

# ANALISIS PENGARUH GAYA *EMBOSSING* TERHADAP KEDALAMAN KONTUR HURUF PADA LANDASAN MEDALI WISUDA BERBAHAN KUNINGAN MENGUNAKAN *SOFTWARE* DEFORM 2D/3D V.11

Asep Robiansyah, 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: [aseprobi25@gmail.com](mailto:aseprobi25@gmail.com)

---

## Abstrak.

*Embossing* adalah proses pembentukan lembaran atau pelat logam dengan menggunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan atau dimensi yang dikerjakan berdasarkan bentukan pada *punch* dan *dies*. Gaya *embossing* berdasarkan rumus yang ada yaitu  $F = K_r \times A_{projection}$ , tetapi dalam rumus ini tidak menyatakan kedalaman kontur yang diinginkan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan pendekatan formulasi yang dapat menghubungkan antara gaya *embossing* yang diperlukan untuk mendapatkan kedalaman kontur yang diinginkan pada plat berbahan kuningan. Salah satu metode untuk mengetahui formulasi tersebut adalah dengan melakukan uji coba menggunakan *press tool* landasan medali polman sebagai objek penelitian serta alat bantu berupa *software* DEFORM 2D/3D Versi 11 untuk melakukan simulasi uji coba. Data hasil simulasi tersebut kemudian dianalisa agar mendapatkan formulasi rumus baru.

Setelah didapatkan formulasi rumus baru, dilakukan proses uji coba aktual menggunakan *embossing tool* landasan medali polman untuk membuktikan kesesuaian antara hasil formulasi yang didapatkan melalui simulasi pada *software* DEFORM 2D/3D Versi 11 dan uji coba aktual.

Kesesuaian antara hasil simulasi untuk membentuk kedalaman kontur huruf sebesar 0.30 mm pada *software* DEFORM 2D/3D Versi 11 dibuktikan dengan data kedalaman kontur huruf hasil pengukuran pada produk hasil uji coba aktual yaitu sebesar 0.30 mm juga.

*Kata kunci* : *embossing*, pelat berbahan kuningan, *software* Deform 2D/3D Versi 11, simulasi, uji coba aktual

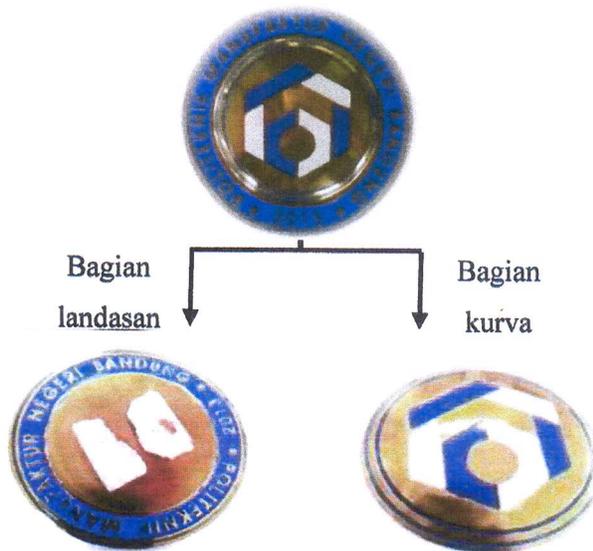
---

## 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 alternatif lain cara pembuatan

medali wisuda adalah dengan menggunakan proses *embossing*.

*Embossing* merupakan proses pembentukan lembaran atau pelat logam dengan menggunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan atau dimensi yang dikerjakan berdasarkan bentukan pada *punch* dan *dies*. Dengan cara ini didapatkan bentuk produk yang cukup seragam dalam waktu yang relatif singkat. *Press tool embossing* yang digunakan untuk membuat medali terbagi menjadi dua, diantaranya adalah bagian alas (landasan) dan bagian logo (kurva) seperti gambar berikut ini.



Rumus umum proses *embossing* adalah  $F = Kr \times A_{proy}$ . Dimana  $F$  adalah gaya *embossing*,  $Kr$  adalah nilai *Deformation Stress*, 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 huruf yang terbentuk.

