

RANCANG BANGUN ALAT CETAK ELEKTRODA *ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE* DENGAN SISTEM HIDROLIK

Oleh :

Abdul Syukur A¹⁾, Adhy Puromo²⁾, Hariyanto³⁾, Nur Sa'adah⁴⁾, Hartono⁵⁾
^{1) 2) 3) 4)} **Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang**

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, SEMARANG 50329
Telp (024) 7473417, 7466420 (Hunting), Fax. 7472396

Abstrak

Electrical Discharge Machining (EDM) adalah proses pembuangan material yang dikerjakan oleh sejumlah loncatan bunga api listrik yang terjadi pada celah antara pahat (elektroda). Pembuatan elektroda EDM salah satunya dibuat dengan proses metalurgi serbuk (penekanan dan sintering) dari bahan serbuk tembaga. Metalurgi serbuk adalah proses penekanan terhadap serbuk agar serbuk dapat menyatu satu dengan lainnya sebelum ditingkatkan ikatannya dengan proses *sintering*. Pembuatan serbuk tembaga dapat dilakukan dengan proses pengendapan elektrolisis (*electrorefining*). Serbuk tembaga kemudian dilakukan proses kompaksi, sintering dan uji kekerasan untuk menghasilkan elektroda EDM yang optimal. Dengan mesin cetak menggunakan tenaga hidrolik yang berkemampuan tekan 6 ton, dapat mencetak bentuk elektroda EDM yang terbaik pada tekanan (P) sebesar 8,8 (MPa), gaya (F) sebesar 60 (kN) dengan kecepatan diharapkan mampu mencetak 40 pcs / jam.

Kata kunci : Alat Cetak Hidrolik

1. PENDAHULUAN

Electrical Discharge Machine (EDM) adalah proses pembuangan material yang dikerjakan oleh sejumlah loncatan bunga api listrik yang terjadi pada celah antara pahat (elektroda) sebagai katoda dengan benda kerja sebagai anoda yang dimasukkan ke dalam suatu larutan cairan yang biasa disebut dielektrikum, artinya cairan dengan tahanan listrik yang besar berfungsi sebagai media isolator. Ada beberapa model matematis yang telah berhasil dikembangkan berdasarkan fase awal, pengapian dan pelepasan arus dan celah voltase (Y. Tsai and C. Lu, 2014). Elektroda EDM dapat diaplikasikan pada penambahan kedalaman ukuran lubang silindris *shell end mill cutter* yang berfungsi sebagai tempat dudukan kepala baut pengikatnya. Karena pemakaian dan proses pengasahan pada mesin gerinda menjadikan tebal lubang *shell end mill cutter* berkurang. Material elektroda EDM dikelompokkan menjadi tiga yaitu: logam (tembaga, *tellurium-copper*, *chromium-copper*, *zink-copper*, tembaga *wolfram*, paduan aluminium, kuningan, *tungsten (wolfram)*, baja (*steel*), bukan logam (grafit) dan kombinasi (tembaga-grafit). Bahan pembuatan elektroda EDM dari bahan tembaga karena tembaga memiliki sifat konduktor listrik yang baik.

