

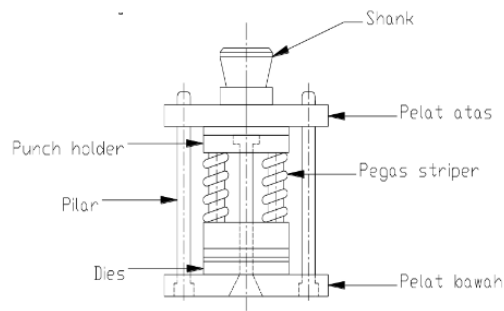
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Berbagai macam mesin *punch* dan *dies* telah banyak dibuat sebelumnya. Mesin *punch* dan *dies* yang akan dibuat ini pada dasarnya mengacu berdasarkan jurnal yang memiliki kemiripan dengan mesin ini. Berikut adalah beberapa jurnal yang dijadikan acuan dalam perancangan mesin *punch* dan *dies* ini.

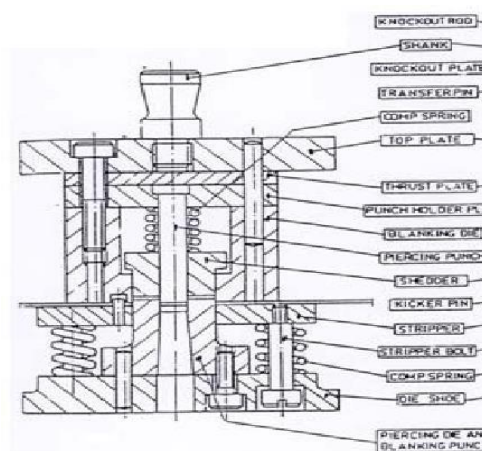
(Rizza, 2014) melakukan analisis pada proses *blanking* dengan *Simple press tool* dan mendapatkan kesimpulan bahwa dalam pembuatan produk kunci pas dibutuhkan *press tool* dengan spesifikasi sebagai berikut: *Shank* = ST 60, *Plate* = ST 60, *Pillar* = ST 60, *Punch* dan *Dies* = SKD 11, *Stripper* = ST 37, *Punch holder* = ST 37, *Stopper* = ST 37. Dimana gaya-gaya yang bekerja pada *press tool* yaitu gaya pemotongan = 37 kN, Gaya penjepitan = 371 N, Daya mesin *press* = 8,5 kW. Dari data diatas dihasilkan juga desain rancangan dari *punch* dan *dies*.



Gambar 2.1 Desain *punch* dan *dies* (Rizza, 2014)

(Soeleman, 2007) melakukan perancangan *Compound Dies* untuk proses *Blanking* dan *Piercing Cylinder Head Gasket* tipe TVS – N54 dan didapatkan hasil sebagai berikut: *Dies* yang digunakan dalam pembuatan metal gasket ini adalah jenis *compound dies*, dimana proses *blanking* dan *piercing* dikerjakan dalam satu langkah kerja, dengan besarnya clearance adalah 0,01mm. Kapasitas mesin yang digunakan adalah 102.229,474 N (10.424,5 Kgf) . Gaya untuk *Blanking* adalah 48609,558N (4956.79 Kgf), Untuk *Piercing* Adalah 36.615,006 N (3733.69 Kgf), Untuk gaya stripping adalah 17.004,91 N (1.734,01 Kgf). Dalam penentuan ukuran dari masing-masing bagian di berikan faktor *safety*

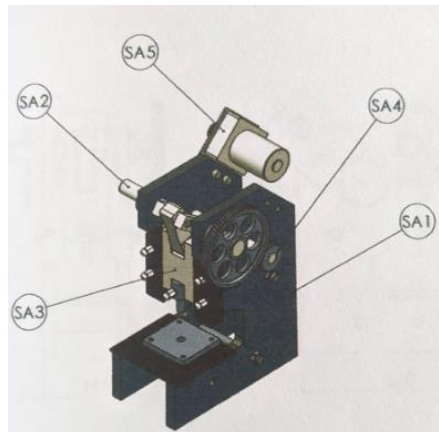
yang berbeda-beda tergantung dari fungsi kerja masing-masing bagian. Masalah yang terjadi pada proses *blanking* dan *piercing* adalah adanya *burry* yang disebabkan *clearance* yang kurang ideal. Pada hakekatnya *burry* tidak bisa terpisahkan pada proses pemotongan, tetapi *burry* bisa dibuat dengan sekecil mungkin. Meskipun pada perencanaan sudah dibuat ideal tetapi dalam proses pembuatan dies juga dipengaruhi oleh proses *machining*. Sehingga untuk mendapatkan sebuah produk yang bagus pemilihan jenis proses *machining* harus benar-benar diperhatikan. Berikut desain yang dihasilkan dari perancangan *compound dies*.



