

ANALISIS PENGARUH GAYA *EMBOSSING* TERHADAP KEDALAMAN KONTUR LOGO MEDALI WISUDA POLMAN BANDUNG BAHAN KUNINGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* DEFORM 2D3D VER.11

Adhe Bagus Setiawan, Hartono Widjaja, Yuliar Yasin Erlangga

Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

Jl Kanayakan No. 21 - Dago, Bandung – 40135

Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649

Email: marliganchasma@gmail.com

Abstrak.

Embossing adalah proses pembentukan lembaran atau pelat logam dengan menggunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan atau dimensi yang dikerjakan berdasarkan bentuk pada *punch* dan *dies*. Selama ini rumus umum gaya *embossing* adalah $F = Kr \times A_{proy}$, namun rumus tersebut tidak dapat mendefinisikan kedalaman kontur yang terbentuk.

Berdasarkan spesifikasi produk yang mengharuskan produk memiliki kedalaman kontur tertentu, rumus gaya umum *embossing* tersebut tidak dapat digunakan. Maka dari itu perlu dilakukan analisis mengenai pengaruh gaya *embossing* terhadap kedalaman kontur yang terbentuk. Analisis tersebut dilakukan pada objek logo medali Wisuda Polman Bandung berbahan kuningan. *Software* Deform 2D3D ver.11 digunakan sebagai alat bantu untuk mensimulasikan proses *embossing*.

Software Deform 2D3D ver.11 digunakan sebagai alat bantu simulasi agar mengetahui pengaruh beban gaya umum *embossing* terhadap kedalaman kontur yang terbentuk. Setelah pengaruh gaya umum *embossing* diketahui, dilakukan analisis lebih lanjut mengenai beban gaya yang dibutuhkan untuk memenuhi spesifikasi logo medali Wisuda Polman Bandung.

Beban gaya yang dibutuhkan untuk memenuhi spesifikasi produk didapat dari regresi linear. Regresi linear tersebut dihasilkan dari runtutan hasil simulasi yang memvariasikan beban gaya terhadap kedalaman kontur yang terbentuk.

Rumus regresi yang didapat dibuktikan pada ujicoba aktual menggunakan *presstool embossing* logo Medali Wisuda Polman. Kedalaman kontur yang terbentuk pada produk hasil uji coba diukur menggunakan mesin CMM.

Kesusaian yang didapatkan antara hasil perhitungan regresi linear dengan hasil uji coba aktual membuktikan bahwa rumus tersebut dapat diaplikasikan untuk membentuk kedalaman kontur tertentu pada logo Medali Wisuda Polman dengan bahan kuningan.

Kata kunci : gaya umum *embossing*, kedalaman kontur produk, kedalaman kontur *punch*, rumus regresi linear, *Deform 2D/3D ver.11*

1. Pendahuluan

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung memproduksi medali setiap tahunnya untuk kebutuhan acara wisuda. Medali tersebut dibuat menggunakan proses *die casting* yaitu menginjeksikan larutan logam yang telah cair dengan tekanan tinggi hingga cairan logam masuk dan mengisi rongga pada *cavity*. Namun penggunaan sumber daya pada cara ini relatif besar karena membutuhkan daya mesin yang tinggi. Salah satu cara lain pembuatan medali wisuda adalah dengan menggunakan proses *embossing*.

Proses *embossing* yaitu dengan memanfaatkan gaya tekan. Lembaran plat logam akan ditekan hingga mendesak bagian sekitarnya sehingga mengisi rongga

antara *punch* dan *dies*. Dengan cara ini maka didapatkan bentuk produk yang seragam dengan waktu yang relatif cepat, namun dibutuhkan dua *tool* untuk membentuk sebuah medali yang utuh., namun dibutuhkan dua *tool* untuk membentuk sebuah medali yang utuh.



Bagian Alas



Bagian Logo



Rumus umum proses *embossing* adalah $F = Kr \times A_{proy}$. Dimana F adalah gaya *embossing*, Kr adalah nilai *Deformation Resistance*, dan A_{proy} adalah luas yang dibentuk. Pada rumus ini tidak dapat mendefinisikan nilai kedalaman kontur yang terbentuk saat gaya *embossing* diberikan, sehingga perlu dilakukan analisis tentang pengaruh gaya *embossing* terhadap kedalaman kontur yang terbentuk.

