

**Rancang Bangun Alat Pelubang Plat Bentuk *Slotting*
dengan Memanfaatkan Mesin Pres Hidrolik**

Aloysius Leki *, Agustinus Deka Betan
Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang

Jl. Adisucipto PO. Box 139 Penfui Kupang NTT

*Penulis, Surel: rio_angga@yahoo.com

Abstrak

Laboratorium Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang, mempunyai *job* praktek yang berhubungan dengan logam lembaran yang dikenal dengan nama kerja plat (*sheet metal*). Semua peralatan bantu yang digunakan pada pekerjaan ini sudah memenuhi standar minimal suatu fasilitas yang baik, namun yang masih menjadi permasalahan utama adalah belum tersedianya alat bantu yang digunakan untuk proses pelubangan plat. Penelitian ini bertujuan merancang alat *punching* dan *dies* agar dapat diaplikasikan pada proses pelubangan plat aluminium dengan memanfaatkan mesin pres hidrolik, tahap perancangan meliputi 1) menentukan besaran *clearance* antara *punch* dan *dies*, 2) menentukan dimensi *punch* dan *dies*, 3) gaya yang dibutuhkan untuk membuat *slotting* pada lembaran plat aluminium. Hasil dari penelitian ini adalah besar *clearance* antara *punch* dan *dies* adalah 0,054 mm, dimensi *punch* 55 x 55 mm dan *dies* 55,054 mm x 55,054 mm, besar gaya yang diperlukan untuk proses *punching* adalah 2634,26 N.

Kata kunci: *slotting, punch, die*

1. PENDAHULUAN

Dalam setiap industri atau bengkel di perlukan alat atau perlengkapan yang di buat kusus untuk sebuah pekerjaan yang membutuhkan kecepatan dan ketelitian yang tinggi. Industri ataupun bengkel teknologi mekanik menjadi salah satu contoh dari alasan tersebut. Banyak pekerjaan-pekerjaan di bengkel teknologi mekanik yang pekerjaannya memotong dan melubangi, khususnya pekerjaan yang

menggunakan benda kerja logam lembaran (*sheet*). Mesin pelubang menjadi sesuatu hal yang sangat penting pada logam lembaran. Sistim pelubangan yang baik, halus, teliti dan cepat sangat berpengaruh terhadap waktu dan kenyamanan kerja.

Laboratorium.Teknologi Mekanik
Jurusan Teknik Mesin PNK, seperti
halnya bengkel teknologi mekanik pada

umumnya juga memiliki pekerjaan yang berhubungan dengan logam lembaran yang dikenal dengan nama pekerjaan kerja plat (*sheet metal*). Semua peralatan bantu yang digunakan pada pekerjaan ini sudah memenuhi standar minimal suatu fasilitas yang baik, namun yang masih menjadi permasalahan utama adalah belum tersedianya beralatan bantu yang digunakan untuk proses pelubangan pelat.

Karena belum tersedianya peralatan pelubang plat (*punch* dan *die*), menyebabkan mahasiswa harus melubang plat dengan menggunakan pahat, gunting, dan palu. Karena proses pembuatan lubang pada plat dengan menggunakan cara pahat maka sudah tentu hasil kerja yang didapatkan kurang baik, tidak halus, tidak teliti dan tentu sangat lama sehingga sangat berpengaruh terhadap waktu pengerjaan.

Dengan demikian sangat diperlukan untuk mencari solusinya dengan merancang dan membuat alat *punching* yang dapat menghasilkan lubang potong berbentuk memanjang atau persegi (*slotting*), dan lingkaran (*perforating*) khususnya untuk plat aluminium. Adapun yang perlu diperhitungkan dalam perancangan alat ini meliputi 1) besar gaya yang diperlukan untuk proses *punching*; 2) besar *clearance* antara *punch* dan *dies*; 3) dimensi *punch* dan *dies*;

2. LANDASAN TEORI

A. Proses Pemotongan (*Cutting*)

Pada setiap pemotongan benda kerja, akan selalu nampak adanya kesamaan prinsip yang akan dicermati bersama. Pada pengerjaan pemotongan kawat, batangan baja, baja profil ataupun

sheet metal, pasti terdapat sepasang gaya yang dipergunakan untuk memotong itu. Dan gaya itu akan bekerja secara bersama-sama, berlawanan arah dengan jarak yang relatif kecil, maka gaya tersebut kita sebut dengan gaya geser, dan pada material yang dipotong akan terjadi sebuah area yang kita sebut dengan “daerah pergeseran”.