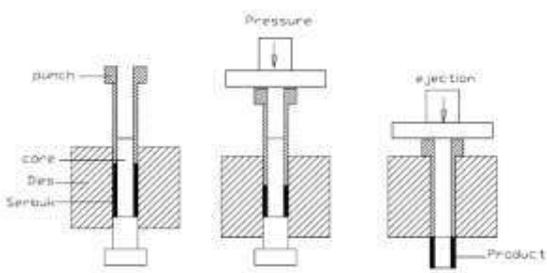
Powder Metallurgy (metalurgi serbuk) adalah suatu kegiatan yang meliputi pembuatan benda komersial, baik yang jadi atau masih setengah jadi (disebut *kompak mentah*), dari serbuk logam melalui penekanan. Penekanan terhadap serbuk dilakukan agar serbuk dapat menyatu satu dengan lainnya sebelum ditingkatkan ikatannya dengan proses *sintering*. Dalam proses pembuatan suatu paduan dengan metode metalurgi serbuk, terikatnya serbuk sebagai akibat adanya *interlocking* antar permukaan, interaksi adehi – kohesi, dan difusi antar permukaan. Bentuk benda yang dikeluarkan dari *pressing* disebut bahan kompak mentah, telah menyerupai produk akhir, akan tetapi kekuatannya masih rendah. Kekuatan akhir bahan akan diperoleh setelah proses *sintering*. Penelitian proses kompaksi telah dilakukan dengan hasil pengaruh suhu terhadap kerapatan, kekerasan, kekuatan, dan struktur mikro cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya suhu akibat pembentukan Al_2Cu (H Wang - 2008).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian sebelumnya terfokus pada pembuatan serbuk logam nikel dengan metode elektrefining (Abdul Syukur, 2014) dihasilkan partikel serbuk logam dengan ukuran $5\mu\text{m}$ bentuk irregular dan penelitian pembuatan serbuk logam tembaga (Hartono, 2014) yang merupakan bahan baku pembuatan elektroda EDM dengan teknologi metalurgi serbuk. Proses produksi logam secara metalurgi serbuk sudah cukup dikenal sekitar abad ke 18. Dan ketika mesin pres tekan mulai dipergunakan, yakni pada sekitar tahun 1870, metalurgi serbuk berkembang kepada bahan-bahan logam lainnya. Ukuran partikel, bentuk dan distribusi ukuran serbuk logam, mempengaruhi karakter dan sifat fisis dari benda yang dimampatkan. Serbuk dibuat menurut spesifikasi antara lain bentuk, kehalusan, distribusi ukuran partikel, mampu alir (flowability), sifat kimia, mampu tekan (compressibility), berat jenis semu dan sifat-sifat sinter.

Proses pembentukan dilakukan dengan proses penekanan (Pressing) yaitu, Serbuk ditekan dalam die baja dengan tekanan 20 – 1400 MPa. Karena partikel yang lunak dapat ditekan dengan mudah, dan serbuk yang bersifat plastik tidak memerlukan tekanan tinggi. Sedang untuk serbuk yang lebih keras dengan berat jenis yang memadai memerlukan tekanan yang lebih besar.

Berat jenis dan kekerasan meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan yang diberikan, akan tetapi selalu ada tekanan optimum (rekomendasi atau yang lebih tepat). Diatas tekanan optimum ini terjadi peningkatan sifat-sifat yang sebenarnya tidak berarti lagi. Untuk tekanan yang lebih tinggi diperlukan die yang kuat dan mesin pres berkapasitas tinggi, sehingga dengan sendirinya ongkos produksi naik karena meningkatnya tekanan yang diperlukan.



Gambar 2.1 Susunan penekan dan die untuk memampatkan serbuk logam

Ada dua penekan, penekan atas yang sesuai dengan bentuk bagian atas dari benda dan penekan bawah yang sesuai dengan bentuk die bagian bawah. Penekan bawah sekaligus berfungsi sebagai

ejector untuk mengeluarkan benda yang telah dicetak. Ruang die harus halus untuk mengurangi gesekan dan harus tirus sedikit untuk memudahkan pengeluran benda. Gesekan dinding akan mengurangi tekanan ke serbuk dan bila tekanan bekerja pada satu sisi saja, dalam benda itu sendiri akan timbul perbedaan berat jenis (dari atas ke bawah). Oleh karena itu digunakan penekan baik atas maupun bawah. Jarak penekanan tergantung pada rasio kompresi serbuk. Ruang die diisi sampai ketinggian 3 kali tinggi benda jadi. Bentuk benda yang dikeluarkan atau yang disebut dengan *kompak mentah*, telah menyerupai produk akhir akan tetapi kekuatannya masih rendah. Kekuatan akhir diperoleh setelah proses sinter. Susunan peralatan untuk menekan serbuk brons tampak dalam gambar 2.1. (Joseph, C.M, 2005). Besar benda serbuk yang dapat dibuat tergantung pada kapasitas pres. Luas kompak dapat dihitung dari hubungan berikut :

$$A = \frac{F}{P} \dots\dots\dots(E.P Popov)$$

A = luas (m²)

F = Gaya tekan (Newton ~ N)

