

EKSPERIMEN PEMBUATAN BLOK GRAFIT EDM DENGAN MEMANFAATKAN SISA SERBUK HASIL DARI PEMBENTUKAN PROFIL ELEKTRODA MENGGUNAKAN METODE PRESS HIDROLIK

**Ig. Henry Ismadi^{1*}, Aldrich Brahmantya Yudha², Andi Irawan³, Dhika Nur Aji Prakasa⁴,
Drajat Jati Suseno⁵, Veriyanto Wibowo⁶**

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Mesin Industri, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: henry.ismadi@atmi.ac.id

Abstrak

Penelitian tentang pembuatan alat yang bisa mendaur ulang serbuk grafit sisa dari proses pembentukan profil elektroda grafit. Untuk merespon hal tersebut peneliti telah merancang dan menciptakan sebuah alat yang dapat mencetak elektroda grafit dengan metode press hydraulic. Untuk membuat grafit di gunakan metode graphite sintering. Serbuk grafit disaring sampai dengan mesh 200 untuk mendapatkan struktur yang homogen. Serbuk tembaga di tambahkan sebagai pengikat/perekat. Serbuk grafit dan tembaga di campurkan dengan rasio 75% serbuk grafit : 25% serbuk tembaga. Serbuk dengan massa 5 gram kemudian dimasukkan ke dalam dies untuk dilakukan proses kompaksi dengan gaya tekan sebesar 62852,268 N, dengan hasil spesimen yang didapatkan memiliki ukuran diameter 13 mm dan tinggi 16 mm. Dies mengalami keretakan saat pembuatan spesimen ke-dua. Dilakukan analisa visual menggunakan mikroskop untuk melihat secara detail retakan pada dies, ditemukan bekas luka pada bagian lubang dies yang diakibatkan benturan saat proses melepas dies.

Kata kunci: Elektroda, grafit, press hydraulic, dies, sintering.

1. PENDAHULUAN

EDM (*Electrical Discharge Machining*) adalah proses pemotongan atau pengambilan material dengan memanfaatkan bunga api listrik yang terjadi di antara elektroda dan benda kerja karena beda potensial dengan menggunakan media dielektrikum. Material yang biasa dikerjakan dengan proses erosi adalah material yang bersifat konduktor seperti besi yang belum dikeraskan maupun yang sudah dikeraskan, aluminium, kuningan, perak, tembaga dan grafit. Bahan yang digunakan sebagai elektroda untuk proses erosi adalah tembaga, grafit, kuningan, dan zink[18]. Elektroda grafit seringkali digunakan untuk proses erosi EDM karena memiliki keunggulan dibandingkan elektroda dengan bahan yang lain. Keunggulan elektroda grafit antara lain, mudah untuk dibentuk menjadi profil yang rumit, mudah diproses pada permesinan, memiliki titik lebur yang tinggi sehingga saat proses erosi tidak mengalami deformasi dan lebih murah harganya dibandingkan bahan lainnya. PT. ATMI IGI CENTER merupakan perusahaan yang bergerak di bidang product development, pembuatan mold, dan plastik injeksi. Pada aktivitas produksi, mesin perkakas EDM sering digunakan untuk pembuatan *mold*, Tentunya dengan berbagai macam variasi pesanan dari pelanggan, membutuhkan variasi elektroda yang sesuai dengan pesanan pelanggan. Hal tersebut berdampak pada penumpukan elektroda grafit yang tidak terpakai. Selain itu PT ATMI IGI CENTER selalu melakukan pembelian balok 2 elektroda grafit baru untuk memenuhi kebutuhan produksi pada mesin EDM. Melihat masalah yang terjadi, melalui judul tugas akhir Studi Eksperimen Mengenai Daur Ulang Elektroda Grafit EDM dapat menjadi jalan keluar. Dengan adanya penelitian tersebut diharapkan dapat mengatasi masalah penumpukan elektroda grafit yang tidak terpakai dan juga dapat memanfaatkan serbuk grafit yang tidak terpakai agar mempunyai nilai fungsi.

