

Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Tegangan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada *Electrical Discharge Machining (EDM)* Dengan Metode Respon Surface

P u r n o m o, Efrita AZ, Edi Suryanto
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp (031) 5945043
purnomoitats@yahoo.com

Abstrak

Pada proses pembuatan mold, seringkali proses EDM Sinking merupakan proses yang harus ada. Hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan proses milling pada machining center. Proses material removal pada EDM Sinking sangatlah lambat jika dibandingkan dengan proses milling, sehingga kecepatan proses EDM Sinking sedapat mungkin ditingkatkan dengan tanpa mengurangi kualitas permukaan dan dimensi akhir benda kerja. Seiring dengan peningkatan kecepatan proses maka terjadi penurunan kualitas kekasaran permukaan dan ketelitian dimensi benda kerja. Penurunan ketelitian dimensi benda kerja terkait dengan keausan yang dialami oleh elektroda. Beberapa parameter dari proses EDM Sinking akan diteliti kesignifikannya terhadap kekasaran permukaan dan laju keausan elektroda. Besar arus listrik dan arc on-time akan berbanding lurus dengan kecepatan proses, kekasaran permukaan benda kerja dan laju keausan elektroda. Metode Dual respon Surface akan digunakan untuk mengetahui parameter mana yang lebih berpengaruh, antara besar arus listrik dan Arc on-time. Dengan demikian, parameter yang dikaji adalah besar arus listrik, arc on-time dan arc off-time, yang mana digunakan sebagai variabel proses, dan sebagai responnya adalah kekasaran permukaan benda kerja dan laju keausan elektroda. Dalam penelitian ini digunakan material benda kerja baja SKD 11, yang mana sering digunakan sebagai material mold ataupun dies. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa besar arus listrik lebih besar pengaruhnya dibandingkan dengan arc on-time, baik terhadap kekasaran permukaan benda kerja maupun laju keausan elektroda. Nilai kekasaran permukaan optimum yang dapat dicapai dalam penelitian ini adalah $Ra = 3,718$. Sedangkan untuk laju keausan elektroda adalah 0,66 mm/menit.

Kata kunci: EDM Sinking, kekasaran permukaan, laju keausan elektroda, metode dual response surface

PENDAHULUAN

Pada proses pembuatan *mold* dan *die*, seringkali proses *EDM Sinking* merupakan proses yang harus ada. Hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan proses *milling* oleh *machining center*. Sehingga untuk radius kecil dan pemotongan yang dalam diperlukan proses lanjutan seperti *EDM Sinking*.

Proses *material removal* pada *EDM Sinking* sangatlah lambat jika dibandingkan dengan proses *milling*, sehingga sedapat mungkin kecepatan proses ditingkatkan dengan tanpa mengurangi kualitas permukaan dan dimensi akhir benda kerja. Ketelitian dimensi benda kerja sangat erat kaitannya dengan keausan yang terjadi pada elektroda *EDM Sinking*. Seringkali untuk mempertahankan ketelitian dimensi ini maka harus disediakan lebih dari satu elektroda, semisal untuk proses *semi-finishing* dan *finishing*.

Peningkatan kecepatan proses *EDM Sinking* juga terkait dengan tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Penggunaan arus listrik yang besar akan mempercepat proses *material removal* pada *EDM Sinking*, tetapi seiring dengan itu maka akan memperbesar tingkat kekasaran benda kerja dan keausan elektroda.

Suhardjono[2] pernah melakukan penelitian mengenai *material removal rate* pada *EDM Sinking*, dan menyimpulkan bahwa *arc off-time* yang rendah akan memberikan *material removal rate* yang tinggi, sedangkan *arc on-time* medium ($800\mu s$) adalah yang optimum. Sedangkan yang mempengaruhi kekasaran permukaan hanya lah *arc on-time*.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana pengaruh parameter *EDM Sinking*, yaitu: arus listrik, *arc on-time*, dan *arc off-time* serta interaksi antar parameter terhadap kekasaran permukaan benda kerja dan laju keausan elektroda. Selain itu, setting parameter proses agar dihasilkan kekasaran permukaan benda kerja minimum dengan *constraint* nilai laju keausan elektroda tertentu juga akan dilakukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Secara ringkas langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir sebagai berikut. Material benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah *SKD 11*, yang termasuk salah satu material yang paling sering digunakan untuk pembuatan *mold* dan *die*. *SKD 11* memiliki sifat-sifat tahan terhadap keausan, deformasi, kompresi dan *cracking*, dengan kekerasan berkisar antara 58-62 *HRC* dan temperatur pengerasan sekitar $1000-1050^{\circ}C$. Sedangkan untuk material elektroda digunakan tembaga. Sebagai persiapan awal, dilakukan proses perataan permukaan pada benda kerja dengan proses *milling*. Sedangkan untuk elektroda dilakukan perataan permukaan sentuh dengan kertas gosok *grade 1200*, serta dilakukan penimbangan awal dengan timbangan digital dengan ketelitian 1 mg . Mesin *EDM* yang digunakan adalah *CNC EDM* jenis *AMM 550*, dengan cairan dielektrikum produksi *Petrofer*.



