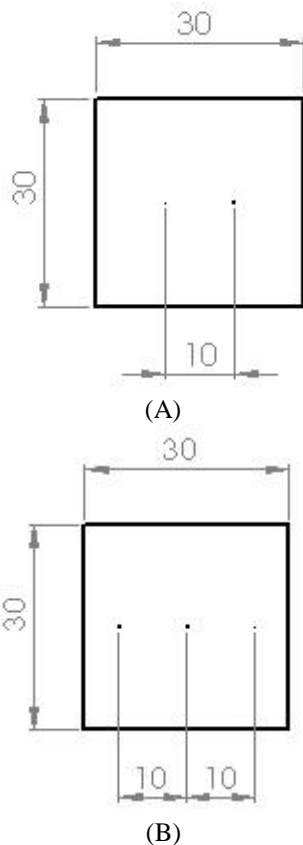
Gambar 5. Elektroda

Metode penelitian yang digunakan adalah mengacu pada nilai atau harga angka kekasaran permukaan yang diuji. Permukaan benda setelah hasil dari proses erosi pada mesin EDM memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda. Teknik permodelan yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan yang ada antara kelompok yang terkontrol, yakni faktor

percobaan dan hasil yang diamati dari satu atau lebih kriteria yang dipilih. Kriteria yang dipilih yaitu perbedaan arus listrik yang digunakan pada proses erosi dan nilai kekerasan material yang berbeda-beda. Dari kriteria inilah dicari besarnya kekasaran permukaan yang terjadi pada benda kerja.

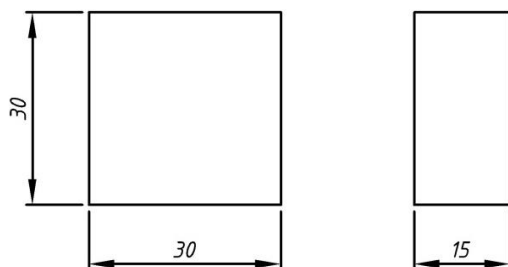
Penelitian dilakukan dalam 2 tahap, yaitu pengambilan data uji kekerasan material dan pengambilan data uji kekasaran permukaan benda kerja. Pengambilan data proses uji kekerasan material dilakukan sebanyak 5 kali pada tempat yang berbeda dari 1 material uji dan untuk pengambilan data uji kekasaran permukaan benda kerja dilakukan pada 2 sisi dari setiap benda uji. Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Sekolah Vokasi Sugar Group Companies. Pengujian kekasaran permukaan dilakukan di PT. ATMI Solo. Sedangkan Pengujian komposisi material dilakukan di Laboratorium Logam Ceper, Politeknik Manufaktur Ceper. Benda Uji (spesimen) yang telah ditetapkan sebagai benda yang akan dianalisa, selanjutnya dilakukan proses pengujian komposisi material untuk diketahui kandungan yang dimiliki. Pengujian ini dilakukan untuk mencari jenis material yang digunakan sebagai benda uji dan untuk mengetahui apakah material ini memiliki kandungan yang sama atau tidak.

Material yang dipilih 3 jenis dengan tingkat kekerasan yang berbeda. Pengamplasan material dilakukan untuk meratakan permukaan serta menghilangkan karat yang menempel pada material. Pengujian kekerasan dilakukan pada 5 titik pada 3 jenis material (Gambar 6). Pemilihan material berdasarkan pada tingkat kekerasan yang berbeda yaitu material yang memiliki tingkat kekerasan yang berbeda-beda (3 tingkat).



Gambar 6. Area uji kekerasan (A=tampak depan; B=tampak belakang)

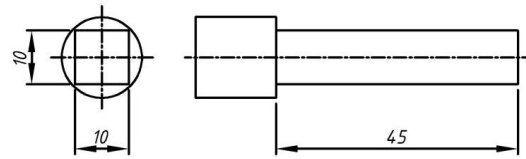
Benda uji yang telah dipilih, kemudian diproses agar memiliki dimensi yang sama (bagian tebal). Material yang telah dipilih berdasarkan tingkat kekerasannya, kemudian dipotong dengan ukuran tebal 20 mm. Material dilanjutkan pada proses permesinan dengan menggunakan mesin milling (frais) untuk dibuat sesuai dengan ukuran 30 x 30 x 15 mm sebanyak 6 buah untuk masing-masing tingkat kekerasan, sehingga total benda uji ada 18 buah.



Gambar 7. Dimensi benda kerja

Elektroda terbuat dari tembaga dengan ukuran $\varnothing \frac{3}{4}$ " x 600 mm. Elektroda

diproses dengan mesin frais untuk dibuat dalam bentuk sesuai pada gambar.