Tahapan pemotongan logam lembaran adalah: (1) Logam lembaran diletakkan diantara *punch* dan *die*; (2) *Punch* ditekan ke benda kerja (lembaran), sehingga permukaan lembaran mengalami deformasi plastik (permanen); (3) *Punch* terus ditekan ke bawah, permukaan mengalami penetrasi/tapak tekan (daerah penetrasi umumnya sekitar 1/3 tebal lembaran); (4) Setelah gerakan *punch* dilanjutkan lagi, dua sisi tajam *punch* dan *die* akan bersentuhan mengakibatkan terjadinya retak dalam benda kerja; Bila jarak ruang (*clearance*) antara *punch* dan *die* benar, maka dua garis retakan saling bertemu sehingga dihasilkan pemotongan yang baik.

B. Operasi Dasar dalam Pengerjaan Logam Lembaran

1. *Shearing*

Shearing adalah operasi pemotongan/pengguntingan logam lembaran sepanjang garis lurus antara dua tepi potong. *Shearing* digunakan untuk memotong lembaran yang lebar menjadi potongan-potongan yang lebih kecil.

2. *Blanking*

Blanking adalah operasi pemotongan logam lembaran sepanjang

suatu garis tertutup (misalnya bulat, segiempat, dan sebagainya), dimana potongan yang dipisahkan dari bendakerja merupakan bendakerja untuk operasi berikutnya. Potongan yang dipisahkan tersebut disebut *blank*.

3. Punching

Punching mirip dengan *blanking*, tetapi potongan yang dipisahkan merupakan *sekrup* yang disebut *slug*.

C. Analisis Pemotongan

1. Jarak Ruang (*Clearance*)

Parameter penting dalam pemotongan logam lembaran adalah: jarak ruang (*clearance*) antara *punch* dan *die*, ketebalan lembaran, jenis logam dan kekuatannya, dan panjang potong.

Clearance dalam operasi pemotongan adalah jarak antaran *punch* dan *die*. *Clearance* pada umumnya berkisar antara 4% dan 8% dari tebal lembaran pelat.

Bila *clearance* terlalu kecil, maka garis keretakan cenderung untuk tidak saling ketemu, sehingga gaya yang dibutuhkan menjadi lebih besar. Bila *clearance* terlalu besar, logam akan terjepit antara tepi potong *punch* dan *die*, sehingga terbentuk *burr* yaitu sudut tajam pada tepi potong lembaran. *Clearance* yang benar tergantung pada jenis dan ketebalan logam lembaran, yang dapat dinyatakan dengan rumus:

$$c = a \times t$$

dimana : c : jarak ruang (*clearance*),
in (mm),

a : kelonggaran (*allowance*),

t : ketebalan lembaran plat,
in (mm).

Allowance adalah rasio antara *clearance* dengan ketebalan lembaran yang besarnya ditentukan sesuai dengan jenis logam yang dilubangi seperti ditunjukkan dalam tabel di bawah ini,.

Tabel. Nilai *allowance* untuk tiga kelompok logam lembara

Metal Group	Allowance (a)
1100S and 5042S aluminium alloys, all tempers.	0,045
2024ST and 1011ST aluminium alloys; brass, all empers; soft cold-rolled steel, soft stainless steel.	0,010
Cold-rolled steel, half-hard; stainless steel, half-hard and full-hard	0,075

Perhitungan *clearance* pada persamaan di atas dapat digunakan untuk menentukan ukuran *punch* dan *die* yang cocok dalam operasi *blanking* dan *punching* konvensional. Apakah *clearance* dikurangi dari ukuran *punch* atau ditambahkan pada ukuran *die* tergantung pada lubang yang dibuat apakah untuk menghasilkan *blank* atau *slug*.