Gambar 2. Benda Kerja dan Elektroda

Pada pengujian kekasaran permukaan, angka yang diamati adalah *Ra* yang nilainya dinyatakan dalam μm . Pengukuran diambil pada *range M* ($0,1\text{ s/d }10,0\ \mu m\ Ra$). Angka kekasaran permukaan diambil pada garis yang melalui titik tengah penampang elektroda, dan *offset* kanan kiri sebesar 2 mm , dengan menggunakan *Surface Roughness Tester* (*Mitutoyo, SJ-301*). Dari tiga posisi pengukuran tersebut kemudian dicari harga rata-ratanya.

HASIL PENELITIAN

Dari hasil percobaan didapatkan bahwa peningkatan arus listrik menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan benda kerja. Besar arus 4A, 8A, dan 12A berturut-turut memberikan kekasaran sebesar $3,718\ \mu m$, $3,987\ \mu m$ dan $4,573\ \mu m$. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin besar nilai arus listrik maka *spark* yang terjadi semakin besar pula, dan mengakibatkan permukaan benda kerja semakin kasar. Tabel 1 memperlihatkan data peningkatan nilai kekasaran permukaan sebelum dan sesudah proses EDM.

Tabel 1. Nilai Kekasaran Permukaan dan Kenaikan Kekasaran Permukaan antara Sebelum dan Sesudah Proses EDM

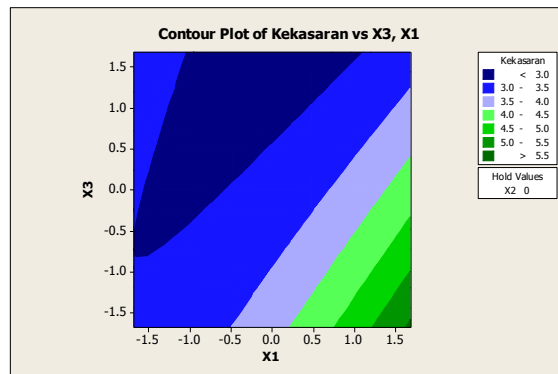
Arus (A)	Kekasaran Permukaan (μm)		
	Sebelum Proses EDM (μm)	Sesudah Proses EDM (μm)	Kenaikan Kekasaran (%)
4	1,02	3.718	2,698
8	1,30	3.987	2,687
12	1.35	4.573	3,223

Semakin tinggi peningkatan arus listrik, semakin tinggi pula kekasaran permukaannya. Dari tabel 1 terlihat bahwa kenaikan kekasaran permukaan tidak bersifat linier terhadap kenaikan arus.

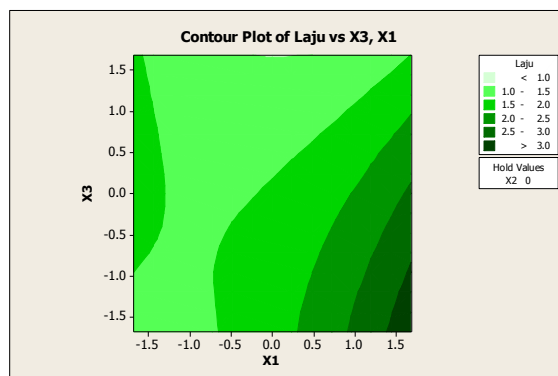
Tabel 2. Nilai Laju Keausan Elektroda antara Sebelum dan Sesudah Proses EDM

Arus (A)	Laju Keausan Elektroda (mm/min)		
	Sebelum Proses EDM (gr)	Sesudah Proses EDM (gr)	Keausan Elektroda
4	35.14	34.48	0.66
8	35.15	34.74	0,41
12	35.35	34.95	0,4

Gambar 3. *Contour Plot* X1 (Arus) dan X2 (Arc On-Time) Terhadap Kekasaran Permukaan



Gambar 6. *Contour Plot* X1 (Arus) dan X2 (Arc On-Time) Terhadap Laju Keausan Elektroda.