Gambar 8. Dimensi elektroda

Benda uji yang berjumlah 18, dikelompokkan menjadi 3 berdasarkan tingkat kekerasan, yaitu :

1. Benda Uji A untuk material dengan kekerasan I HRC
2. Benda Uji B untuk material dengan kekerasan II HRC
3. Benda Uji C untuk material dengan kekerasan III HRC

Sedangkan berdasarkan tingkat arus yang digunakan pada proses pengerjaan dikelompokkan menjadi 3, yaitu

1. 6A, untuk benda uji dengan arus pengerjaan sebesar 6 Ampere
2. 9A, untuk benda uji dengan arus pengerjaan sebesar 9 Ampere
3. 12 A, untuk benda uji dengan arus pengerjaan sebesar 12 Ampere

Pemberian kode pada benda uji didasarkan pada 6 kelompok yang telah dibuat, dengan kode:

X-YY

Keterangan :

X : merupakan kode kelompok benda uji berdasarkan tingkat kekerasan baja yang dimiliki

YY : merupakan kode kelompok benda uji berdasarkan pada arus pengerjaan yang digunakan

Tabel 1. Kode benda uji

Kode Benda Uji	Keterangan
A-6A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar I HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 6 Ampere
A-9A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar I HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 9 Ampere
A-12A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar I HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 12 Ampere
B-6A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar II HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 6 Ampere
B-9A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar II HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 9 Ampere

B-12A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar II HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 12 Ampere
C-6A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar III HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 6 Ampere
C-9A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar III HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 9 Ampere
C-12A	Benda Uji dengan nilai kekerasan sebesar III HRC dan arus pengerjaan yang digunakan sebesar 12 Ampere

Benda uji yang telah dibuat dengan dimensi yang sama, diproses untuk menghasilkan kualitas permukaan yang dihasilkan berdasarkan tingkat arus dan kekerasan material yang berbeda-beda. Langkah yang dilakukan adalah:

1. Memasang elektroda yang digunakan pada spindle
2. Memasang benda kerja pada ragum yang sesuai
3. Mengatur besarnya arus yang digunakan pada setiap benda uji (Arus yang digunakan 6 A, 9 A dan 12 A)
4. Melakukan proses erosi pada benda uji
5. Dilanjutkan pada benda kerja yang memiliki tingkat kekerasan yang berbeda.

Keseluruhan benda uji yang telah melalui proses erosi, kemudian dilakukan uji kekasaran permukaan. Pengujian ini untuk menghasilkan nilai kekasaran permukaan (Ra) dari dua parameter yang diuji yaitu kekerasan material dan besar arus yang digunakan. Pengujian kekasaran menggunakan alat ukur uji kekasaran (*Roughness Tester*) dengan cara menggerakkan stylus sepanjang garis lurus pada bidang erosi.

Hasil dan Pembahasan

Benda kerja setelah proses EDM ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil pengujian kekerasan diperoleh data kekerasan benda uji seperti pada Tabel 2.



Gambar 9. Benda kerja setelah proses EDM

Tabel 2. Hasil uji kekerasan benda uji

Material	Pengujian Kekerasan Baja (HRC) Titik ke-					Rata-Rata (HRC)
	1	2	3	4	5	
1	31	32,5	33	31	31	31,7
2	27	30	27,5	29	27,5	28,2
3	37,5	38,5	37	38,5	38	37,9

Benda uji (spesimen) pada penelitian ini hanya 3 material yang memiliki tingkat kekerasan yang berbeda. Penentuan ini didasarkan pada nilai kekerasan yang dimiliki ke-3 material memiliki selisih kekerasan yang tidak berbeda jauh, hanya selisih 4-5 HRC.

Data pengujian komposisi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia benda uji

Spesimen	Komposisi Kimia (Unsur)			
	Fe	C	Si	Mn
A	97,1 %	0,448 %	0,254 %	0,787%
B	95,2 %	0,321 %	0,226 %	0,663 %
C	97,1 %	0,378 %	0,268 %	0,823 %

Dari data komposisi kimia (unsur) pada benda uji, maka benda uji masuk dalam baja karbon menengah dimana unsur mangan sebagai pembeda yang utama dalam pengujian kekerasan.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan cara memvariasikan arus listrik dan nilai kekerasan baja menjadi sebanyak 9 variasi. Pengujian yang berupa uji kekerasan baja dan kekasaran permukaan benda kerja kemudian dievaluasi.

