

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.

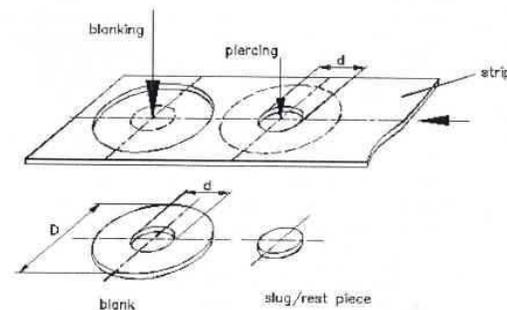
PENDAHULUAN

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

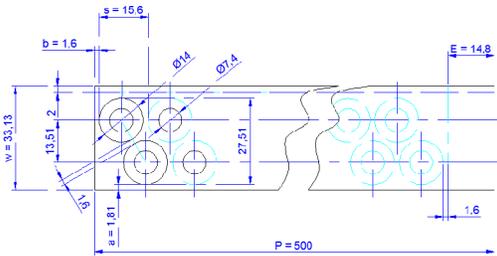
untuk sebuah *dies*. Material yang salah akan membuat kerugian dalam proses produksi, seperti kerusakan *dies*, umur pakai alat potong (*punch*) ataupun komponen lain yang pendek.



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

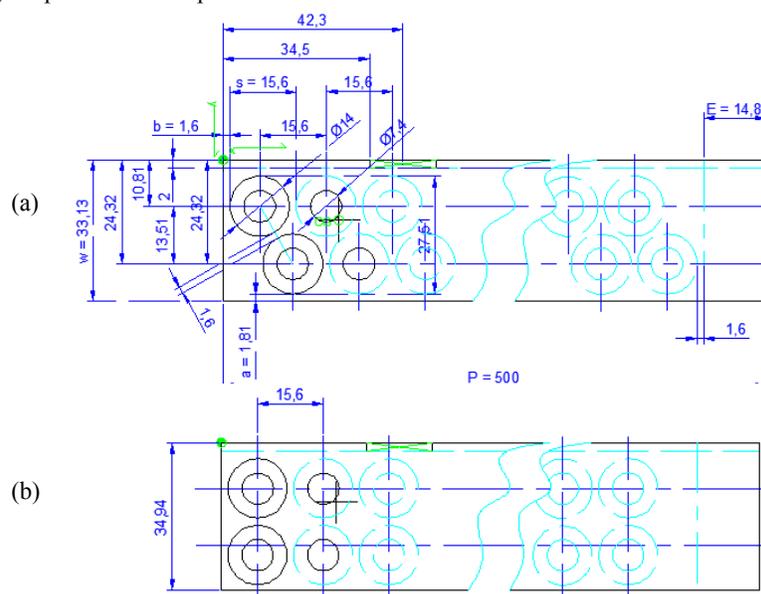
Perancangan dibatasi dengan spesifikasi produk dalam *concept embodiment detail*. *Concept embodiment detail* ditentukan dengan urutan dari *brainstorming*, *problem statement*, *product design spesification*, dan pemilihan konsep dengan *morphological box*.

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 embodiment 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) :

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

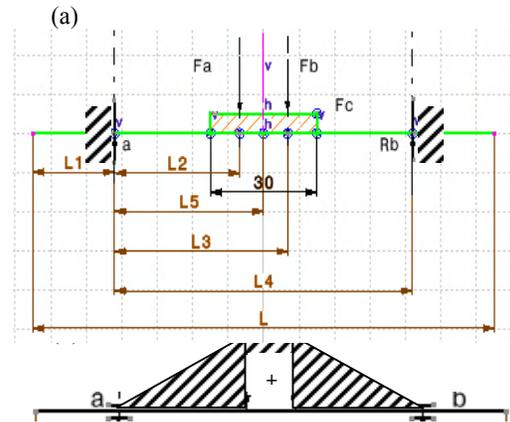
$$F = \frac{\pi^2 x E x I}{lk^2} \quad (3)$$

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/mm^2 aman untuk *punch* dengan tegangan yang terjadi sebesar $2361,06 \text{ N/mm}^2$.

