

PERANCANGAN *PROTOTYPE* CETAKAN *CUTTING* *TOOL INSERT* BENTUK *RHOMBIC*

Ardy Pratama¹⁾, M. Sobron Y. Lubis²⁾, Rosehan³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Ardy.515180020@stu.untar.ac.id

^{2,3)}Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen S.Parman No. 1 Jakarta 11440, Indonesia

Correspondence Author: Sobronl@ft.untar.ac.id; Rosehan@ft.untar.ac.id

Abstrak

Seiring perkembangan zaman, terjadi perkembangan dalam berbagai bidang kehidupan, salah satunya adalah pada bidang industry manufaktur. Salah satu bidang yang berkembang pada industry manufaktur adalah pada proses pemotongan yang mana pada masa ini sudah dilakukan dengan menggunakan mesin potong. Pada mesin potong bagian yang berperan penting untuk memotong material adalah mata pahat, bentuk dan ukuran darimata pahat pun berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan, salah satunya adalah mata pahat berbentuk persegi. Proses pembuatan mata pahat ini pun berbeda-beda, bergantung pada jenis bahan yang digunakan, salah satu bahan mata pahat adalah keramik, untuk pembentukan mata keramik memerlukan cetakan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendesain mold mata pahat. Metode yang dilakukan melalui perhitungan dan pembuatan design dengan menggunakan software Autodesk fusion 360. Bentuk cetakan yang didesain yaitu bentuk persegi empat. Bagian-bagian cetakan terdiri dari anvil, mold dan punch. Untuk proses pembentukan keramik diperlukan bahan serbuk keramik alumina seberat 5 gr. Dari hasil perancangan diperoleh gambar desain mold yang terdiri dari anvil, mold dan punch. Dan bahan yang digunakan adalah jenis tool steel.

Kata Kunci : *Anvil, Mold, Punch, Mata Pahat.*

I. PENDAHULUAN

Pada era 4.0, proses pemesinan menjadi salah satu proses penting dalam sebuah proses produksi. Tidak heran proses pemesinan ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Ada berbagai jenis proses pemesinan yaitu bubut, freis, sekrap, bor, gerinda, dan lain-lain. Mesin bubut adalah perkakas yang digunakan untuk membentuk benda kerja dengan Gerakan utama berputar. Di sini benda kerja akan diputar dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukan proses pemakanan oleh mata pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.

Mata pahat bubut memiliki bentuk yang berbeda-beda, ada yang berbentuk segitiga, persegi, segilima dan lain-lain. Mata pahat bentuk rhombida memiliki keunggulan yaitu dapat melakukan 4 sudut pemotongan. Material yang digunakan juga bermacam-macam, namun material yang paling sering digunakan untuk pembuatan pahat bubut adalah baja paduan (*alloy steel*). Baja paduan ini digunakan dikarenakan memiliki sifat yang keras dan cocok untuk digunakan pada kecepatan yang tinggi. Namun tidak menutup kemungkinan material lain digunakan dalam pembuatan pahat bubut ini seperti keramik alumina.

Alumina (Al_2O_3) tergolong salah satu jenis keramik oksida atau keramik teknik. Keramik alumina memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, bersifat isolator listrik, penghantar panas yang baik, memiliki kekerasan yang tinggi ($H_v: 800-1200 \text{ kgf/mm}^2$), tahan panas sampai suhu 1500°C .

Pembuatan mata pahat keramik dilakukan dengan proses sintering. Pembentukan serbuk keramik dilakukan melalui proses penekanan didalam sebuah cetakan. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk merancang cetakan (mold) yang digunakan dalam pembentukan serbuk keramik menjadi lebih padat. Bahan cetakan pada umumnya adalah jenis baja perkakas yang mampu menerima tekanan yang besar ketika serbuk di dalam cetakan diberi beban tekan.