Pada spesimen A, benda uji diproses pada nilai arus listrik sebesar 6 Ampere, 9 Ampere, dan 12 Ampere. Nilai kekasaran permukaan yang tinggi didapat pada percobaan dengan nilai arus listrik sebesar 12 Ampere dan nilai kekasaran permukaan yang rendah didapat pada

percobaan dengan nilai arus listrik sebesar 6 Ampere.

Pada spesimen B, benda uji diproses pada nilai arus listrik sebesar 6 Ampere, 9 Ampere, dan 12 Ampere. Nilai kekasaran permukaan yang tinggi didapat pada percobaan dengan nilai arus listrik sebesar 12 Ampere dan nilai kekasaran permukaan yang rendah didapat pada percobaan dengan nilai arus listrik sebesar 6 Ampere.

Pada spesimen C, benda uji diproses pada nilai arus listrik sebesar 6 Ampere, 9 Ampere, dan 12 Ampere. Nilai kekasaran permukaan yang tinggi didapat pada percobaan dengan nilai arus listrik sebesar 12 Ampere dan nilai kekasaran permukaan yang rendah didapat pada percobaan dengan nilai arus listrik sebesar 9 Ampere.

Pada spesimen C dengan arus listrik 6 Ampere memiliki kekasaran permukaan yang tinggi jika dibandingkan dengan 9 Ampere. Hal ini disebabkan karena ketidakrataan pendistribusian puncak dan lembah yang diamati menggunakan *surface topography photographs* karena sering terjadi busur yang tidak diinginkan pada tempat yang sama [8].

Nilai kekasaran permukaan benda kerja akan semakin naik seturut dengan kenaikan arus listrik yang digunakan pada satu jenis baja pada mesin *electrical discharge machining* (EDM). Hal ini juga dapat menunjukkan bahwa arus listrik menaikkan panas yang terjadi pada zona plasma saat proses *sparking*. Semakin tinggi panas akan semakin mempercepat proses pelelehan pada benda kerja yang dapat meningkatkan kekasaran permukaan.

Percobaan yang dilakukan pada spesimen dengan nilai arus listrik yang sama yaitu 6 Ampere, mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang tinggi, yakni terdapat pada material dengan nilai kekerasan baja sebesar 37,9 HRC dan nilai kekasaran permukaan yang rendah terdapat pada material dengan nilai kekerasan baja sebesar 28,2 HRC.

Spesimen dengan nilai arus listrik yang sama yaitu 9 Ampere, nilai kekasaran permukaan yang tinggi terdapat pada

material dengan nilai kekerasan baja sebesar 31,7 HRC dan nilai kekasaran permukaan yang rendah terdapat pada material dengan nilai kekerasan baja sebesar 28,2 HRC.

Spesimen dengan nilai arus listrik yang sama yaitu 12 Ampere, terlihat bahwa nilai kekasaran permukaan yang tinggi terdapat pada material dengan nilai kekerasan baja sebesar 28,2 HRC dan nilai kekasaran permukaan yang rendah terdapat pada material dengan nilai kekerasan baja sebesar 37,9 HRC.

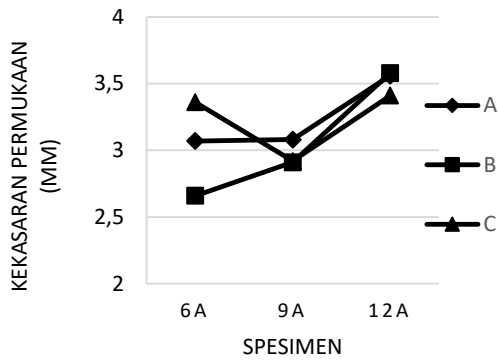
Proses permesinan EDM ditandai dengan melelehnya kembali partikel pada permukaan, perubahan struktur mikro, terjadinya tegangan sisa, *microcrack*, dan pengumpulan kandungan karbon [4]. Penggunaan arus yang kecil pada kekerasan baja yang meningkat, kecenderungan timbulnya *microcrack* lebih besar.

Nilai kekasaran permukaan benda kerja akan semakin rendah seturut dengan kenaikan kekerasan baja yang digunakan dengan nilai arus listrik yang sama pada mesin EDM. Ikatan ion pada benda kerja sangat menentukan kekerasan baja sehingga semakin kuat ikatan ionnya maka kekerasan juga akan meningkat dan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan semakin rendah (kecil).

Tabel 4 merupakan data gabungan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan. Selanjutnya dijabarkan melalui gambar grafik (Gambar 10).