Sebagai alternatif lain pembuatan logo medali wisuda polman bandung, penelitian ini menggunakan bahan kuningan dengan ketebalan 1 mm, 1.5 mm dan 2 mm sebagai media analisis. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah membuat rumus baru yang digunakan untuk menghubungkan gaya *embossing* dengan kedalaman kontur produk menggunakan *software* Deform 2D3D ver.11.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuningan yang dilakukan pengujian tarik material untuk diketahui sifat mekanis-nya. Adapun pengujian tarik dilakukan dilaboratorium uji tarik jurusan Teknik Pengecoran Logam menggunakan mesin *Universal Testing Machine Hung-Ta Instrument 8601*.

2.2 Deform 2D3D ver.11

Data sifat mekanis yang didapat selanjutnya digunakan sebagai salah satu parameter yang digunakan pada *software*. Dimana pada *software* ini terdapat tiga tahapan utama yang harus dilakukan yaitu tahapan *pre-processor*, *simulation* dan *post-processor*. Kegiatan yang dilakukan didalam *software* antara lain menganalisis pengaruh gaya umum proses *embossing* ($F = Kr \times A_{proy}$) dengan cara mencari kedalaman maksimal kontur produk dengan gaya yang dihasilkan oleh rumus umum *embossing*. Kegiatan selanjutnya adalah mencari gaya optimum yang dibutuhkan untuk mencapai kedalaman kontur produk sesuai keinginan yang kemudian akan menghasilkan rumus baru yang dapat menghubungkan gaya *embossing* dengan kedalaman kontur produk.

2.3 Uji Coba dan Pengukuran Produk

Rumus baru yang didapat pada analisis menggunakan *software* selanjutnya dibuktikan pada proses *embossing* menggunakan *embossing tools* dimesin *press* hidrolis dengan beban gaya maksimum sebesar 60 ton. Selanjutnya kontur yang terbentuk pada produk diukur menggunakan mesin CMM (*Coordinate Measuring Machine*) dilaboratorium pengukuran jurusan Teknik Manufaktur.

3. Perhitungan dan Analisis

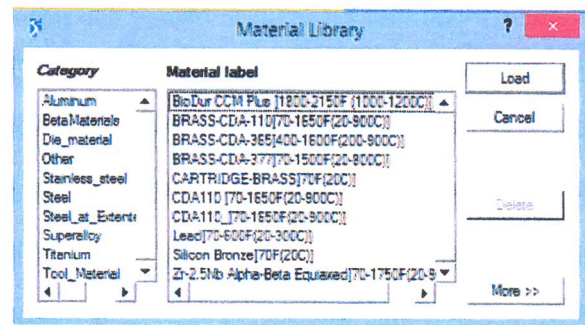
3.1 Sifat Mekanik

Sifat mekanik dari material kuningan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel.1. Data dari hasil pengujian tarik pada tabel tersebut digunakan untuk menentukan material kuningan yang digunakan untuk proses simulasi pada *software*.

Tabel.1 Data mekanis kuningan

Data	Yield Strength (N/mm ²)	Tensile Strength (N/mm ²)	Elongation (%)
Spesimen 1	135	343.30	38
Spesimen 2	140	359.46	36
Spesimen 3	133	358.62	36
Rata-rata	136	353.79	37

Berdasarkan data yang didapat dari hasil uji tarik material BRASS-CDA-365 dipilih karena memiliki kemiripan sifat mekanik dibanding material lain yang tersedia di *software* Deform 2D3D ver.11.



Gambar.1 Material yang tersedia di-library Deform

Tegangan tarik material sebesar 353.79 N/mm² yang diketahui dari hasil uji tarik digunakan untuk menentukan nilai Kr (*deformation stress*) pada rumus umum gaya *embossing* ($F = Kr \times A_{proy}$) dikarenakan nilai Kr memiliki hubungan dengan nilai tegangan tarik material yang digunakan (Heinz, 2005).

Tabel.2 Tabel *Deformation Resistance*

Material	R_m in N/mm ²	Kr in N/mm ² <i>Embossing</i>
Aluminium, 99%	80 to 100	50 to 80
Copper, soft	110 to 240	100 to 250
Steel	180 to 420	350 to 400
Brass, M163	190 to 410	200 to 300
Stainless steel	600 to 750	600 to 900

Keterangan :

R_m = Tensile Strength

Kr = *Deformation Resistance*

Perhitungan nilai Kr dapat menggunakan persamaan interpolasi program linear dengan rumus umum sebagai berikut.