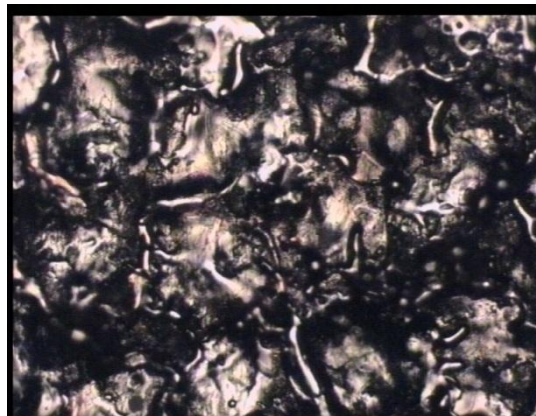
PEMBAHASAN

Dari hasil *response surface regression*, parameter yang secara statistik berpengaruh signifikan terhadap respon kekasaran permukaan adalah arus, *arc on-time*, *arc off-time*, interaksi ulang *arc on-time*, interaksi ulang *arc off-time*, interaksi antara arus listrik dan *arc on-time*, dan interaksi antara arus listrik dan *arc off-time*.

Koefisien arus listrik yang berharga positif menyatakan semakin besar arus listrik maka angka kekasaran permukaan semakin besar, seperti terlihat pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Foto Permukaan Benda Kerja (100x) untuk Arus = 3A, *Arc On-Time* = 10 μ s, *Arc Off-Time* = 12 μ s.



Gambar 10. Foto Permukaan Benda Kerja (100x) untuk Arus = 9A, *Arc On-Time* = 10 μ s, *Arc Off-Time* = 12 μ s.

KESIMPULAN

Secara individu arus listrik merupakan parameter yang paling berpengaruh, baik terhadap kekasaran permukaan benda kerja maupun laju keausan elektroda, kemudian diikuti berturut-turut oleh *arc on-time* dan *arc off-time*. Semua interaksi berpengaruh signifikan secara statistik baik terhadap kekasaran permukaan benda kerja maupun laju keausan elektroda. Nilai optimum untuk kekasaran permukaan adalah sebesar 3,718 untuk laju keausan elektroda adalah 0,66.

SARAN

Pada penelitian ini hanya diambil respon kekasaran permukaan dan laju keausan elektroda. Padahal pada proses *EDM Sinking* masih ada respon yang sering dipertimbangkan di dalam pemilihan *level* dari variabel bebasnya, yaitu *over cut*. Oleh karena itu disarankan untuk pengembangan lebih lanjut penelitian yang melibatkan variabel bebas yang lain seperti: lebar *gap*, tekanan *flushing*, dan tegangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soepangkat, Bobby O. P., **Optimasi Kekasaran Permukaan Benda Kerja dan Laju Keausan Elektroda Pada Proses EDM Sinking**, Seminar Nasional Teknik Mesin 2: pp 81-87, 2007.
- [2] Suhardjono, **Pengaruh Arc On dan Arc Off Time terhadap Kekasaran Permukaan dan Laju Pembuangan Geram Hasil Pemesinan Sinking EDM**, Jurnal Teknik Mesin, vol 6, no.1 , 2004.
- [3] Khuri, Andre I., dan John A. Cornell, **Empirical Model Building and Respon Surface**, New York: Marcell Dekker, 1996.
- [4] Guitrau, E. Bud, **The EDM Handbook**, New York: Hanser Gardner Publications, 1997.
- [5] Draper, Norman dan Harry Smith, **Analisa Regresi Terapan**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1981.
- [6] Bagiasna, Komang, **Proses-Proses Non Konvensional**, Departemen Mesin ITB, 1991.
- [7] Montgomery, Douglas C., **Design and Analysis of Experiments**, New York: John Wiley & Sons., 1997.