II. METODE PENELITIAN

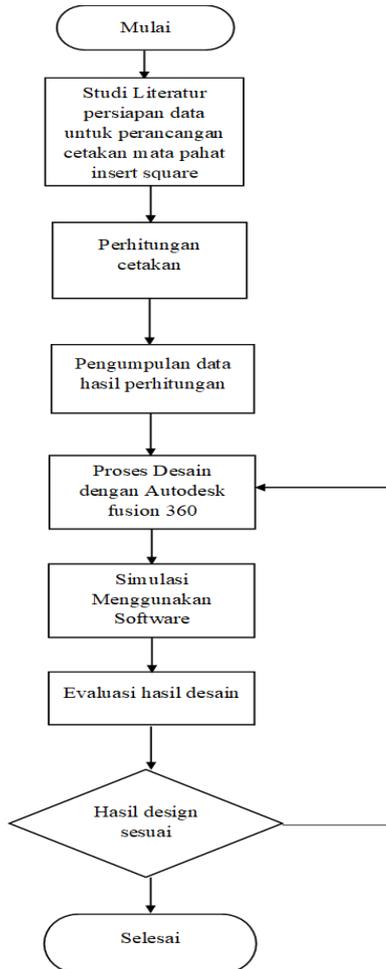
Penelitian ini dilaksanakan dengan perhitungan terhadap luas permukaan matapahat, massa material keramik setelah dipadatkan, volume mold, dan gaya penekanan.

Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan design cetakan dengan menggunakan software autodesk fusion 360, design tersebut dilalukan analisi stress pada bagian-bagian cetakan.

Beberapa tahapan dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Kajian Pustaka: Merupakan tahap awal dalam mengumpulkan sumber-sumber bacaan, kajian, analisa dan perolehan data terhadap penulisan dan hasil kajian yang telah dijalankan oleh beberapa peneliti berkaitan dengan topik penelitian.
2. Perhitungan: Pada tahap melakukan perhitungan untuk menghasilkan dimensi cetakan.
3. Pengumpulan data: Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dari hasil perhitungan.

4. Gambar Desain: Tahap ini merupakan proses membuat gambar desain cetakan untuk mata pahat yang terdiri dari *anvil*, *mold*, dan *punch*. Proses pembuatan desain dilakukan dengan menggunakan Autodesk Fusion 360. Adapun metode penelitian yang dilakukan disampaikan pada Gambar.1.

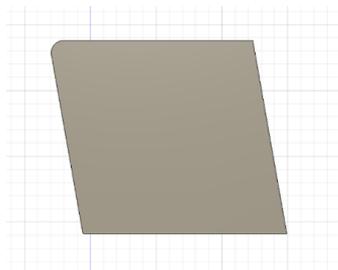


Gambar 1. Flowchart Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kode Geometri Mata Pahat

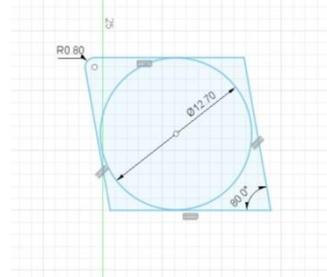
Mata pahat yang akan dibuat menggunakan material keramik alumina (Al₂O₃-TiC) dengan kode geometri CNGN 120408T02020.



Gambar 2. Desain Mata Pahat

3.2 Perhitungan Luas Permukaan Mata Pahat

Dalam proses pembuatan mata pahat pasti terjadi deformasi/penyusutan mata pahat hasil cetakan yang disebabkan karena factor seperti tekanan dan panas. Pada pergitungan luas permukaan mata pahat ini, akan dicari hasil luas permukaan mata pahat hasil proses pembuatan dengan memperhitungkan factor penyusutan/deformasi yang terjadi



Gambar 3. Geometri Mata Pahat

- Dimensi:
 IC = lingkaran dalam mata pahat = 12,70 mm
 T = Tebal mata pahat = 7,94 mm
 r = Sudut radius mata pahat = 0,8 mm
 C = sudut antar dua mata pahat yang berdekatan = 80°

Persamaan luas permukaan mata pahat adalah:

$$A = a^2 \cdot \sin C$$

$$a = \frac{IC}{\sin 80^\circ}$$

Dimana:

- A = Luas permukaan mata pahat (mm²)
 a = Panjang tepi mata pahat (mm)

$$a = \frac{12,70}{0,98} = 12,96$$

maka :

$$A = a^2 \cdot \sin C$$

$$A = 12,96^2 \cdot 0,98 = 164,60 \text{ mm}^2$$

3.3 Perhitungan Massa Mata Pahat

Massa mata pahat jika terjadi deformasi dan jika tidak terjadi deformasi tentulah akan mengalami perbedaan. Maka dari itu untuk menghitung massa mata pahat saat deformasi terjadi dan saat deformasi tidak terjadi dapat digunakan persamaan berikut.

