

PERANCANGAN *PROGRESSIVE DIES* KOMPONEN *RING M7*

Christian Ardinto¹, Wijang Wisnu Raharjo², Eko Surojo²

¹Mahasiswa – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

²Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

Keywords :

Progressive dies
Ring M7

Abstract :

Tujuan perancangan pembuatan cetakan *ring M7* untuk membantu pembuatan alat cetak tekan dengan sistem *progressive dies*. Perancangan *lay out* profil alat tekan yang tepat dan penggunaan material yang tepat menghasilkan komponen yang berkualitas baik. Perancangan ini dilakukan dengan tahap pembuatan : Batasan perancangan (*brainstorming, problem statement, product design spesification* dan pemilihan konsep dengan *morphological box*), perhitungan *lay out* profil pada material *blank strip*, perbandingan perhitungan kekuatan material secara teoritis dan analisa *FEM* (*Finite Element Methode*) secara *software* dengan *Catia V5 R19*. Perhitungan teoritis digunakan sebagai penentuan dimensi dan pemilihan material. Perhitungan teoritis utamanya digunakan pada komponen *punch* dan *die plate*. Perancangan menghasilkan *lay out* profil dengan efektifitas pemakaian material *blank strip* sebesar 64,63 %. Perhitungan teoritis dan hasil analisa *FEM* menghasilkan material yang tepat untuk *punch* dan *dies*, yakni *DIN 1.2379*. Material *DIN 1.2379* diaplikasikan untuk material *punch* mampu menahan gaya *dies* sebesar 64248,27 N (gaya kritis material *punch* 82052,94 N). *DIN 1.2379* diaplikasikan pada material *dies* dengan ketebalan 5 mm dan gaya *dies* diberikan sebesar 64248,27 N menghasilkan defleksi sebesar 0,003297 mm dengan asumsi *dies* tanpa material penyangga.

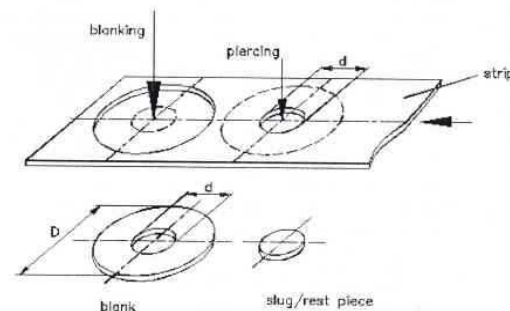
PENDAHULUAN

Ring M7 adalah komponen pembantu yang diproduksi dengan teknik pembentukan *press* dalam *progressive dies*. Meskipun bernilai murah tetapi proses pembentukannya menggunakan perkakas dengan sistem yang rumit yakni *progressive dies*. *Progressive dies* adalah salah satu alat cetak tekan dengan sistem *multistation* dimana urutan dari proses tekan dibuat pada alat cetak tekan. Tidak hanya proses *cutting*, tetapi proses *forming* juga dapat dilakukan. (Theryo, 2009).

Menurut Wilson (1962) prinsip kerja perkakas penekan adalah melakukan proses pemotongan atau pembentukan dengan gaya luar yang besar dari mesin penekan. *Blanking* adalah proses pemotongan dengan cara menekan benda kerja sampai melewati batas elastis material benda kerja tersebut sehingga menghasilkan ukuran luar produk sheet metal (*blank*) dan *scrap skeleton* atau material sisa (Theryo, 2009). *Piercing* adalah proses pemotongan dengan cara menekan benda kerja sampai melewati batas elastis material benda kerja tersebut sehingga menghasilkan lubang ukuran dalam pada produk sheet metal atau kontur dan *slug* atau material sisa (*scrap*) atau *slug* (Murbani, 1972). Pada Gambar 1 di perlihatkan proses *blanking* dan *piercing*.