2. METODOLOGI

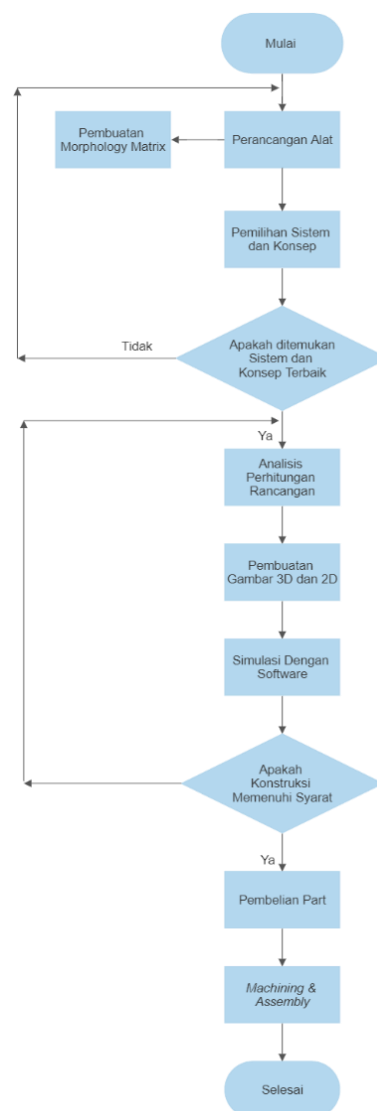
Proses pembuatan alat pencetak grafit ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu perancangan alat, pemilihan sistem dan konsep, analisis perhitungan rancangan pembuatan design 3D dan 2D, pembelian part, proses *machining* lalu *assembly*.

2.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam perancangan alat serta eksperimen pembentukan blok *graphite* membuat alat pencetak elektroda grafit EDM yaitu perhitungan dengan menggunakan prinsip bejana tekan, *hoop stress*, *compressive strength* serta melakukan simulasi. *Finite Element Analysis* (FEA) dengan *software Solidworks 2018*.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

2.2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi serta membaca jurnal, laporan serta berdiskusi dengan pembimbing untuk memperoleh data teoritis yang digunakan

untuk membuat alat untuk daur ulang serbuk grafit. Penggunaan *software SolidWork 2018* dengan metode *Finite Element Analysis* seperti menentukan perhitungan tekanan yang mampu diterima oleh *Punch* dan melakukan simulasi dengan fitur-fitur *solidwork*.

3. Hasil Perhitungan Teknis dan Pembahasan

Analisis rancangan alat pencetak serbuk elektroda grafit EDM didasarkan pada perhitungan dengan menggunakan prinsip *compressive strength* pada *Punch* serta melakukan simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) dengan *software Solidworks 2018*. *Compressive Strenght* atau kekuatan tekan merupakan kemampuan material untuk mempertahankan keutuhannya di bawah tekanan. Pada proses kompaksi *punch* atau batang penekan sangat rawan terjadi pembengkokan (*buckling*) akibat beban tekan. Maka diperlukan analisis *Compressive Strenght* atau kekuatan tekan pada perancangan *punch* (*upper punch* dan *lower punch*).

3.1 Perhitungan Kekuatan tekan pada Punch

Untuk menghitung besar *Compressive Strenght* atau kekuatan tekan yang dialami pada *upper punch* dan *lower punch* saat proses kompaksi dapat menggunakan persamaan (2.5).

$$\begin{aligned}
 F_{\text{mesin}} &= 6406,959 \text{ Kg} \\
 &= 62852,268 \text{ N} \\
 A &= 128,679 \text{ mm} \\
 \sigma &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{62852,268 \text{ N}}{128,679 \text{ mm}} \\
 &= 488,442 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari persamaan (2.5) membuktikan bahwa batang penekan mampu menahan gaya tekan yang diberikan. Hal itu dibuktikan dari hasil perhitungan yaitu sebesar 488,442 N/mm² masih berada dibawah nilai *tensile strength* baja AISI 4340 yaitu 745 N/mm².

3.1.1 Tekanan Gaya Kritis pada Punch

Untuk menghitung besar tekanan gaya kritis yang mampu ditahan pada *punch* saat proses kompaksi dapat menggunakan persamaan (2.6 dan 2.7).

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\
 I &= \frac{\pi \cdot 12,8^4}{64} \\
 I &= 1317,679 \text{ mm}^4 \\
 EM &= 210000 \text{ N/mm}^2 \\
 L &= 40 \text{ mm} \\
 F_{d-\text{max}} &= \frac{C \cdot \pi^2 \cdot EM \cdot I}{L^2} \\
 F_{d-\text{max}} &= \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 1317,679 \text{ mm}^4}{40^2 \text{ mm}} \\
 F_{d-\text{max}} &= 6827609,49 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan kritis yang mampu ditahan dari komponen *punch* dari hasil perhitungan persamaan (2.6 dan 2.7) menunjukkan bahwa *punch* mampu menahan gaya tekan sebesar 6827609,49 N. Namun, aktualnya tekanan *punch* yang diberikan tidak melampaui tekanan gaya kritis *punch*.