- $y = m(x) + b$
- Berdasarkan data dari tabel diatas didapatkan persamaan program linear sebagai berikut :
 - (1). $300 = m(410) + b$
 - (2). $200 = m(290) + b$

Kedua persamaan tersebut dilakukan perhitungan eliminasi dan substitusi yang menghasilkan nilai

$$m = \frac{5}{6}; b = -41.67 \text{ dan } x = 353.79$$

- $y_2 = m(x) + b$
- $y_2 = \frac{5}{6}(353.79) + (-41.67)$
- $y_2 = 253.155 \text{ N/mm}^2$

3.2 Perhitungan Gaya Embossing

Diketahui :

$$K_r = 253.155 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 1135.01 \text{ mm}^2$$



Gambar.2 Luas proyeksi punch

Ditanyakan : Besar gaya untuk proses Embossing?

Jawab : $F = K_r \times A_{\text{proy}}$

$$F = 253,155 \text{ N/mm}^2 \times 1135.01 \text{ mm}^2$$

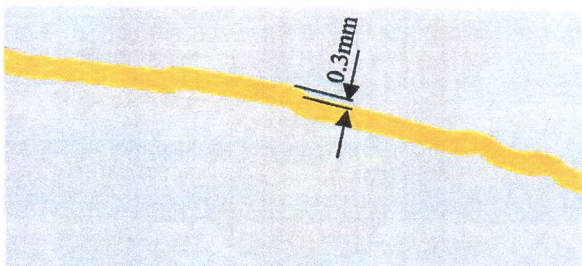
$$F = 287.333,45 \text{ N}$$

$$F = \frac{287.333,45 \text{ N}}{9800 \text{ N/ton}}$$

$$F = 29,3 \text{ ton atau } 29 \text{ ton}$$

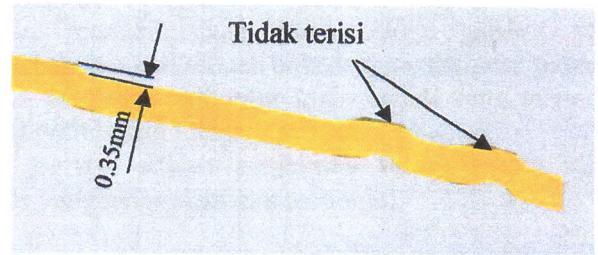
3.3 Analisis Pengaruh Gaya Umum

Analisis dilakukan pada hasil simulasi menggunakan software Deform 2D3D ver.11 dengan memasukkan gaya umum embossing sebesar 29 ton kedalam parameter pembebanan pada software. Pengaruh pembebanan gaya embossing pada pelat kuningan dengan ketebalan 1 mm dilakukan dengan memberikan variasi penambahan dari kedalaman kontur punch terkecil hingga gaya tersebut mengakibatkan material tidak dapat mengisi penuh pada rongga punch secara penuh.



Gambar.3 Rongga punch-dies penuh

Gambar diatas adalah proses simulasi menggunakan punch kedalam kontur 0.3 mm yang menghasilkan material mengisi rongga punch-dies secara penuh dengan kedalaman kontur produk sebesar 0.298 mm.



Gambar.4 Rongga punch-dies tidak penuh

Sedangkan gambar diatas adalah simulasi menggunakan kedalaman kontur punch-dies 0.35 mm menghasilkan material tidak mengisi penuh pada rongga punch-dies. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh dari pembebanan gaya embossing pada pelat 1 mm, kedalaman kontur maksimal hanya terbentuk pada kedalaman kontur punch 0.3 mm dengan kedalaman kontur produk yang dihasilkan sebesar 0.298 mm.

Berdasarkan hasil simulasi pada software Deform 2D3D ver.11 yang telah dilakukan pada plat 1 mm, 1.5 mm, dan 2 mm, kedalaman kontur produk yang dihasilkan saat diberi beban berdasarkan rumus umum gaya embossing ($F = K_r \times A_{\text{proy}}$) sebesar 29 ton adalah sebagai berikut.