Tabel 4. Hasil Pengujian Penelitian

Kode Spesimen	Kekerasan Material (HRC)	Arus (A)	Kekasaran Permukaan (μm)		Rata-rata (μm)
			Area 1	Area 2	
A-6A	31,7	6 A	3,2	2,93	3,07
A-9A	31,7	9 A	3,33	2,82	3,08
A-12A	31,7	12 A	3,85	3,27	3,56
B-6A	28,2	6 A	2,62	2,69	2,66
B-9A	28,2	9 A	3	2,82	2,91
B-12A	28,2	12 A	3,36	3,8	3,58
C-6A	37,9	6 A	3,2	3,51	3,36
C-9A	37,9	9 A	3,01	2,82	2,92
C-12A	37,9	12 A	2,94	3,88	3,41



Gambar 10. Hubungan arus listrik dan kekerasan baja terhadap kekasaran permukaan

Pada gambar 11 menunjukkan bahwa percobaan yang dilakukan pada spesimen A dengan material yang memiliki nilai kekerasan baja 31,7 HRC diketahui bahwa nilai kekasaran permukaan yang terbaik yaitu 3,07 µm dengan penggunaan arus listrik sebesar 6 Ampere.

Pada percobaan yang dilakukan spesimen B dengan material yang memiliki nilai kekerasan baja 28,2 HRC diketahui bahwa nilai kekasaran permukaan yang terbaik yaitu 2,66 µm dengan penggunaan arus listrik sebesar 6 Ampere.

Pada percobaan yang dilakukan spesimen C dengan material yang memiliki nilai kekerasan baja 37,9 HRC diketahui bahwa nilai kekasaran permukaan yang terbaik yaitu 2,92 µm dengan penggunaan arus listrik sebesar 9 Ampere.

Hasil terbaik dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan yaitu pada specimen B dengan arus listrik yang digunakan sebesar 6 Ampere dan kekerasan baja sebesar 28,2 HRC menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 2,66 µm.

Kesimpulan

Semakin besar nilai arus listrik yang digunakan pada material yang memiliki komposisi kimia yang sama maka akan menaikkan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan pada spesimen A dengan arus listrik 6 Ampere, 9 Ampere dan 12 Ampere menghasilkan kekasaran permukaan dengan nilai 3,07 µm, 3,08 µm dan 3,56 µm.

Semakin besar nilai kekerasan baja yang digunakan maka akan menurunkan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Nilai Kekasaran permukaan yang dihasilkan pada baja dengan nilai kekerasan sebesar 28,2 HRC, 31,7 HRC dan 37,9 HRC dengan arus listrik 6 Ampere yaitu 2,66 µm, 3,07 µm dan 3,36 µm.

Besarnya arus listrik ideal yang digunakan pada setiap tingkat kekerasan baja untuk menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang terbaik pada proses permesinan EDM yaitu untuk baja dengan kekerasan sebesar 28,2 HRC menggunakan arus listrik sebesar 6 Ampere sehingga menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 2,66 µm. Untuk baja dengan kekerasan sebesar 31,7 HRC menggunakan arus listrik sebesar 6 Ampere sehingga menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 3,07 µm. Untuk baja dengan kekerasan sebesar 37,9 HRC menggunakan arus listrik sebesar 9 Ampere sehingga menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 2,92 µm.

Referensi

- [1]. TEMPO, Minggu 17 Mei 2016. <https://bisnis.tempo.co/read/771363/unindo-indonesiamasuk-10-besar-negara-industri-manufaktur/full&view=ok>
- [2]. Wijana. 2012. *Teknik Manufaktur 3*. Solo: ATMI Press.
- [3]. Purnomo, dkk. *Pengaruh Besar Arus Listrik dan Tegangan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Electrical Discharge Machine (EDM) Dengan Metode Respon Surface* (Jurnal). Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [4]. Patna Partono dan Tri Widodo Besar Riyadi. 2008. *Studi Proses Electrical Discharge Machining Dengan Elektroda Tembaga*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [5]. Kumar Sandeep. 2013. *Current Research Trends in Electrical*

- Discharge Machining: A Review*.
India: MD University.
- [6]. Wanda Saputra, dkk. Buku Diktat Mahasiswa *Permesinan Non Konvensional*. Pekanbaru.
- [7]. S. Ahmad dan M.A.Lajis. 2013. *Electrical Discharge Machine (EDM) of Inconel 718 by Using Copper Electrode at Higher Peak Current and Pulse Duration* (Jurnal). Johor: IOP Publishing.
- [8]. Emre Unses dan Can Cogun. 2015. *Improvement of Electric Discharge Machining (EDM) Performance of Ti-6Al-4V Alloy With Added Graphite Powder to Dielectric*. Turkey: TUBITAK Space Technologies Research.