3.1.2 Tegangan Kritis pada Punch

Untuk menghitung tegangan kritis yang mampu ditahan pada komponen *punch* dapat menggunakan persamaan (2.8).

$$\begin{aligned}
 A_p &= \pi \cdot r_{punch}^2 \\
 &= \pi \cdot 6,4^2 \text{ mm}^2 \\
 &= 128,680 \text{ mm}^2 \\
 \sigma_{d-cr} &= \frac{F_{d-max}}{A} \\
 \sigma_{d-cr} &= \frac{6827609,49}{128,680} \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{d-cr} &= 53058,82 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Gaya tegangan kritis yang mampu ditahan dari komponen *punch* dari hasil perhitungan persamaan (2.8) menunjukkan bahwa *punch* memiliki tegangan kritis sebesar 13264,711 N/mm².

3.1.3 Beban Izin Punch

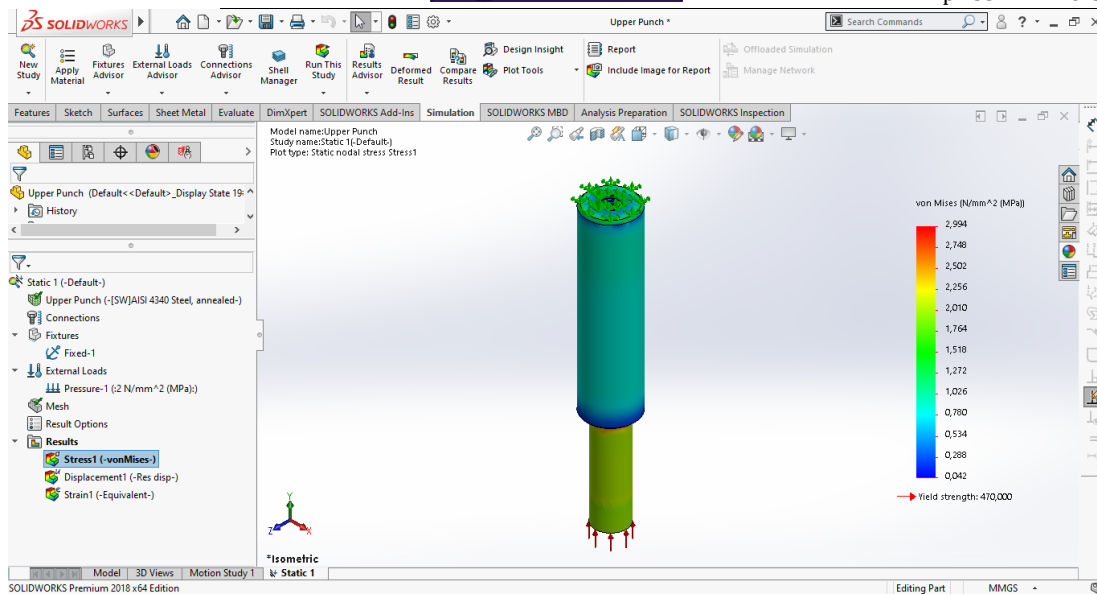
Untuk menghitung beban yang diizinkan pada *punch* saat proses kompaksi dapat menggunakan persamaan (2.9).

$$\begin{aligned}
 F_s &= 2 \text{ (angka keamanan)} \\
 \bar{p} &= \frac{F_{d-max}}{F_s} \\
 \bar{p} &= \frac{6827609,49}{2} \text{ N} \\
 \bar{p} &= 3413804,745 \text{ N}
 \end{aligned}$$

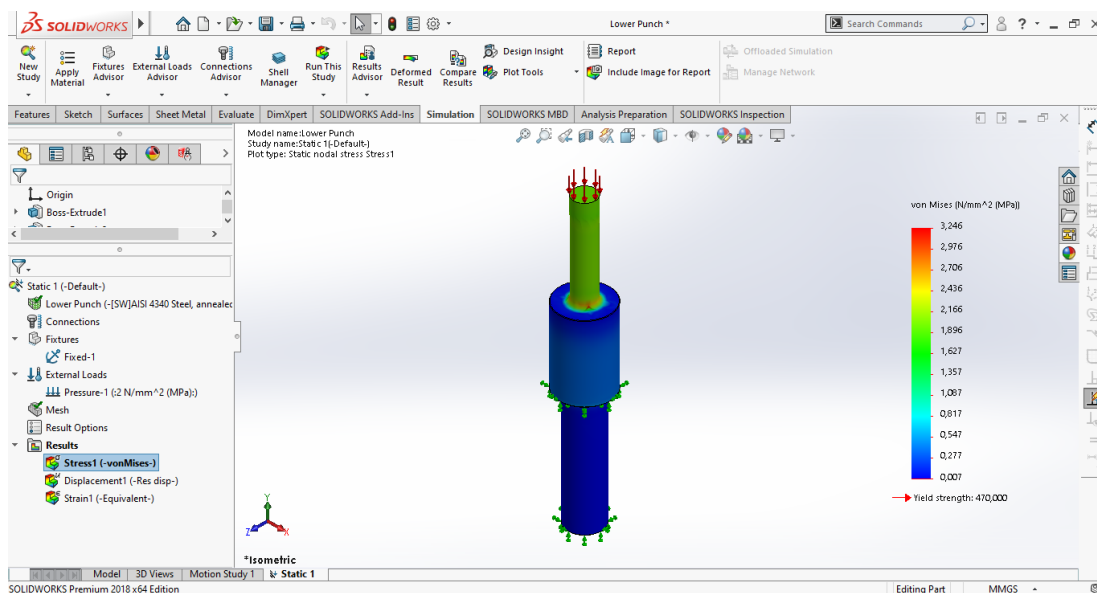
Beban yang diizinkan dari komponen *punch* dari hasil perhitungan persamaan (2.9) menunjukkan bahwa *punch* memiliki beban yang diizinkan sebesar 3413804,745 N. Masih dibawah nilai tekanan aktual yang diberikan pada *punch* yaitu sebesar 62852,268 N.