2. Ukuran *Punch* dan *Die*

a) Untuk operasi *blanking* :

$$\text{ukuran } \textit{punch} = \text{ukuran lubang} - 2c$$

$$\text{ukuran } \textit{die} = \text{ukuran lubang}$$

b) Untuk operasi *punching* :

$$\text{ukuran } \textit{punch} = \text{ukuran lubang}$$

$$\text{ukuran } \textit{die} = \text{ukuran lubang} + 2c$$

Agar slug atau blank dapat terlepas dari die, maka die harus dibuat dengan jarak ruang melebar keluar (*angular clearance*) $0,25^\circ$ hingga $1,5^\circ$ pada setiap sisinya.

3. Gaya Potong (*Cutting Force*)

Besarnya gaya potong dihitung dengan mengalikan Luasan dan tekanan, sehingga dengan demikian untuk perhitungan gaya potong sebagai tekananya di perhitungkan berdasarkan batas patah yang di miliki material.

$$F = \tau \cdot A$$

Dimana :

F = gaya potong (N)

τ = Tekanan (N/mm^2)

A = Luas pemotongan (mm^2)

Sedangkan besarnya usaha/kerja untuk memotong suatu Plat,

$$W = F \cdot t \cdot \% \text{ penetrasi.}$$

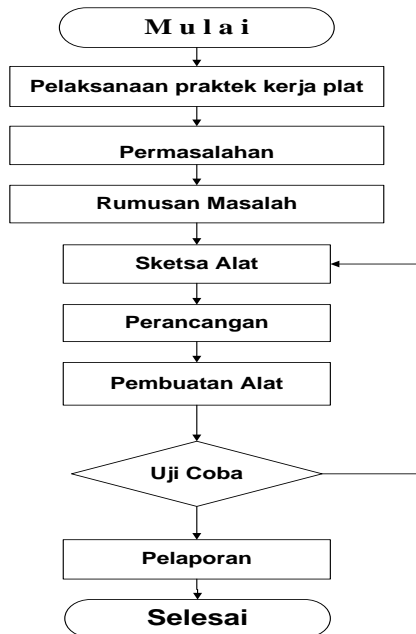
Dimana : t = tebal plat (mm)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 1) Punch dan Die menggunakan Stainless Steel; 2) Rangka alat memanfaatkan mesin pres hidrolis; dan 3) Bagian-bagian alat yang lain menggunakan baja ST37. Sedangkan alat-alat yang digunakan meliputi 1) Mesin Bubut; 2) Mesin las; 3) Mesin potong plat; 4) Mesin Bor; 5) Mesin gerinda tangan; 6) Vernier caliper; 7) Dial Indikator ; 8) Tools; dan Kelengkapan lain.

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan rancangan secara umum yaitu pendekatan rancangan fungsional dan struktural. Rancangan fungsional menyangkut dari segi fungsi atau kegunaan dari setiap elemen atau komponen penyusun alat ini terhadap terlaksananya praktek kerja plat di Laboratorium Teknologi Mekanik Politeknik Negeri Kupang. Sedangkan rancangan secara struktural menyangkut bagaimana alat ini dibuat dengan memperhitungkan faktor gaya yang bekerja pada bahan dan alat.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu 1) tahap pertama, penelitian pendahuluan berupa studi literatur dan perancangan alat, 2) tahap kedua, penelitian utama berupa proses perakitan dan pengujian alat. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 8 berikut :



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN Perhitungan Perencanaan

Komponen

Untuk menganalisa jarak ruang (*Clearance*), ukuran *punch* dan *dies* serta gaya yang dibutuhkan untuk membuat lubang segiempat pada plat aluminium maka dibutuhkan data-data sebagai berikut :

- Ukuran lubang yang di kehendaki dari mesin pelubang ini yaitu 55 x 55 mm
- Tebal plat yang dilubangi 1,2 mm.
- Bahan plat adalah Aluminium
- Di ketahui batas patah dari bahan alumunium, Magnesium serta bahan lain yang lunak adalah (τ_p) AL, Mg = 170 N/mm².
- Tegangan geser pada plat alumunium diasumsikan besarnya

sama dengan tegangan patah sehingga $\tau_p = \tau_g$.