Dalam membuat *progressives dies*, diperlukan ketelitian dalam perhitungan dan penerapan pemilihan geometri perkakas dan juga pemilihan material. Kekuatan merupakan hal paling kritis yang akan menentukan pemilihan material yang tepat

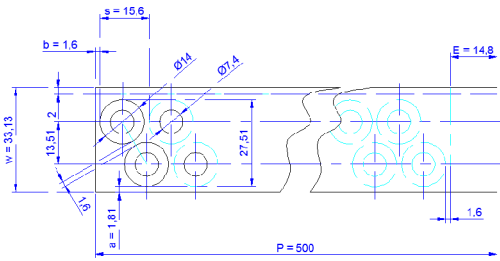
untuk sebuah *dies*. Material yang salah akan membuat kerugian dalam proses produksi, seperti kerusakan *dies*, umur pakai alat potong (*punch*) ataupun komponen lain yang pendek.



Gambar 1. *Blanking* dan *piercing* pada *progressive dies*

Berbagai faktor diatas yang mendasari perlu dibuat sebuah perancangan dengan perhitungan yang tepat tentang *progressive dies*. Perancangan didasari proses pembentukan sebuah komponen dalam sebuah *blank*, perhitungan pembentukan komponen itu sendiri dan material yang tepat untuk umur tertentu sebuah alat. Dalam contoh kasus pembuatan komponen *ring M7*, meskipun sederhana, namun alat penekan yang dipakai bersistem *progressives dies*, dan memerlukan ketelitian pemilihan *clearance* dan material *dies*, serta *lay out* proses untuk menghemat material *blank*.

Tujuan perancangan yang dilakukan untuk dapat menentukan *lay out* pada *blank strip coil progressive dies* yang optimal seperti pada Gambar 2. Perancangan juga bertujuan menentukan material yang tepat untuk *progressive dies*.



Gambar 2. *Lay out multistation* dari *progressive dies*

Untuk mendapatkan arah perancangan yang baik, pada perancangan ini ditentukan batasan-batasan dengan *Concept Embodiment Detail* sebagai berikut:

- Lay out* strip 2 kolom.
- Strip coil* dengan panjang 500 mm, tebal 1.6 mm.
- Kebutuhan pasar untuk M7 di ATMI mencapai 3000 keping per tahun.
- Pendekatan pemilihan standard part dengan katalog merk *MISUMI* tahun 2010.
- Pendekatan pemilihan material dengan katalog *ASSAB* atau *DAIDO* dan standarisasi dari lembaga tertentu yang menyarankan pemilihan bahan, kegunaan dan besaran besaran teknik yang sesuai seperti tegangan, kekuatan, dan faktor lain yang sesuai.
- Proses perancangan tidak memperhitungkan aspek analisa hasil perlakuan panas.
- Umur pakai alat penekan dibatasi sampai 10.000 langkah penekanan sampai aus.

METODE PERANCANGAN

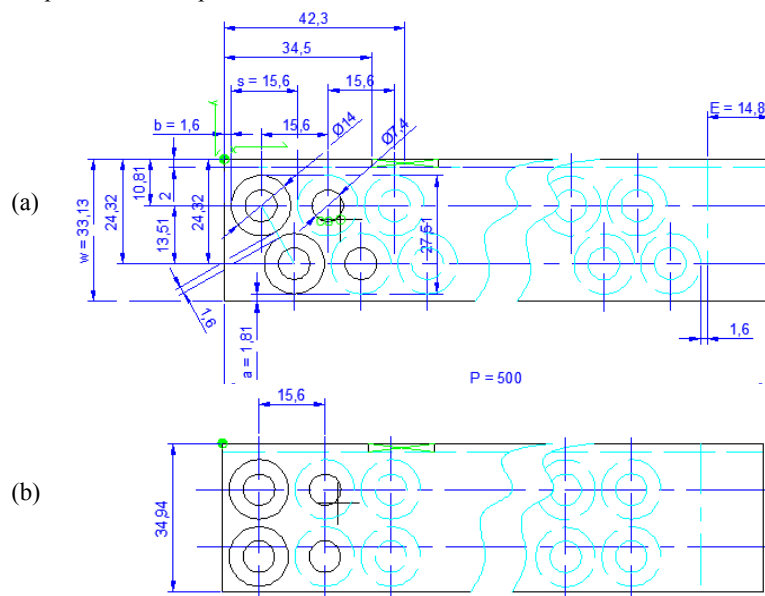
Perancangan dibatasi dengan spesifikasi produk dalam *concept embodiment detail*. *Concept embodiment detail* ditentukan dengan urutan dari *brainstorming*, *problem statement*, *product design spesification*, dan pemilihan konsep dengan *morphological box*.