$$m = V \times \rho$$

Dimana:

m = massa mata pahat (gram)

V = volume (cm³)

ρ = masa jenis material (g/cm³) = 4,4 g/cm³
 untuk material keramikalumina

Volume diperoleh dari persamaan,

$$V = A \times T$$

$$V = (a^2 \cdot \sin C) \times T$$

$$V = ((12,96 \text{ mm}^2) \times 0,98) \times 7,94 \text{ mm}$$

$$V = 1306,92 \text{ mm}^3 = 1,30 \text{ cm}^3$$

Maka dari itu massa mata pahat adalah:

$$m = V \times \rho$$

$$m = 1,30 \text{ cm}^3 \times 4,4 \text{ g/cm}^3$$

$$m = 5,72 \text{ g}$$

Sedangkan untuk massa mata pahat setelah memperhitungkan deformasi adalah:

$$m_1 = V_1 \times \rho$$

Dimana: m₁ = massa mata pahat setelah deformasi (gram) V₁ = volume mata pahat setelah deformasi (g/cm³)

$$V_1 = (a^2 \cdot \sin C) \times T_1$$

- $a_1 = a + S_a$
- o $S_a = a \times S$
- $T_1 = T + S_t$
- o $S_t = T \times R$

Dimana: a₁ = panjang sisi mata pahat setelah deformasi (mm) T₁ = tinggi mata pahat setelah deformasi (mm)
 S = persentase penyusutan untuk sisi bahan keramik alumina = 8,69%

R = persentase penyusutan untuk tinggi bahan keramik alumina = 6,74 % S_a = nilai penyusutan terhadap sisi mata pahat (mm)

S_t = nilai penyusutan terhadap tinggi mata pahat (mm)

Jadi,

$$V_1 = (a^2 \cdot \sin C) \times T_1$$

- $a_1 = a + S_a$
- o $S_a = a \times S = 12,96 \text{ mm} \times 8,69\% = 1,12 \text{ mm}$
 $a_1 = 12,96 \text{ mm} + 1,12 \text{ mm} = 14,08 \text{ mm}$
- $T_1 = T + S_t$
- o $S_t = T \times R = 7,94 \text{ mm} \times 6,74\% = 0,53 \text{ mm}$
 $T_1 = 7,94 \text{ mm} + 0,53 \text{ mm} = 8,47 \text{ mm}$

$$V_1 = (a^2 \cdot \sin C) \times T_1$$

$$V_1 = ((14,08 \text{ mm}^2) \cdot 0,98) \times 8,47 \text{ mm}$$

$$V_1 = 1645,56 \text{ mm}^3 = 1,645 \text{ cm}^3$$

Massa mata pahat setelah terjadi deformasi/ penyusutan adalah:

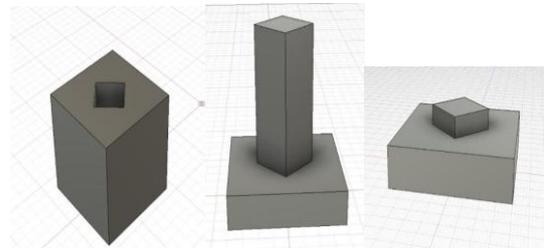
$$m_1 = V_1 \times \rho$$

$$m_1 = 1,645 \text{ cm}^3 \times 4,4 \text{ g/cm}^3$$

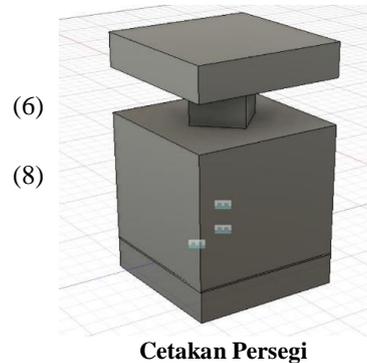
$$m_1 = 7,26 \text{ g}$$

3.4 Desain Mold Persegi

Pada cetakan persegi ini terdiri dari 3 bagian yaitu: *mold*, *anvil*, dan *punch* yang masing-masing didesain tersendiri yang kemudian akan di assembly menjadi 1 dengan perintah joint. Pembuatan *mold* tersebut dilakukan dengan membuat kubus dengan ukuran Panjang, lebar dan tinggi berukuran 40 mm, kemudian lubang untuk memasukkan material serbuk alumina untuk membuat mata pahat yang sudah dirancang dengan ukuran 14,08 mm.