- Plat 1 mm : kedalaman kontur 0.298 mm
- Plat 1.5 mm : kedalaman kontur 0.137 mm
- Plat 2 mm : kedalaman kontur 0.096 mm

3.4 Analisis Gaya Optimum

Analisis mengenai besar gaya optimum yang diperlukan untuk membentuk kedalaman kontur pada simulasi menggunakan kedalaman kontur punch-dies sebesar 0.3 mm dengan mengubah pembebanan gaya embossing dan melihat respon kedalaman kontur produk yang terbentuk pada software Deform 2D3D ver.11.



Gambar.5 Pengaruh gaya embossing pada pelat tebal 1 mm.

Keterangan:

: garis data kedalaman kontur terhadap beban gaya.

----- : garis regresi linear dari data kedalaman kontur terhadap beban gaya.

Pengaruh perubahan pemberian gaya terhadap kedalaman kontur yang tidak mencapai kedalaman kontur 0.3 mm dibuat persamaan garis regresi. Persamaan regresi tersebut digunakan untuk menentukan gaya optimum agar dapat menghasilkan kedalaman kontur sesuai dengan tuntutan produk sebesar 0.3 mm.

Adapun rumus regresi yang didapat adalah sebagai berikut:

$$y = 0.0103x - 0.0139$$

Dimana :

y = kedalaman kontur yang ingin dicapai (mm)

x = gaya *embossing* yang diperlukan (ton)

Berdasarkan hasil simulasi pada *software* Deform 2D3D ver.11 yang telah dilakukan pada plat 1 mm, 1.5 mm, dan 2 mm, rumus regresi yang didapat adalah sebagai berikut.

Tabel.3 Rumus regresi

Tebal Plat	Rumus garis regresi linear
1 mm	$y = 0.0103x + 0.0139$
1.5 mm	$y = 0.0063x + 0.0187$
2 mm	$y = 0.0062x - 0.0473$

Keterangan :

x : gaya *embossing* (ton)

y : kedalaman kontur (mm)

3.5 Uji coba

Uji coba dilakukan untuk tujuan membuktikan keakuratan rumus regresi yang terbentuk saat simulasi menggunakan *software*. Uji coba dilakukan menggunakan mesin *press* hidrolik dengan beban maksimum 60 ton. Dengan target kedalaman kontur 0.3 mm sesuai spesifikasi produk logo medali wisuda Polman Bandung, maka dari itu ketiga rumus regresi digunakan untuk mencari beban yang dibutuhkan agar kontur yang terbentuk sedalam 0.3 mm. Berikut hasil yang didapat dengan menggunakan rumus regresi.

Plat 1 mm : beban yang dibutuhkan 28 ton

Plat 1.5mm : beban yang dibutuhkan 45 ton

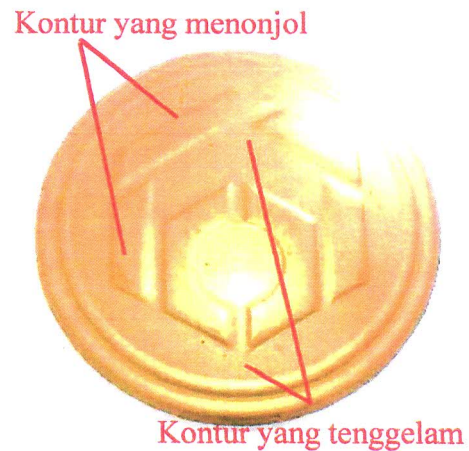
Plat 2 mm : beban yang dibutuhkan 56 ton



Gambar.6 Produk hasil uji coba

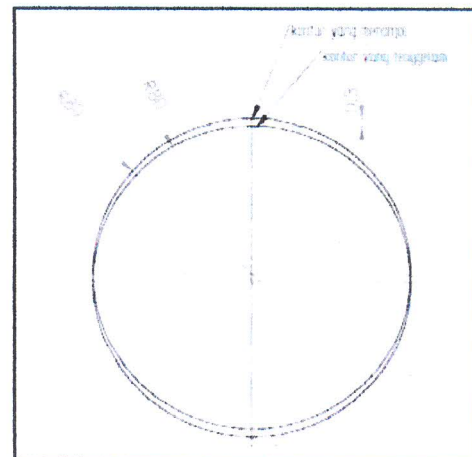
3.6 Pengukuran Produk

Pengukuran dilakukan menggunakan mesin CMM (*Coordinate Measurement Machine*) Mitutoyo seri BHN706 di laboratorium pengukuran jurusan Teknik Manufaktur. Pengukuran di mesin CMM dilakukan dengan mendefinisikan kontur logo medali yang tenggelam menjadi sebuah bola dengan diameter tertentu. Begitu pula dengan kontur logo medali yang menonjol juga didefinisikan menjadi sebuah bola. Berikut adalah penjelasan secara visual kontur yang tenggelam dan menonjol.