1. Analisis Jarak Ruang (*Clearance*) antara *Punch* dan *Dies*

Jarak ruang yang direncanakan sebesar :

$$c = a \times t$$

dimana :

$$a = 0,045 \text{ (tabel 2.1) ; } t = 1,2 \text{ mm}$$

Sehingga besar *clearance* antara *punch* dan *dies* adalah

$$c = 0,045 \times 1,2 \\ = 0,054 \text{ mm}$$

2. Penentuan Dimensi *Punch* dan *Dies*

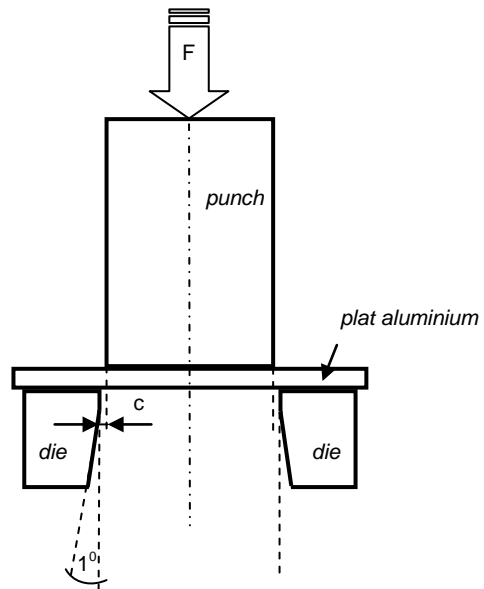
Luas *punch* (L_p) = Luas plat yang dilubang ($p \times l$)

$$= 55 \times 55 \text{ mm}$$

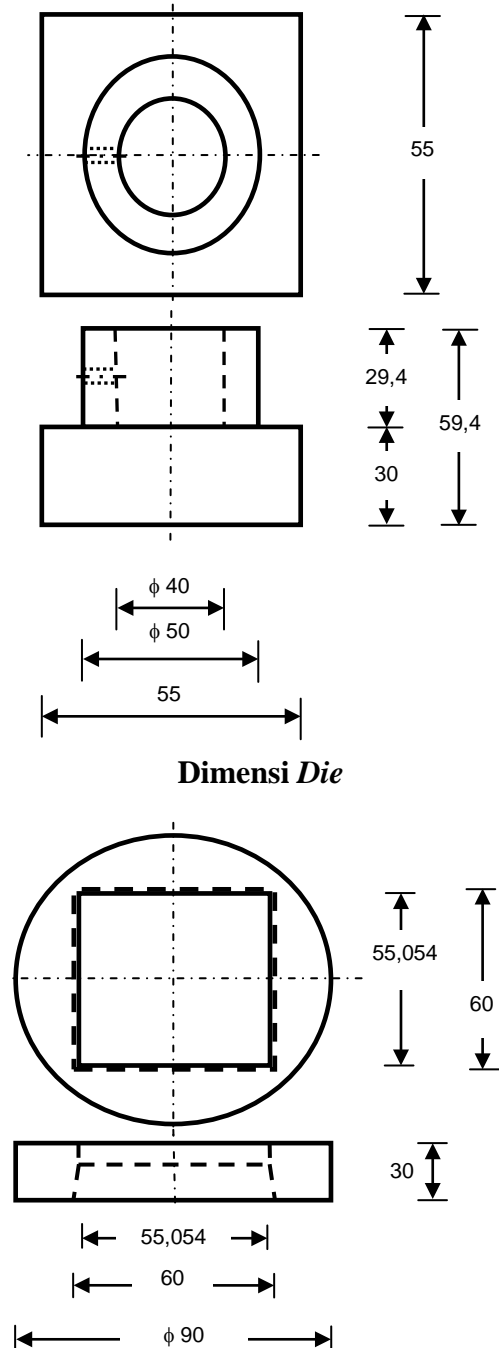
Luas *die* (L_d) = $L_p + c$

$$= (55 + 0,054) \times$$

$$(55 + 0,054) = 55,054 \times 55,054 \text{ mm}$$



Dimensi *Punch*



Dimensi Die

Gambar 9. Dimensi Perencanaan

1. Gaya Potong

Besarnya gaya (gaya *square face*) minimal agar plat bisa terpotong (F) adalah :