Gambar 4. Desain Mold, Anvill, dan Punch



Cetakan Persegi

Gambar 5. Hasil Assembly

3.5 Perhitungan Tegangan Maksimum yang diterima Material

Untuk Mengitung Tegangan maksimum yang dapat diterima oleh cetakan dapatdigunakan persamaan seperti di bawah:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ = tegangan maksimum (MPa)

F = gaya yang diterima (N)

A = luas permukaan (m²)

Dengan menggunakan persamaan di atas, maka dapat dihitung tegangan yang akan diterima oleh cetakan persegi yaitu:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{98066,5 \text{ N}}{0,04 \text{ m} \times 0,04 \text{ m}}$$

$$\sigma = 61291562,5 \text{ Pa}$$

$$\sigma = 61291,56 \text{ MPa}$$

3.6 Perhitungan Safety factor

Dalam Menghitung safety factor dari material yang digunakan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_{max} > \frac{\sigma}{sf}$$

Dimana:

σ_{max} = Tegangan Maksimal Material (Mpa)

σ = Tegangan maksimum yang diterima cetakan

(Mpa) sf = nilai *safety factor*

Dengan menggunakan persamaan diatas, maka dapat ditemukan tegangan maksimal material jika safety factor yang diinginkan adalah 2 yaitu:

Cetakan persegi:

$$\sigma_{max} > \frac{\sigma}{sf}$$

$$61291,56 \text{ MPa} \geq \frac{\sigma}{2}$$

$$\sigma \geq 122583,12 \text{ MPa}$$

3.7 Pemilihan Bahan Material Cetakan

Dalam melakukan pemilihan bahan material untuk cetakan mata pahat, satu faktor yang perlu diperhitungkan adalah kekuatan bahan material yang digunakan, hal ini dikarenakan cetakan akan diberikan gaya tekan sehingga material harus memiliki nilai *yield strength* yang melebihi dari tekanan yang akan diterima. Pada penelitian kali ini berdasarkan perhitungan *safety factor*, didapatkan bahwa *yield strength* minimal yang harus dimiliki material adalah 122.583,12 MPa. Maka dari itu dapat dilakukanlah pemilihan material cetakan sebagai berikut.

Tabel 1. Tabel Material dan Yield Strength

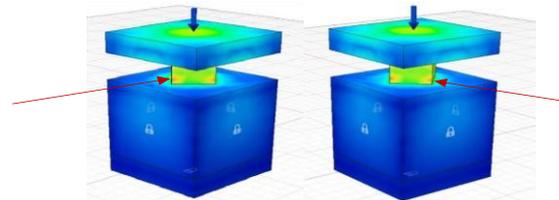
Nama Material	Yield Strength (MPa)
Steel (ASTM-A36)	250
Stainless Steel (AISI-302)	415

Alasan pemilihan ASTM-A36 dan AISI-302 adalah karena kedua material tersebut memiliki *yield strength* yang melebihi dari beban yang akan diterima

pada saat proses penekanan yaitu 122.583,12 MPa. Steel ASTM-A36 memiliki *yield strength* 250 MPa sedangkan stainless steel AISI-302 memiliki *yield strength* 415 MPa yang secara teori mampu untuk menahan beban yang diberikan. Material stainless steel AISI-302 memiliki kekerasan yang melebihi ASTM-A36 selain itu juga memiliki sifat tahan karat karena mengandung kromium (cr) namun material ini memiliki biaya yang lebih mahal.