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 $914954,9 \text{ Nmm}$.



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

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

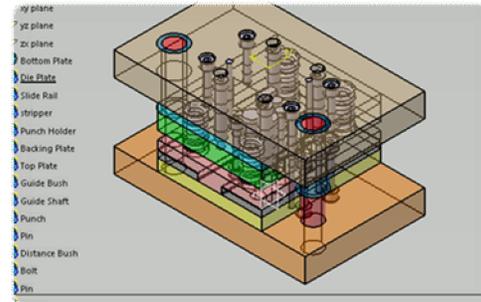
Maka : $\sigma_z = \nu\sigma_x$

Sehingga tegangan di arah x menjadi :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = (1 - \nu^2) x \frac{M}{E x I} \quad (4)$$

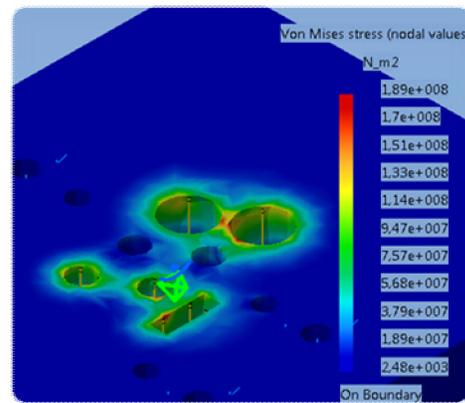
Sesuai perhitungan rumus diatas, untuk tebal *die* 5mm terjadi defleksi $0,003297 \text{ mm}$. Untuk tebal *die* 10 mm terjadi defleksi $0,000412 \text{ mm}$. Dengan faktor proporsional bentuk dimensi dan faktor perakitan diaplikasikanan tebal *die* 15 mm.

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



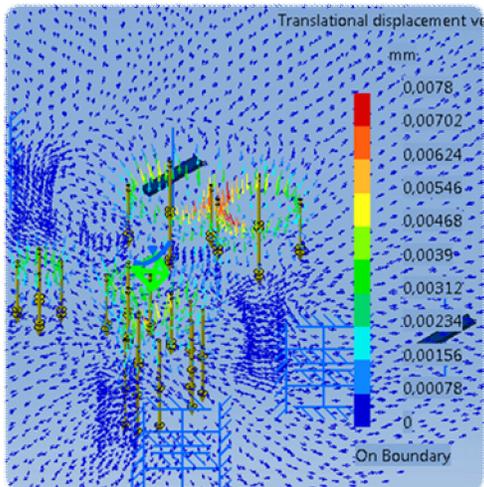
Gambar 5. Pemodelan dengan *Catia V5R19*.

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.



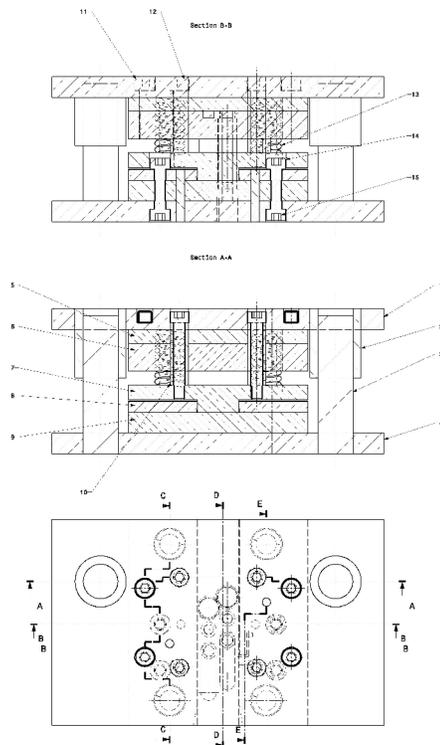
Gambar 6. Tegangan *Von mises* yang terjadi pada *die*.

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 $0,0078 \text{ mm}$ dengan arah Z-. Tetapi diambil nilai tengah untuk rata rata tegangan dengan pertimbangan kesalahan pemodelan, diambil $0,0039 \text{ mm}$.



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 .