Gambar .7 Penunjukan kontur logo

Sedangkan cara mendefinisikan pengukuran bola dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar.8 Pengukuran produk

Jika hasil pengukuran dilihat melalui sudut pandang sumbu YZ, maka pandangan akan terlihat seperti gambar. Kedalaman kontur produk logo medali wisuda ditentukan oleh jarak sumbu Z antar bentuk bola. Seperti terlihat pada contoh gambar diatas dengan jarak sumbu Z 0.3 mm. Berikut data hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan cara seperti diatas pada produk hasil uji coba.

Tabel.4 Hasil pengukuran

Tebal pelat (mm)	Target kedalaman kontur yang terbentuk (mm)	Beban gaya berdasarkan rumus regresi (ton)	Rata – rata kedalaman kontur yang terbentuk (mm)
1 mm	0.3 mm	29 ton	0.28 mm
1.5 mm	0.3 mm	45 ton	0.27 mm
2 mm	0.3 mm	56 ton	0.28 mm

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada bab sebelumnya, terdapat beberapa kesimpulan diantaranya:

- 1) Beban gaya *embossing* ($F = Kr \times A_{projection}$) dari hasil perhitungan adalah 29ton. Berdasarkan simulasi menggunakan *software* Deform 2D/3D V.11 didapat kedalaman kontur logo yang terbentuk pada pelat 1mm, 1.5mm, dan 2mm seperti berikut.
 Pelat 1mm : rata – rata kedalaman kontur 0.298mm
 Pelat 1.5mm : rata – rata kedalaman kontur 0.137mm
 Pelat 2mm : rata – rata kedalaman kontur 0.096mm
- 2) Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa ketebalan pelat mempengaruhi kedalaman kontur yang terbentuk, yaitu dengan pembebanan gaya *embossing* yang sama kedalaman kontur yang terbentuk akan terus berkurang seiring dengan pertambahan ketebalan pelat atau sebaliknya. Penentuan gaya pembentukan dapat menggunakan persamaan matematis baru yang merupakan pendekatan dari hasil regresi linier sederhana dari uji coba pada *software* Deform 2D/3D V.11. Persamaan matematis tersebut dapat menghubungkan gaya *embossing* dengan kedalaman kontur yang diinginkan terhadap tebal strip material. Berikut adalah persamaan matematis tersebut.

Tabel 5. 1 Beban yang dibutuhkan untuk kedalaman kontur 0.3mm

Tebal pelat	Rumus garis regresi linear
1 mm	$y = 0.0103x + 0.0139$
1.5 mm	$y = 0.0063x + 0.0187$
2 mm	$y = 0.0062x - 0.0473$
Keterangan :	
x	: gaya <i>embossing</i> (ton)
y	: kedalaman kontur (mm)

- 3) Dengan dilakukannya uji coba aktual, serta dilakukan pengukuran pada produk hasil uji coba tersebut dan didapat kecocokan antara hasil simulasi dengan produk hasil uji coba, maka simulasi – simulasi yang dilakukan pada penelitian terbukti sesuai.

Daftar Pustaka

1. Deform2D3D Version 11.0 User's Manual
2. Dieter, G.E. 1987. *Mechanical Metallurgy*. New York : Mc Graw Hill Book Company
3. Luchsinger, H.R. *Tool Design 2*. Bandung: Politeknik Mekanik Swiss – ITB
4. Merkle, D. 1998. *Metal Forming Handbook*. Berlin: Schuler Springer-Verlag
5. Suchy, Ivana. 1998. *Handbook of Die Design Second Edition*. United States of America: McGraw-Hill
6. Tsaetsch, Heinz. 2005. *Metal Forming Practise*. Dresden: Springer