P = tekanan kompak yang dipersyaratkan (Pascal ~ Pa)

Berat jenis merupakan salah satu ciri khas produk serbuk logam. Tekanan yang lebih besar menghasilkan benda dengan berat jenis yang lebih tinggi, oleh karena itu kekuatannya bertambah. Berat jenis dapat ditingkatkan dengan menggunakan serbuk yang lebih halus

Sintering merupakan proses pemanasan dibawah titik leleh dalam rangka membentuk fase kristal baru sesuai dengan yang diinginkan dan bertujuan membantu mereaksikan bahan-bahan penyusun baik bahan keramik maupun bahan logam. Proses sintering akan berpengaruh cukup besar pada pembentukan fase kristal bahan. Fraksi fase yang terbentuk umumnya bergantung pada lama dan atau suhu sintering. Semakin besar suhu sintering dimungkinkan semakin cepat proses pembentukan kristal tersebut. Besar kecilnya suhu juga berpengaruh pada bentuk serta ukuran celah dan juga berpengaruh pada struktur pertumbuhan kristal (German,MR, 1994).

Suhu sintering dapat ditentukan dari eksperimen termal seperti DTA, DTG, dan DSC. Berdasarkan hasil eksperimen ini diperoleh suhu lelehan selain suhu dekomposisi. Setiap komposisi senyawa tertentu memiliki titik leleh berbeda. Sintering bahan keramik biasanya

ditentukan sekitar 75% dari titik leleh total . Pada proses sintering, terjadi proses pembentukan fase baru melalui proses pemanasan dimana pada saat terjadi reaksi komponen pembentuk masih dalam bentuk padat dari campuran serbuk. Hal ini bertujuan agar butiran-butiran (grain) dalam partikel-partikel yang berdekatan dapat bereaksi dan berikatan. Proses sintering fase padat terbagi menjadi tiga padatan, yaitu:

3. METODE PENELITIAN

Proses pembuatan alat cetak elektroda EDM sistem hidrolik

a. Pembuatan alat cetak elektroda EDM sistem hidrolik dilakukan di bengkel Teknik Mesin Poinis. Proses pengerjaan komponen adalah suatu proses yang sangat menentukan terwujudnya bentuk alat cetak elektroda EDM (*Electrical Discharge Machine*) sebelum proses perakitan. Proses pengerjaan ini dilakukan untuk komponen –komponen yang tidak standard, sedangkan untuk komponen – komponen standar dibeli selanjutnya di lakukan proses perakitan.

b. Proses perakitan alat

Perakitan adalah proses penggabungan komponen – komponen dari komponen satu dengan komponen yang lainnya, yang nantinya akan menjadi sebuah cetakan yang dapat berfungsi dan sesuai kegunaan seperti yang telah direncanakan sebelumnya. Untuk menghasilkan suatu rangkaian yang utuh, perlu dilakukan pengecekan pada tiap-tiap bagian yang meliputi ukuran, toleransi, dan tata letak.

Beberapa hal yang mempengaruhi dalam proses perakitan, yaitu :

1. Memastikan komponen telah selesai dikerjakan sesuai dengan spesifikasinya.
2. Memahami konstruksi mesin.
3. Mengetahui cara perakitan masing-masing komponen mesin.
4. Mengetahui pertimbangan fungsi, posisi, metode, dan perawatan dalam *assembling*.

c. Pengujian alat

Pengujian alat merupakan tata cara dalam mengoperasikan alat dari awal sampai didapatkan produk akhir yang sesuai, sedangkan cara kerja merupakan gambaran rangkaian proses bekerjanya alat tersebut. Prinsip kerja dari alat cetak hidrolik yaitu dengan cara menyalakan motor, dimana motor akan menggerakkan pompa pada tangki hidrolik. Kemudian oli pada tangki hidrolik akan didorong melalui *check valve* dan menuju ke *relief valve*, tekanan oli yang berada pada *relief* disalurkan ke *solenoid* yang dipasang di atas *manifold block*, kemudian akan