Penelitian mengenai hubungan gaya *embossing* dengan kedalaman kontur huruf pun telah dilakukan oleh Dipawangsa pada tahun 2017. Hasilnya didapatkan rumus baru yang dapat menghubungkan gaya *embossing* dengan kedalaman kontur huruf pada pelat aluminium, namun bahan aluminium terlalu ringan jika digunakan sebagai medali wisuda. Alternatif lain pembuatan landasan medali wisuda, peneliti menggunakan bahan kuningan dengan ketebalan 1 mm, 1.5 mm dan 2 mm sebagai media analisis karena material kuningan memiliki bobot yang lebih berat dibanding aluminium sedangkan variabel ketebalan yang dipilih untuk tujuan mengetahui pengaruh yang terjadi pada pelat/strip dengan tebal yang berbeda. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah membuat rumus baru yang digunakan untuk menghubungkan gaya *embossing* dengan kedalaman kontur huruf 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 di laboratorium uji tarik jurusan Teknik Pengecoran Logam menggunakan mesin *Universal Testing Machine Hung-Ta Instrument 5201*.

### 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 di dalam *software* antara lain menganalisis pengaruh gaya umum proses *embossing* ( $F = Kr \times A_{proy}$ ) dengan mencari kedalaman kontur huruf yang dapat terbentuk 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 huruf.

### 2.3 Uji Coba dan Pengukuran Produk

Rumus baru yang didapat pada analisis menggunakan *software* selanjutnya dibuktikan pada proses *embossing* menggunakan *embossing tools* di mesin *press* hidrolik Harsle YD32 dengan tekanan maksimum sebesar 350 Kg/cm<sup>2</sup> dan memiliki diameter piston 200 mm. Sehingga jika dikonversi ke dalam satuan berat mesin *press* tersebut memiliki beban maksimum sebesar 100 ton. Selanjutnya kontur huruf yang terbentuk diukur menggunakan alat bantu berupa *dial* tusuk kecermatan 0.01 mm di laboratorium pengukuran jurusan Teknik Manufaktur.

## 3. Perhitungan dan Analisis

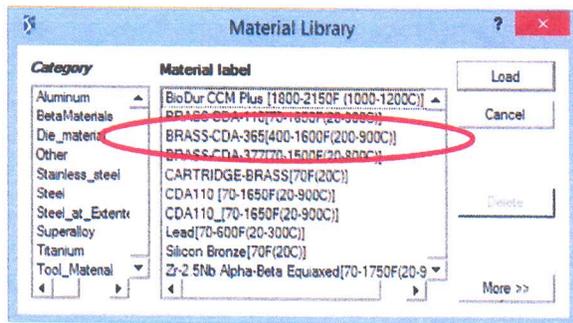
### 3.1 Sifat Mekanik

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 <sup>2</sup> )	Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )	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 2D/3D ver.11.



**Gambar.1** Material yang tersedia di-library Deform 2D/3D V.11

Tegangan tarik material sebesar 353.79 N/mm<sup>2</sup> yang diketahui dari hasil uji tarik digunakan untuk menentukan nilai  $K_r$  (*deformation stress*) pada rumus umum gaya *embossing* ( $F = K_r \times A_{\text{proy}}$ ) dikarenakan nilai  $K_r$  memiliki hubungan dengan nilai tegangan tarik material yang digunakan (Heinz, 2005).

**Tabel.2** Tabel *Deformation Stress*

Material	$R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	$K_r$ in N/mm <sup>2</sup> ( <i>Embossing</i> )
Aluminium, 99%	80 to 100	50 to 80
Brass, Ms 63	290 to 410	200 to 300
Copper, soft	210 to 240	100 to 250
Steel	280 to 420	350 to 400
Stainless steel	600 to 750	600 to 900

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

- $y = m(x) + b$
- Berdasarkan data dari tabel di atas didapatkan persamaan program linear sebagai berikut :

$$(1) \dots\dots 300 = m(410) + b$$

$$(2) \dots\dots 200 = m(290) + b$$

Kedua persamaan tersebut dilakukan perhitungan eliminasi dan substitusi yang menghasilkan nilai  $m = 5/6$  ;  $b = -41.67$  dan  $x = 353.79$  N/mm<sup>2</sup>