Gambar 2.2 Desain *compound dies* (Tool design)

(Putra, 2016) membuat desain dan perhitungan transmisi *prototype* Mesin *Punch* yang memiliki kapasitas sebesar 85,73 Kgf dengan menggunakan sumber energi penggerak motor listrik DC dengan daya 50 Watt. Transmisi yang digunakan ada 2 yaitu *pulley* dan gir. Rangka yang digunakan pada mesin ini yaitu plat baja hitam. Mesin ini memiliki diameter poros minimal adalah 16,90 mm. Tegangan geser ijin pada poros 1,61 Kg/mm². Panjang rantai yang digunakan adalah 274,06 mm. Gaya Tarik pada rantai adalah 51 N. Gaya tangensial pada roda gigi adalah 85 N. Umur bantalan 277,4 hari.

Mesin ini mampu memotong plat aluminium dengan ketebalan antara 0,1–0,3 mm. sedangkan untuk sistem kendalinya mesin ini belum menggunakan saklar sehingga ketika dinyalakan mesin ini akan berjalan terus menerus.



Gambar 2.3 Desain *prototype* mesin *punch*

2.2 Landasan Teori

Pembuatan Mesin *Punch* dan *dies* ini tentu perlu adanya landasan teori yang berfungsi sebagai pedoman/acuan dalam merancang mesin ini. Berikut ini akan dipaparkan beberapa teori yang berhubungan dengan perancangan Mesin ini.

2.2.1 Proses Perancangan

VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieuer* yang artinya Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat (Ruswandi, 2004). Berikut akan dijelaskan beberapa tahapan menurut VDI 2222. Tahapan perancangan menurut VDI 2222 ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.4 Perancangan menurut VDI 2222

Urutan tahapan perancangan menurut VDI 2222 adalah sebagai berikut:

- a) Yaitu merencana desain apa yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap *input* desain dan rencana desain.

Tahap input desain yaitu adalah tahap dimana seorang perancang melakukan kegiatan untuk menemukan input atau masukan desain. Langkah-langkah dalam rangka mencari input desain dapat dikelompokkan dalam 2 jenis, yaitu input desain *internal* dan input desain *eksternal*. Sedangkan rencana desain adalah tahap dimana seorang perancang harus mampu merencanakan dan mengendalikan lamanya proses perancangan dengan membuat rencana desain. (Purnomo, 2007)

- b) Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

Menurut (Purnomo, 2007) pada tahap ini, informasi yang masuk pada input desain diterjemahkan oleh perancangan menjadi informasi yang bersifat detail dan teknis.

- c) Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

Tahap desain wujud merupakan tahapan yang harus dilakukan perancang untuk memberikan visualisasi berupa gambar 3D, dimana data-data awal gambar diambil dari input desain dan spesifikasi desain.

Sedangkan desain rinci adalah tahap memberikan atau melakukan penggambaran hasil rancangan kedalam gambar kerja/gambar teknik/gambar 2D. (Griffith, 2003)

- d) Penyelesaian yaitu melakukan finishing terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen, dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.

2.2.2 Mesin *punch* dan *dies*

Mesin *punch* dan *dies* adalah salah satu mesin yang digunakan untuk mengurangi volume benda kerja (plat), yang tidak menghasilkan gram (*chip*), atau sisa benda kerja biasanya digunakan untuk membuat benda kerja (plat) secara massal dalam bentuk yang sama dan dikerjakan secara beruntun (Triawan, 2016).