Perancangan menggunakan perhitungan teoritis dan pemodelan 3D dan 2D dengan software *Catia V5R19*. Perancangan *progressive dies* dengan perhitungan material *blank strip JIS G3141 SPCC* dengan ketebalan 1,6 mm. Material ini mempunyai *tensile strength* 270 N/mm².

Perancangan dimulai dengan penentuan batasan perancangan atau *Concept embodimen detail*. Setelah batasan perancangan tercapai, penentuan *lay out blank strip* dihitung. Gaya geser dan *clearance* ditentukan untuk menghitung kekuatan material *punch* dan *dies*. Perancangan *dies* total di simulasikan dengan *Catia V5R19* dilanjutkan dengan simulasi analisis *FEM*. Setelah analisa selesai dibuat gambar kerja dan ditarik kesimpulan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses perancangan *progressive dies* dimulai dengan perhitungan *lay out* profil. Pemilihan *lay out* secara zig - zag lebih ekonomis dibandingkan secara seri. Perhitungan teoritis menunjukkan secara zig - zag material yang terbuang 42,38% dan secara seri 45,37%. Perhitungan titik berat dari susunan gaya yang terjadi pada setiap profil ditentukan dari *lay out*. Perhitungan titik berat inilah yang akan dijadikan titik pusat gaya atau titik tengah dari *progressive dies*. Gambar 3. menunjukkan *lay out* profil yang dirancang pada *progressive dies*.



Gambar 3. *Lay out blank strip progressive dies*: (a) Zig - zag; dan (b) Seri

Perhitungan di fokuskan pada komponen *punch* dan *die*. Perhitungan pada *punch* meliputi panjang, *buckling* dan jenis material yang akan dipakai. Panjang *punch* dihitung dengan diameter paling kecil sebagai penerima gaya *dies* dengan kekuatan terlemah sebagai berikut :

$$L = \frac{\pi x d}{8} x \left(\frac{E x d}{\tau_g x t} \right)^{1/2} \quad (1)$$

$$L = 58,08 \text{ mm} \approx 58 \text{ mm}$$

F kritis untuk pembebanan tekuk dihitung dengan rumus *euler* (Thiedt, 2007) :

$$\sigma_{ijjin} = \frac{F}{A} \quad (2)$$

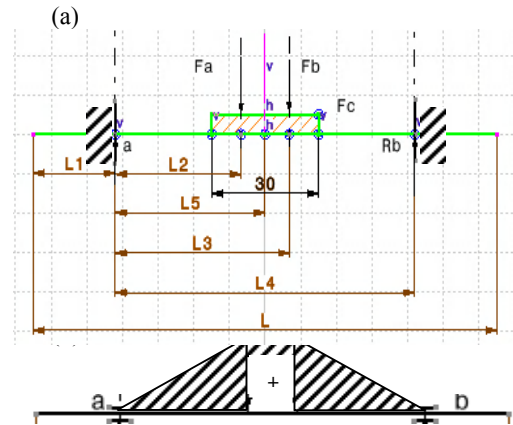
$$F = \frac{\pi^2 x E x I}{lk^2} \quad (3)$$

dengan $lk = 2l$ (jepit bebas)

$$F = \frac{\pi^2 x E x I}{(2l)^2}$$

$F = 82052,94 \text{ N}$ menjadi F kritis untuk pembebanan tekuk. Perbandingan gaya *dies* sebesar $F_m = 64248,27 \text{ N}$ masih aman di bawah F yang menyebabkan tekuk pada *punch*. Material *punch* DIN 1.2379 mempunyai batas tegangan tarik 2750 N/mm² aman untuk *punch* dengan tegangan yang terjadi sebesar 2361,06 N/mm².

Perhitungan *die* dengan material yang sama dengan *punch* akan menentukan dimensi tebal dan terjadinya defleksi atau deformasi akibat gaya luar. Perhitungan dengan *free body diagram* dapat dilihat pada Gambar 4. yang menghasilkan *bending momen* sebesar 914954,9 Nmm.