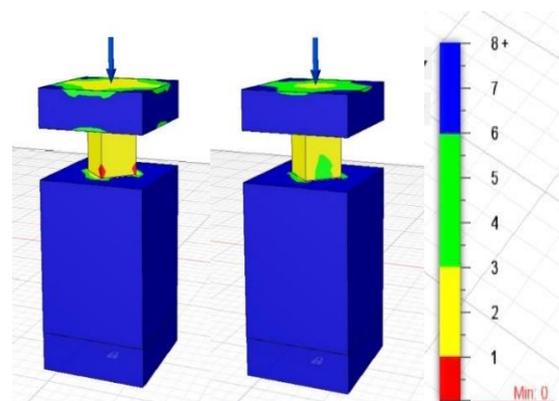
3.8 Simulasi Stress dan Safety Factor

Untuk memastikan hasil pemilihan material yang telah dirancang, maka dilakukan simulasi *stress* dan *safety factor* untuk melihat kemampuan kedua material tersebut dalam menerima tekanan sesuai yang telah diperhitungkan. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi AUTODESK FUSION 360 dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 6. Hasil Simulasi Stress Material ASTM A-36 dan AISI-302

Berdasarkan hasil simulasi *stress* yang dapat dilihat pada Gambar 6 didapatkan bahwa pada kedua jenis material memiliki titik pembebanan terbesar pada bagian batang *punch* seperti yang ditunjukkan oleh anak panah yaitu sebesar 122.583,12 MPa. Hal ini dikarenakan pada bagian tersebut merupakan bagian yang terkena tekanan antara mesin penekan dan keramik alumina yang akan dibentuk menjadi mata pahat. Serta dapat dilihat bahwa hasil simulasi *stress* tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan hal ini dikarenakan nilai *yield strength* dari material tersebut jauh melebihi dari tekanan yang diterima.



Gambar 7. Hasil Simulasi Safety Factor Cetakan Persegi dengan Material ASTM-A36 dan AISI -302

Pada simulasi *safety factor* lebih dapat terlihat perbedaan untuk kedua material. Dengan menggunakan *safety factor* minimal 2 dapat dilihat pada material ASTM-A36 terlihat terlihat pada cetakan batang *punch* menunjukkan warna merah yang merupakan titik kritis dari cetakan diikuti dengan warna kuning yang menunjukkan nilai *safety factor* 1-3 dan dapat dilihat pada gambar 7 bagian lain cetakan menunjukkan warna hijau dan biru.

Sedangkan untuk material AISI-302 dapat dilihat pada Gambar 7 kedua bentuk cetakan tidak menunjukkan adanya warna merah hanya menunjukkan warna kuning pada bagian batang dan hijau serta biru pada bagian bagian cetakan yang lain

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada saat proses pembuatan mata pahat terjadi penyusutan yang diakibatkan oleh tekanan dan panas, sehingga dimensi mata pahat hasil cetakan akan berbeda dengan ukuran cetakan tersebut.
2. Pada perhitungan didapatkan bahwa pada proses pembuatan mata pahat dengan dimensi 12,96 mm dan material keramik alumina, diperlukan cetakan yang memiliki ukuran 14,08 mm.
3. Desain cetakan mata pahat insert terdiri dari *anvil, mold, dan punch*
4. Material AISI-302 menunjukkan hasil simulasi *safety factor* yang lebih baik daripada material ASTM-A36.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peter Jones. (2008). *The Mould Design Guide*.
- [2] Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid. 2009. *Manufacturing Engineering and Technology*.
- [3] Ferdinand P. Beer, E. Russel Johnston, Jr., John T. Dewolf, David F. Mazurek. 2012. *Mechanic Of Materials*.
- [4] Badruzzaman, Dedi Suwandi. Optimasi *Cutting Tool Carbide* pada *Turning Machine* dengan *Geometry Single-Point Tool* pada *High Speed*.
- [5] Sobron Yamin Lubis, Rosehan, Denny Handoko, Wahyudi Komala. *Analisa Perhitungan Biaya Pembubutan Baja AISI 4340 Menggunakan Pahat Keramik*.
- [6] Mohammad Nasrun, Sujianto Sujianto. 2020. *Pembuatan dan Pengujian Sifat Fisis dan Mekanik Keramik Alumina sebagai Komponen Mekanik*.
- [7] Hajar Isworo. 2018. *Mekanika Kekuatan Material I*.