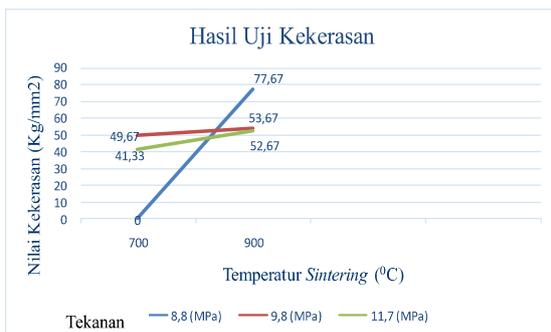
mendapat perintah dari *relay control* untuk membuka dan menutup katupnya sehingga sumbu silinder dapat maju dan mundur sesuai dengan beban yang di setel pada *relay control*.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Tabel 4.1 Data hasil pengujian penekanan dari serbuk tembaga

No. uji	Tekanan (MPa)	Sebelum Pengepresan		Sesudah Pengepresan	
		Tinggi awal (mm)	Volume (mm ³)	Tinggi akhir (mm)	Volume (mm ³)
1.	8,8	25	17662,5	10,4	7347,6
2.		25	17662,5	11	7771,5
3.	4,5	25	17662,5	13	9184,5
4.		25	17662,5	13	9184,5
5.	5,9	25	17662,5	13	9184,5
6.		25	17662,5	13	9184,5
7.	9,8	25	17662,5	13,3	9749,7
8.		25	17662,5	13,6	9396,45
9.	11,7	25	17662,5	13,8	8689,95
10.		25	17662,5	13,9	9608,4

Gambar 1. Data Hasil Pengujian Penekanan



Gambar 2. Hasil uji kekerasan



Gambar 3. Hasil Rancang Bangun

5. KESIMPULAN

1. Elektroda EDM (*Electrical Discharge Machine*) dibuat berbentuk silinder dengan diameter 30 (mm) dan tinggi 25 (mm) dari bahan Besi Plat S 60 C.

2. Mesin dapat mencetak elektroda EDM yang terbaik pada tekanan (P) sebesar 8,8 (MPa), gaya (F) sebesar 60 (kN) dilanjutkan dengan proses *sintering* dengan temperatur 900⁰C dan waktu penahanan 1 jam sehingga menghasilkan produk dengan nilai kekerasan 77 (kg/mm²).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Syukur, (2014), "Model Alat Produksi Serbuk Nikel Dengan Metode Elektrolisa Proses Elektrorefining", Penelitian Hibah PUPTN.
- Hartono, (2014), "Rancang Bangun Alat Pembuat Serbuk Tembaga sebagai Bahan Pengganti Tinta pada *Printer* Tiga Dimensi", Penelitian Hibah PUPTN.
- Y. Tsai and C. Lu, "Influence of current impulse on machining characteristics in EDM," **Journal of Mechanical Science and Technology**, vol. 21, pp. 1617-1621 ...
- H Wang - 2008 - **Journal of Materials Processing Technology** · Volume 197, Issues ...
Characterization of a powder metallurgy SiC/Cu–Al composite. Author links ..
- ASM Handbook, (1998), *Powder Metal Technologies and Applications*, 7, ASM International, Ohio.
- Allen, J.B. and Larry R.F., (2001), *Electrochemical Methods*, New York.
- German, M.R., (1994), *Powder Metallurgy Science* , Metal Powder Industries Federation, New Jersey.
- Upadyaya, G.S., (2002), *Powder Metallurgy Technology*, Departement of Materials and Metallurgical Engineering Indian. Institute of Technology, Kanpur, India.
- Joseph and Capus, M., (2005), *Metal Powders*, A global Survey of Production, Applications and Markets to 2010, El sevier Inc, New York.
- Murase, K., Honda, T. and Awakura, K., (1985), "Measurement of pH in the Vicinity of a Cathode during the Chloride Electrowinning of Nickel". *Journal of Metallurgical and Material Transactions B*, 29B, (Desember):1193.
- Nasser, A.M., Barakat., Nasser, A. and Omran, M., (2008), "Production of Beads Like Hollow Nickel Oxide Nanoparticles Using Colloid-gel Electrospinning Methodology", *Journal of Springer Science and Business Media*, LLC.