Gambar 4. Perhitungan Gaya dalam :
(a) *Free body diagram*, dan
(b) *Bending momen diagram*.

Persamaan $\epsilon_z = 1/E (\sigma_z - \nu\sigma_x - \nu\sigma_y)$ digunakan untuk menghitung besarnya defleksi *die* dikarenakan pelat dengan lebar lebih besar dari normal terhadap tebal. (Budynas, 1999) Jika $\sigma_y = 0$, dan batasan deformasi arah $z = 0$, maka $\epsilon_z = 0$. Jadi

$$0 = \frac{1}{E} (\sigma_z - \nu\sigma_x)$$

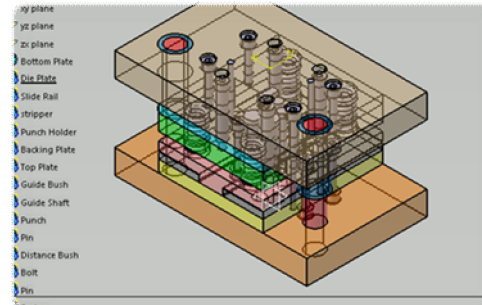
Maka : $\sigma_z = \nu\sigma_x$

Sehingga tegangan di arah x menjadi :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = (\nu \cdot \nu^2) x \frac{M}{E x I} \quad (4)$$

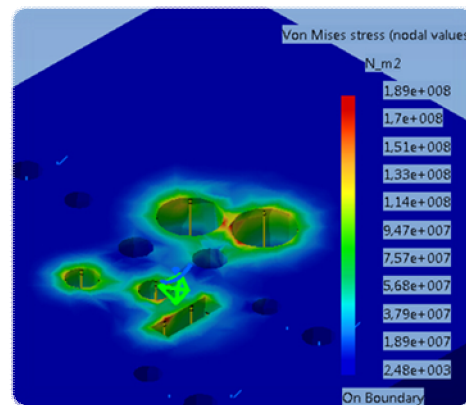
Sesuai perhitungan rumus diatas, untuk tebal *die* 5mm terjadi defleksi 0,003297 mm. Untuk tebal *die* 10 mm terjadi defleksi 0,000412 mm. Dengan faktor proporsional bentuk dimensi dan faktor perakitan diaplikasikanan tebal *die* 15 mm.

Pemodelan 3D *progressive dies ring M7* dengan *Catia V5R19* dapat dilihat pada Gambar 5.



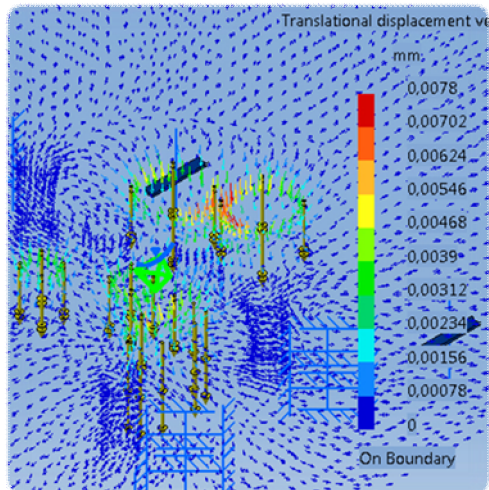
Gambar 5. Pemodelan dengan *Catia V5R19*.

Dari gambar 6. ditunjukkan besarnya tegangan *von mises* dari model dengan batas tegangan terbesar sampai $1,89 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Batas tegangan terkecil nya $2,48 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. *Von mises* adalah formulator untuk menghitung kombinasi tegangan pada satu titik secara 3 dimensional atau 3 arah gaya yang bekerja dalam titik tersebut yang menyebabkan kegagalan. Tegangan utama dapat dihitung dalam 3 arah X, Y, dan Z, kriteria dari *von mises* menggabungkan ke tiga tegangan tersebut ke dalam tegangan yang setara dan dibandingkan dengan tegangan luluh dari batas sifat material. Jika tegangan *von mises* melebihi tegangan luluh dari sifat material, maka material tersebut dianggap gagal.