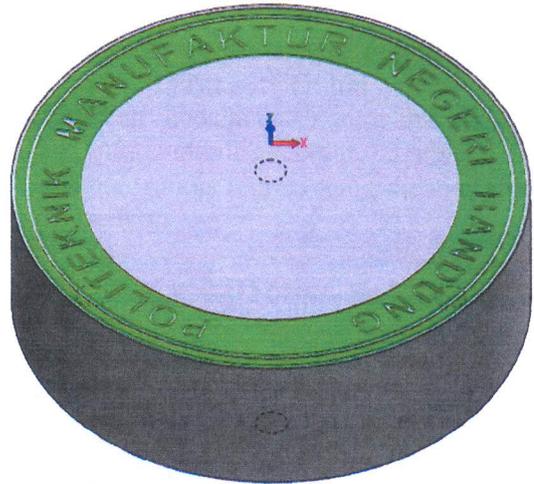
- $y_2 = m(x) + b$
- $y_2 = 5/6(353.79) + (-41.67)$
- $y_2 = 294.825 - 41.67$
- $y_2 = 253.155$  N/mm<sup>2</sup>

### 3.2 Perhitungan Gaya Embossing

Diketahui :

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

$$A = 1848.75 \text{ mm}^2$$



**Gambar.2** Luas proyeksi *punch*

Ditanyakan : Besar gaya untuk proses *embossing*?

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

$$F = 253.155 \text{ N/mm}^2 \times 1848.75 \text{ mm}^2$$

$$F = 468020.3063 \text{ N}$$

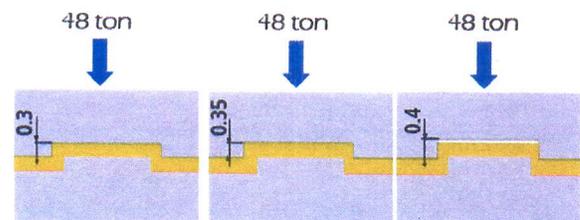
$$F = \frac{468020.3063 \text{ N}}{9800 \text{ N/ton}}$$

$$F = 47.76 \text{ Ton}$$

$$F = 48 \text{ Ton}$$

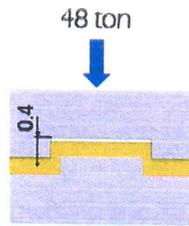
### 3.3 Analisis Pengaruh Gaya Umum

Analisis dilakukan pada hasil simulasi menggunakan *software* Deform 2D3D ver.11 dengan memasukkan gaya umum *embossing* sebesar 48 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 & dies* terkecil hingga gaya tersebut mengakibatkan material tidak dapat mengisi penuh pada rongga *punch & dies* secara penuh.



**Gambar.3** Kontur huruf yang dapat terbentuk

Gambar di atas adalah proses simulasi menggunakan *punch & dies* kedalam kontur 0.3 mm, 0.35 mm dan 0.4 mm, yang menghasilkan material mengisi rongga *punch & dies* secara penuh dengan kedalaman kontur produk sebesar 0.35 mm.



Gambar.4 Pemampatan tidak maksimal

Sedangkan gambar di atas adalah simulasi menggunakan kedalaman kontur *punch & dies* 0.4 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 dapat terbentuk pada kedalaman kontur *punch & dies* 0.35 mm dengan kedalaman kontur huruf yang dihasilkan sebesar 0.35 mm.

Berdasarkan hasil simulasi pada *software* Deform 2D/3D V.11 yang telah dilakukan pada pelat 1 mm, 1.5 mm, dan 2 mm, kedalaman kontur huruf yang dihasilkan saat diberi beban berdasarkan rumus umum gaya *embossing* ( $F = Kr \times A_{\text{proy}}$ ) sebesar 48 ton adalah sebagai berikut.