3.2 Simulasi uji Static pada Punch

Pengujian ini dilakukan untuk melihat besar nilai tegangan kritis yang terjadi pada batang penekan dengan menggunakan *software Solidworks 2017*. Pada hasil pengujian tersebut menjelaskan bahwa tingkat tegangan atau *stress* yang terjadi pada batang penekan ketika diberikan gaya tekan sebesar 473,528 N/mm² dikategorikan aman. Hasil uji statik dinyatakan aman dengan dominan warna biru.



Gambar 3.1 Hasil uji static pada Upper Punch



Gambar 3.1 Hasil uji static pada Lower Punch

- <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-8/20249439-S51536-Adi%20Gunawan.pdf>
- Hartono, dkk. 2017. Rancang Bangun Alat Pencetak Elektroda EDM Dengan Tenaga Hidrolik Dari Bahan Serbuk Tembaga. Diakses dari Politeknik Negeri Semarang, Jurnal Rekayasa Mesin, <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa/article/view/1051>
- Maulana, Arief. 2011. PENGARUH TEMPERATUR SINTER TERHADAP KEKERASAN ELEKTRODA TEMBAGA-5% KARBON YANG DIBUAT DENGAN METODE SERBUK METALURGI. *AUSTENIT*, 3(02). Diakses dari situs : <https://doi.org/10.5281/zenodo.4544245>
- Metal and Materials International. Agustus, 2010. Volume 16, Issue 4, Pp 559-564 Mechanical and Thermal Properties of SM 490 at High Temperature for Fire Enggining Design – in – Kyu Kwon, Soon – Gishin (Department of Fire Protection Enggining, College of Samcheok, KangWon National University) Diakses dari <https://beyond-steel.blogspot.com/2011/08/aisi4340-steel-round-bar.html>
- Nariyoh, Nurun. September, 2015. Metalurgi Serbuk. Akses Situs Web Perpustakaan. Tulisan pada <http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/sites/7/2015/09/METALURGI-SERBUK.pdf>
- Production, Hybrid. 2014. Electrical Discharge Machine. Diakses dari <http://frandhoni.blogspot.com/2015/05/electrical-discharge-machine-edm.html>
- Suroto, Ant., Sudibyoy, Ing.HTL, B. 1983. Ilmu Logam *Metallurgy*. Surakarta: Atmi Press
- Sutimbul, Catur. 2006. Analisis Kerja Mesin Hidrolik Pencetak Paving Dengan *Sistem Hand Control* Hidrolik Pada Waktu Yang Dibutuhkan Langkah Naik Dan Turun Silinder Hidrolik. Diakses dari Universitas Negeri Semarang, Situs Web Perpustakaan <http://lib.unnes.ac.id/1350/1/2187.pdf>
- Tokai, Carbon. 2020. Company Overview. Diakses dari situs web : <https://www.tokaicarbon.co.jp/en/company/profile.html>
- Wakhid, Nur. (2018). Rancang Bangun Perangkat *Squeeze Casting* untuk Pembuatan Bahan Dasar Material Baut Tulang Berbasis Magnesium AZ31. Diakses dari perpustakaan Universitas Negeri Lampung <http://digilib.unila.ac.id/30856/digilib.unila.ac.id>
- Wijana, SE. Teknik Manufaktur 3 Erosi EDM dan Wire Cut. Surakarta: Atmi Press
- Yinxuan, Karbon. 2017. Analisis Karakteristik Material Grafit. Diakses dari situs : <http://id.graphit-tech.com/news/analysis-of-thecharacteristicsof-graphite-material-7964784.html>