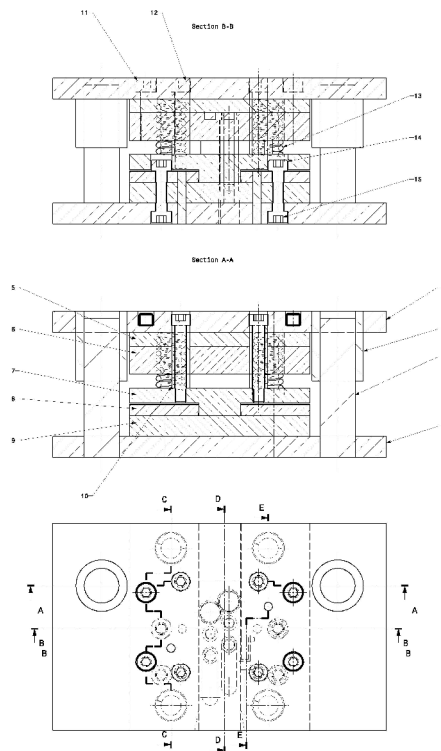
Gambar 6. Tegangan *Von mises* yang terjadi pada *die*.

Vektor gaya yang terjadi dapat dilihat pada pemodelan Gambar 7., dimana vektor gaya tertinggi dengan warna merah terletak pada bagian tengah model. Besarnya vektor gaya terkritis pada model sebesar 0,0078 mm dengan arah Z-. Tetapi diambil nilai tengah untuk rata rata tegangan dengan pertimbangan kesalahan pemodelan, diambil 0,0039 mm.



Gambar 7.. *Translational displacement vector* akibat gaya luar.

Perhitungan teoritis dan analisis *Catia V5R19* menghasilkan dimensi dan pemilihan material untuk perancangan *progressive dies*. Perancangan dilakukan dengan faktor perhitungan, faktor ekonomis dan faktor proporsional bentuk dan suaian antar komponen. Dihasilkan rancangan *progressive dies* seperti pada gambar 8. dibawah ini.



Gambar 8. Rancangan *progressive die ring* M7.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. *Lay out* profil cara zig - zag pada *progressive dies* komponen ring M7 menghasilkan penggunaan material *blank strip* dan ukuran lebar *strip* yang efektif dengan efektifitas penggunaan material blank 64,63 %.
2. Perhitungan panjang efektif untuk *punch* (Panjang 58 mm) dan gaya kritis *punch* dibawah gaya *dies* ($F_p = 82052,94 \text{ N} > F_m = 64248,27 \text{ N}$), menghasilkan jenis material yang tepat yakni *DIN 1.2379*. Material *dies* dapat diaplikasikan dengan dimensi terkecil (tebal 5 mm, defleksi 0,003297 mm).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada UNS dan ATMI yang telah membantu perancangan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Budynas R. G., 1999, “ *Advances Strength and Aplied Stress Analysis* “. Mainland Chins Mc Graw-Hill Companies.
- Donaldson C, LeCain. GH, Goold. V. C, 1976,” *Tool Design*”. India Tata Mc Graw Hill.
- MISUMI, 2006, “MISUMI Standard Component for Press Dies 2006.8-2007.7 “.South East Asia.
- Murbani J, 1978, “ *Punching Tool 2*”. Surakarta ATMIPress.
- Pozrikidis C, 2005, “ *Introduction to Finite and Spectral Element Methods using MATLAB* “. California Chapman & Hall.
- Segerlind L. J, 1984, “*Applied Finite Element Analysis* “.Canada John Wiley and Sons. INC.
- Suroto A, 1978, “ *Strength of Materials* “. Surakarta ATMIPress.
- Theryo R. S, 2009,” *Teknologi Press Dies*”. Yogyakarta Kanisius.
- “---“, 1978, “ *Tabel Elemen Mesin* “. Surakarta ATMIPress.
- Thiedt G, 2007,“*Metalltechnik Tabellenbuch*“. Berlin Westermann.
- Ulrich K. T, Eppinger S.D, 2001,” Perancangan dan Pengembangan Produk “. Jakarta Salemba Teknika.
- Wilson F.W., 1962, “*Fundamentals of Tool Design* “. New Jersey Prentice Hall. INC .