- Pelat 1 mm : kedalaman kontur 0.35 mm
- Pelat 1.5 mm : kedalaman kontur 0.12 mm
- Pelat 2 mm : kedalaman kontur 0.05 mm

### 3.4 Analisis Gaya Optimum

Analisis mengenai besar gaya optimum yang diperlukan untuk membentuk kedalaman kontur huruf pada simulasi menggunakan kedalaman kontur *punch & dies* sebesar 0.3 mm dengan memvariasikan pembebanan gaya *embossing* dan melihat respon kedalaman kontur huruf yang terbentuk pada *software* Deform 2D/3D V.11.



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

#### Keterangan:

- : garis data asli kedalaman kontur huruf yang terbentuk.
- - - - - : garis regresi linear dari data asli.

Pengaruh perubahan variasi gaya terhadap kedalaman kontur huruf yang terbentuk kemudian dibuat persamaan garis regresi.

Persamaan regresi tersebut digunakan untuk menentukan gaya optimum agar dapat menghasilkan kedalaman kontur huruf sesuai dengan tuntutan produk sebesar 0.3 mm.

Adapun rumus regresi yang didapat adalah sebagai berikut:

$$y = 0.0166x - 0.4406$$

Dimana :

y = kedalaman kontur huruf [mm]

x = gaya *embossing* yang dibutuhkan [ $\times 10^4$  N]

Berdasarkan hasil simulasi pada *software* Deform 2D3/D V.11 yang telah dilakukan pada pelat 1 mm, 1.5 mm, dan 2 mm, rumus regresi yang didapat adalah sebagai berikut.

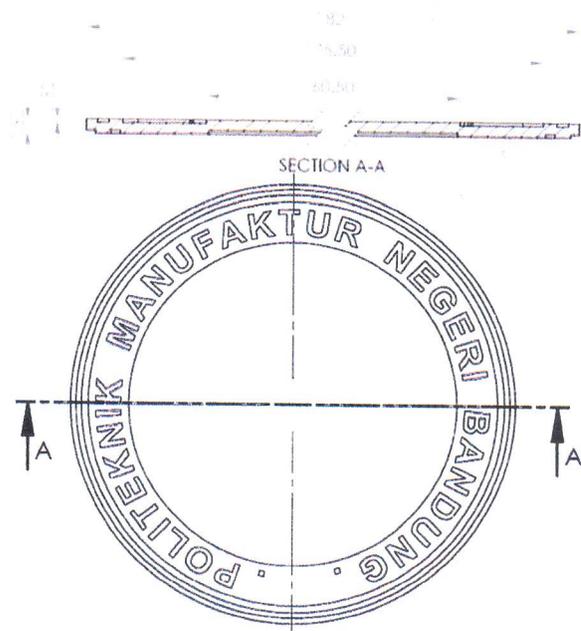
Tabel.3 Rumus regresi

Tebal Plat	Rumus garis regresi linear
1 mm	$y = 0.0166x - 0.4406$
1.5 mm	$y = 0.0104x - 0.3548$
2 mm	$y = 0.0091x - 0.3499$

**Keterangan :**  
x : gaya *embossing* yang dibutuhkan [ $\times 10^4$  N]  
y : kedalaman kontur huruf [mm]

### 3.5 Gaya Untuk Membentuk Kontur 0.3 mm

Berdasarkan rumus baru yang didapat dari regresi liner di atas, kemudian dilakukan perhitungan mengenai nilai gaya yang dibutuhkan untuk membentuk kontur huruf sebesar 0.30 mm sesuai dengan spesifikasi produk landasan medali yang diinginkan pada pelat 1 mm, 1.5 mm dan 2 mm. Berikut merupakan gambar spesifikasi produk yang diinginkan.



Gambar.6 Spesifikasi produk landasan

Berikut merupakan perhitungan gaya *embossing* yang dibutuhkan untuk membentuk kontur huruf 0.3 mm pada pelat kuningan ketebalan 1 mm.

$$y = 0.0166x - 0.4406$$

$$0.30 = 0.0166x - 0.4406$$

$$x = \frac{0.30 + 0.4406}{0.0166}$$

$$x = 44.6145 [x 10^4 \text{ Newton}]$$

$$x = 45.5 \text{ ton}$$

Begitu juga pada pelat 1.5 mm dan 2 mm menggunakan masing-masing persamaan regresi baru yang telah didapat.