Gambar 2.5 Mesin *Punch* (Batubara, 2021)

Berikut merupakan parameter utama dalam menentukan spesifikasi Mesin *Punch* dan *dies*:

- a) Menghitung besarnya gaya potong (Theryo, 2009)

$$P = (L \times t \times \sigma_B) \quad (2.1)$$

Dimana:

P = Gaya potong atau *cutting force* (Kgf)

L = Keliling bidang potong atau *blanking perimeter* (mm)

T = Ketebalan material atau *sheet thickness* (mm)

σ_B = *Shear resistance* dari material (Kgf/mm²)

- b) Menghitung besarnya gaya *stripper* (Theryo, 2009)

$$P_{st} = (5\% - 15\%) \times P \quad (2.2)$$

Dimana:

P_{st} = Gaya *Stripper* atau *Striping Force* (Kgf)

- c) Kapasitas Mesin *Press* (Theryo, 2009)

$$P_m = [(P + P_{st}) / 1000] \times S_f \quad (2.3)$$

Dimana:

P_m = Kapasitas mesin *press* (Tonf)

S_f = *Safety Factor* (1,2 – 1,5)

2.2.3 Komponen Mesin *punch* dan *dies*

Mesin *punch* dan *dies* yang akan dibuat memiliki beberapa komponen yang berperan penting dalam proses kerja mesin ini. Komponen mesin ini akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Poros

Poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros ini merupakan satu kesatuan dari sebarang sistem mekanis dimana daya ditransmisikan dari penggerak utama, misalnya motor listrik atau motor bakar, ke bagian lain yang berputar dari sistem. (Mott, 2004)

b. Pasak

Menurut Mott (2004), Pasak adalah sebuah komponen pemesinan yang ditempatkan diantara poros dan naf elemen pemindah daya untuk maksud pemindahan torsi. Pasak dipasang pada alur aksial yang dibuat pada poros, disebut *keyseat*. Sebuah alur yang mirip pada naf elemen pemindah daya biasanya disebut *keyway*, tetapi lebih tepat juga *keyseat*. Pasak biasanya dipasang terlebih dahulu pada poros, kemudian alur naf dipaskan, dan naf digeser masuk sampai pada posisinya.

c. Bantalan

Bantalan secara umum ada 2 macam, bantalan gelinding dan bantalan luncur. Tujuan sebuah bantalan adalah untuk menumpu suatu beban, tetapi tetap memberikan keleluasaan gerak relatif antara 2 elemen dalam sebuah mesin. (Mott, 2004)

d. *Pulley* dan *belt*

Pulley adalah suatu elemen mesin yang digunakan untuk meneruskan putaran dari poros 1 ke poros yang lain sehingga terjadi perubahan energi. Bahan pembuatan *pulley* biasanya yang sering digunakan adalah baja, besi, alumunium, dan kayu. Untuk pembuatan mesin *punch* dan *dies* ini bahan *pulley* yang digunakan adalah alumunium.

Sedangkan *belt* adalah suatu elemen mesin yang terbuat dari karet dan memiliki bentuk penampang trapesium. Fungsinya dari *belt* ini adalah sebagai perantara untuk meneruskan putaran yang diberikan dari *pulley* 1 ke *pulley* yang lain.

e. Roda gigi

Mott (2004) menjelaskan bahwa roda gigi adalah roda silindris bergigi, yang digunakan untuk mentransmisikan gerak dan daya dari sebuah poros

berputar ke poros berputar yang lain. Umumnya roda gigi digunakan untuk menghasilkan perubahan kecepatan putar pada roda gigi yang digerakkan relatif terhadap kecepatan putar roda gigi penggerak.

f. *Crankshaft*

Crankshaft atau poros engkol adalah komponen yang mempunyai fungsi untuk mengkonversi gerakan putaran (rotasi) menjadi gerakan naik turun (translasi). *Crankshaft* berbentuk seperti poros disertai pemberat. Pemberat pada *Crankshaft* digunakan sebagai penyeimbang putaran mesin. Pemberat dibuat agar putarannya lebih stabil. (Muchta, 2021)

g. *Press dies*

Menurut Theryo (2009), *Press dies* adalah peralatan produksi atau cetakan yang berfungsi untuk memotong/*cutting* dan membentuk (*forming*) material *sheet metal* (plat baja), *aluminium sheet* (plat aluminium), *stainless steel sheet* (plat baja tahan karat), berbagai pipa dan baja pejal sehingga hasil akhirnya menjadi suatu produk yang kita sebut sebagai *sheet metal product*.