$$\begin{aligned}
 F &= \tau g. A \\
 A &= ((2 \times 55) + (2 + 55)) \times 1,2 \\
 &= 220 \times 1,2 \\
 &= 264 \text{ mm}^2 \\
 &= 170 \times 264 \\
 &= 44880 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gaya yang terjadi pada shear di asumsikan 57 % terhadap Square face, maka besar gaya pada shear adalah :

$$\begin{aligned}
 F_{\text{shear}} &= 0,57 \times F \\
 &= 0,57 \times 44880 \\
 &= 25581,6 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Usaha/Kerja

$$W = F \cdot t \cdot \% \text{ penetrasi.}$$

Tebal plat (t) = 0,0012 m

Untuk sistim shear % penetrasi adalah 60%

Jadi Usaha/Kerja

$$\begin{aligned}
 W &= 25581,6 \times 0,0012 \times 0,6 \\
 &= 18,42 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

Besarnya gaya untuk tuas penekan pada mesin hidrolis dapat di hitung sebagai berikut:

F geser = F tumbuk

Kerugian gesek antar poros (μ) = 90 %

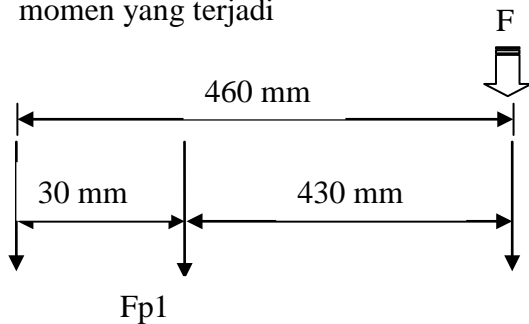
Maka F tumbuk pada poros = F geser x kerugian geser.

$$F \text{ poros} = 44880 \times 0,9 = 40392 \text{ N}$$

Pada Poros terjadi Momen

$$M_p = F \cdot l = 40392 \times 0,03 = 1211,76 \text{ Nm.}$$

Dengan pengaruh panjang lengan penekan, maka akan mempengaruhi momen yang terjadi



Gambar 10. Momen pada Lengan Penekan

$$\sum M_o = 0$$

$$F_p \times 0,03 + F_{\text{manusia}} \times 0,46 = 0$$

$$40392 \times 0,03 + F_{\text{manusia}} \times 0,46 = 0$$

$$1211,76 + F_{\text{manusia}} \times 0,46 = 0$$

$$F_{\text{manusia}} = 1211,76 / 0,46$$

$$= 2634,26 \text{ N}$$

$$= 263,426 \text{ Kg.}$$

Jadi gaya yang di perlukan orang untuk melubang plat alumunium

setebal 1,2 mm dengan luas 55 mm x 55 mm adalah 263,426 Kg.

3. KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pembuatan alat pelubang plat bentuk *slotting* dengan memanfaatkan mesin press hidrolik dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Besar *clearance* antara punch dan dies adalah 0,054 mm
- Dimensi *punch* 55 x 55 mm dan *dies* 55,054 x 55,054 mm
- Besar gaya yang diperlukan untuk proses *punching* adalah 2634,26 N

Acknowledgement

Kami mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Kupang dengan dana DIPA telah membiayai hingga terselesaikannya penelitian ini, Kepala Laboratorium Teknologi Mekanik beserta PLP dan Teknisinya yang telah memodifikasi alat pelubang plat bentuk slotting, tim peneliti dan tenaga lapangan yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aan Ardian, M.Pd; Teori Pembentukan Logam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- B.H. Amstead, Philip F.Ostwald, Myron L Begemen; Teknologi Mekanik, Jilid I, versi SI, Erlangga, Jakarta.
- E.P. Popov, Zainul Astamar; Mekanika Teknik, Erlangga, Jakarta.

Mesin dan Instrumentasi 1, Jakarta, S. Timoshenko, D.H. Young; Mekanika
Departemen Pendidikan dan Teknik, Erlangga, Jakarta.
Kebudayaan.