Pada *press dies* terdapat beberapa bagian-bagian yang tersusun guna untuk mendukung proses pemotongan plat. Diantaranya adalah *upper plate*, *lower plate*, *punch*, *dies*, *striper bolt*, *spring*, *shank*, *guide pin*, *guide bush*, *stripper plate*.

2.2.4 Mekanisme penggerak

Mekanisme penggerak pada mesin *punch* dan *dies* umumnya ada 2 macam, yaitu mesin *punch* mekanik dan mesin *punch* hidrolis. Perbedaan utama antara mesin *punch* mekanik dan mesin *punch* hidrolis terletak pada mekanisme penggerak turun-naik dari *slide (ram)* mesin *punch* tersebut. Gerakan naik-turun dari *slide (ram)* mesin *punch* mekanik dengan mekanisme *crankshaft*, *eccentric shaft*, *cam*, dan *knuckle*. Sedangkan Gerakan naik-turun *slide (ram)* mesin *punch* hidrolis digerakkan langsung oleh piston silinder dari sistem hidrolis. Untuk perbedaan lainnya akan disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Perbandingan kinerja mesin *punch dan dies* mekanik dengan mesin *punch dan dies* hidrolis (Theryo, 2009)

Kinerja	Sistem Mekanik	Sistem Hidrolik
Kecepatan produksi	Lebih cepat daripada mesin <i>punch</i> hidrolik	Pada umumnya lebih lambat daripada mesin <i>punch</i> mekanik
Panjang langkah	Agak pendek (600-1000)	Relatif lebih panjang
Mengubah Panjang langkah	Pada umumnya sulit	Dapat diubah dengan mudah
Menentukan titik mati bawah	Dapat ditentukan dengan tepat	Pada umumnya tidak dapat ditentukan secara tepat
Pengaturan kecepatan penekanan	Tidak dapat diatur	Dapat diatur dengan mudah
Pengaturan gaya penekanan	Sulit	Mudah
Penahanan gaya penekanan	Tidak dimungkinkan	Mudah
Kemudahan perawatan	Lebih mudah dari mesin <i>punch</i> hidrolik	Perlu waktu lebih lama, khususnya apabila ada kebocoran
Kapasitas penekanan maksimum	6000 Tonf (<i>sheet metal forming</i>) 1000 Tonf (<i>forging press</i>)	70000-200000 Ton.f

2.2.5 Solidworks

Menurut Karimah (2019), *Solidworks* adalah salah satu *software* yang berbasis otomasi dalam pembuatan model solid 3D. *Software* ini sangat berguna dalam bidang keteknikan untuk membuat model 2D maupun 3D, selain itu *software* ini juga dapat melakukan simulasi yang sangat berguna untuk melakukan penelitian terhadap suatu mesin maupun material. Namun sebelum masuk pada tahap itu, harus mengenal terlebih dahulu perintah *toolbar* yang ada pada *software* ini.

sebelum masuk pada tahapan proses penggambaran, harus memilih *template* yang terdiri dari beberapa bagian yaitu *part*, *assembly*, dan *drawing*.

2.2.6 Perhitungan elemen mesin pada Mesin *punch* dan *dies*

a) Poros

1) Torsi (Khurmi, 2004)

$$T = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n} \quad (2.4)$$

Dimana:

T = Momen puntir/Torsi (N.m)

n = Kecepatan poros (r.p.m)

2) Gaya tangensial pada roda gigi (Khurmi, 2004)

$$F_t = \frac{T}{R_B} \quad (2.5)$$

Dimana:

F_t = Gaya tangensial pada roda gigi (N)

T = Momen puntir/Torsi (N.m)

R_B = Jari-jari roda gigi (mm)

3) Tegangan geser yang diijinkan (Khurmi, 2004)

$$\tau = 0,18 \times \sigma_u \quad (2.6)$$

Dimana:

σ_u = *Ultimate tensile strength* dari material yang akan digunakan (kg/mm²)

4) Torsi ekuivalen (Khurmi, 2004)

$$T_e = \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \quad (2.7)$$

Dimana:

T_e = Torsi ekuivalen (N.mm)

K_m = Faktor kombinasi kejut dan Lelah untuk bending

K_t = Faktor kombinasi kejut dan Lelah untuk torsi

T = Torsi (N)

M = Momen bending (N.mm)

5) Diameter Poros (Khurmi, 2004)

$$d = \sqrt[3]{\left(\frac{16 \times T_e}{\pi \times \tau}\right)} \quad (2.8)$$

Dimana:

d = Diameter poros (mm)

T_e = Torsi ekuivalen (N.mm)

τ = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm^2)

b) Pasak

1) Penentuan tinggi dan lebar pasak (Mott, 2004)

Penentuan tinggi dan lebar pasak berdasarkan tabel pada lampiran.

2) Pemilihan jenis material pasak (Mott, 2004)

Pemilihan jenis material pasak berdasarkan tabel pada lampiran.

3) Menghitung tegangan geser ijin (Mott, 2004)

$$\tau_d = \frac{0,5 \times S_y}{N} \quad (2.8)$$

Dimana:

S_y = Yield strength material (MPa)

N = Design factor

4) Menghitung tegangan tekan ijin (Mott, 2004)

$$\tau_d = \frac{S_y}{N} \quad (2.9)$$

Dimana:

S_y = Yield strength material (MPa)

N = Design factor

- 5) Menghitung Panjang minimum pasak berdasarkan tegangan geser (Mott, 2004)

$$L_{min} = \frac{2 \times T}{\tau_d \times D \times W} \quad (2.10)$$

Dimana:

T = Torsi (N.mm)

τ_d = Tegangan geser ijin (MPa)

D = Diameter poros (mm)

W = Lebar pasak (mm)

- 6) Menghitung Panjang minimum pasak berdasarkan tegangan tekan (Mott, 2004)

$$L_{min} = \frac{4 \times T}{\sigma_d \times D \times H} \quad (2.11)$$

Dimana:

T = Torsi (N.mm)

τ_d = Tegangan geser ijin (MPa)

D = Diameter poros (mm)

H = Tinggi pasak (mm)

c) Bantalan

- 1) Menentukan umur bantalan (Mott, 2004)

Penentuan umur bantalan berdasarkan tabel pada lampiran.

- 2) Menentukan putaran rancangan (Mott, 2004)

$$L_d = h \times n \times 60 \quad (2.12)$$

Dimana:

h = Umur rancangan (jam)

N = Putaran poros (rpm)

- 3) Menentukan beban dinamis (Mott, 2004)

$$C = P_d \times \left(\frac{L_d}{10^6} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (2.13)$$

Dimana:

P_d = Beban (reaksi) pada bantalan (kN)

L_d = Putaran rancangan

$k = 3$ untuk bola / 3,33 untuk roll

4) Menentukan bantalan yang cocok (Mott, 2004)

Penentuan bantalan yang cocok berdasarkan tabel pada lampiran.

d) Roda Gigi

Menggunakan sistem modul metrik

1) Modul (Mott, 2004)

$$m = \frac{D_G}{N_G} = \frac{D_P}{N_P} \quad (2.14)$$

Dimana:

m = Modul

D_G = Diameter roda gigi (mm)

N_G = Jumlah gigi pada roda gigi

D_P = Diameter pinyon (mm)

N_P = Jumlah gigi pada pinyon

2) Diameter jarak bagi (Mott, 2004)

$$P_d = \frac{25,4}{m} \quad (2.15)$$

Dimana:

P_d = Diameter jarak bagi

m = Modul

3) Tinggi kepala (Mott, 2004)

$$a = 1 \times m \quad (2.16)$$

4) Tinggi kaki (Mott, 2004)

$$b = 1,25 \times m \quad (2.17)$$

5) Kelonggaran kepala (Mott, 2004)

$$c = 0,25 \times m \quad (2.18)$$

6) Diameter lingkaran kepala (Mott,2004)

$$D_o = m \times (N + 2) \quad (2.19)$$

7) Diameter lingkaran kaki (Mott, 2004)

$$D_R = D - 2b \quad (2.20)$$

8) Kedalaman kerja (Mott, 2004)

$$h_k = a + a = 2 \times a \quad (2.21)$$

9) Kedalaman total (Mott, 2004)

$$h_t = a + b \quad (2.22)$$

10) Jarak pusat (Mott, 2004)

$$C = \frac{D_G}{2} \quad (2.23)$$

11) Tebal gigi (Mott, 2004)

$$t = \frac{\pi}{2 \times P_d} \quad (2.24)$$

e) Puli

1) Daya rancangan (Mott, 2004)

$$H_d = P \times K_e \quad (2.25)$$

Dimana:

P = Daya motor (Kw)

K_e = Faktor koreksi sabuk V (mm)

2) Menentukan *pulley* kecil (Budynass, 2011)

Penentuan *pulley* kecil berdasarkan tabel pada lampiran.

3) Menentukan *pulley* besar

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2} \quad (2.26)$$

Dimana:

n_1 = Putaran *pulley* penggerak (rpm)

n_2 = Putaran *pulley* yang digerakkan (rpm)

d_1 = Diameter *pulley* penggerak (mm)

d_2 = Diameter *pulley* yang digerakkan (mm)

f) Sabuk

1) Jenis sabuk (Budynass, 2011)

Penentuan jenis sabuk berdasarkan tabel pada lampiran

2) Kecepatan sabuk (Mott, 2004)

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{12} \quad (2.27)$$

Dimana:

V = Kecepatan sabuk (ft/m)

D = Diameter puli (mm)

n = Putaran puli (rpm)

3) Panjang sabuk (Mott, 2004)

Jika C_s belum direncanakan:

$$d_2 < C_s < (d_2 + d_1) \quad (2.28)$$

$$L = 2 \times C_s + 1,57 (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4 \times C_s} \quad (2.29)$$

4) Panjang sumbu aktual (Mott, 2004)

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32 (d_2 - d_1)^2}}{16} \quad (2.30)$$

Dimana B,

$$B = 4L - 6,28 (d_2 + d_1) \quad (2.31)$$

5) Transmisi daya sabuk (Mott, 2004)

$$H_a = K_1 \times K_2 \times H_{tab} \quad (2.32)$$

Dimana:

K_1 = Sudut kontak *pulley*

K_2 = Faktor koreksi Panjang sabuk

H_{tab} = Rating daya *belt*

6) Jumlah sabuk V

$$N_b \geq \frac{H_d}{H_a} \quad (2.33)$$

Dimana:

N_b = Jumlah sabuk V

H_d = Daya rancangan (HP)

H_a = Transmisi daya/sabuk

g) *Crankshaft*

1) Sudut α

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \quad (2.34)$$

Dimana:

a = Jarak antara *crankshaft* terhadap *crank pin* (mm)

b = Jarak antara *crankshaft* dan *slide* (mm)

c = Jarak antara *crank pin* dan *slide* (mm)

2) Daya motor yang dibutuhkan (Khurmi, 2005)

$$P = F \times 9,81 \quad (2.35)$$

Dimana:

F = Gaya *press* mesin (Ton)

3) Gaya tangensial dinamis (Khurmi, 2005)

$$T_{fd} = \sin \alpha \quad (2.36)$$

h) *Punch* dan *Dies*

Untuk proses *blanking*:

1) Diameter *Dies* (Theryo, 2009)

$$D = D_0^{+0,02} \quad (2.37)$$

2) Nilai *Clearance* (Theryo, 2009)

$$C = 4\% - 5\% t \quad (2.38)$$

3) Diameter *Punch* maksimum (Theryo, 2009)

$$d_{max} = D - (2 \times clearance) \quad (2.39)$$

4) Diameter *Punch* minimum (Theryo,2009)

$$d_{min} = D - (2 \times clearance) \quad (2.40)$$

Untuk proses *piercing*:

1) Diameter *Punch* (Theryo, 2009)

$$d = d_0^{+0,02} \quad (2.41)$$

2) Nilai *Clearance* (Theryo, 2009)

$$C = 4\% - 5\% t \quad (2.42)$$

3) *Dies* maksimum (Theryo, 2009)

$$D_{max} = d + (2 \times clearance) \quad (2.43)$$

4) Diameter *Dies* minimum (Theryo,2009)

$$D_{min} = D + (2 \times clearance) \quad (2.44)$$