**Tabel.4** Gaya *embossing* yang dibutuhkan

Tebal pelat	Gaya yang dibutuhkan untuk kontur huruf 0.3 mm
1 mm	45.50 ton
1.5 mm	64.25 ton
2 mm	72.88 ton

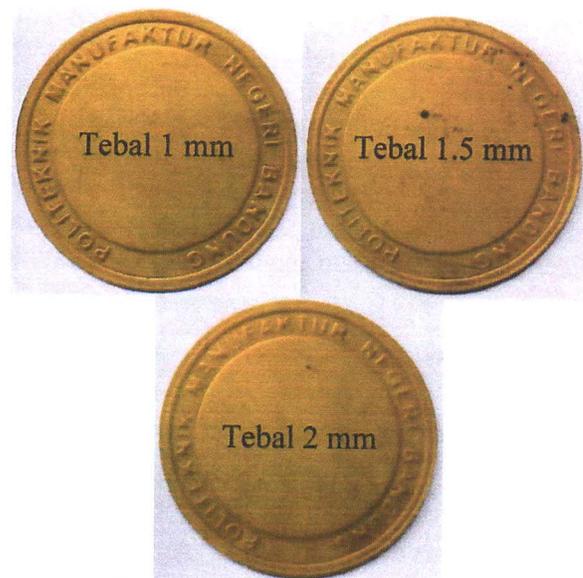
Kemudian gaya-gaya hasil perhitungan tersebut disimulasikan kembali terhadap pelat kuningan dengan ketebalan di bawahnya, untuk mengetahui apakah masing-masing rumus regresi baru dapat digunakan juga pada pelat dengan ketebalan di bawahnya. Berikut hasil simulasinya.

**Tabel.5** Hasil simulasi tiap gaya

Tebal pelat [mm]	Gaya [ton]	Kontur yang ingin dicapai	Kontur huruf yang terbentuk
$0.5 < t \leq 1$	45.50	0.3 mm	0.3 mm
$1 < t \leq 1.5$	64.25	0.3 mm	0.3 mm
$1.5 < t \leq 2$	72.88	0.3 mm	0.3 mm

### 3.6 Uji coba

Uji coba dilakukan untuk tujuan membuktikan keakuratan rumus regresi baru yang didapat saat simulasi menggunakan *software* Deform 2D/3D V.11. Uji coba dilakukan menggunakan mesin *press* hidrolik Harsle YD32 dengan beban maksimum 112 ton. Dengan pengambilan tiga sampel pembuktian rumus yang dilakukan pada gaya 45.50 ton pada tebal pelat kuningan 1 mm, 64.25 ton pada tebal pelat kuningan 1.5 mm dan 72.88 ton pada tebal pelat kuningan 2 mm.



**Gambar.7** Produk hasil uji coba

### 3.7 Pengukuran Produk

Proses pengukuran produk landasan medali wisuda Polman Bandung hasil uji coba aktual dilakukan menggunakan beberapa alat bantu, yaitu :

1. *Dial* tusuk kecermatan 0.01 mm.
2. *Holder dial*.
3. Meja kerataan.



**Gambar .8** Pengukuran kontur yang terbentuk

Proses pengukuran produk dilakukan di laboratorium *Tool Making* Jurusan Teknik Manufaktur dengan penyimpangan atau toleransi  $\pm 0.05$  mm. Untuk hasil pengukuran kedalaman kontur huruf yang terbentuk pada produk landasan medali hasil uji coba/*trial* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel.6** Hasil pengukuran

Tebal pelat [mm]	Besarnya pembebanan [ton]	Kedalaman kontur huruf		Toleransi
		Berdasarkan rumus baru [mm]	Setelah uji coba [mm]	±0.05 Sesuai / tidak sesuai
1	45.5	0.30	0.29	Sesuai
1.5	64.25	0.30	0.29	Sesuai
2	72.88	0.30	0.28	Sesuai

#### 4. Penutup

##### 4.1 Kesimpulan

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

- Berdasarkan rumus umum gaya *embossing*  $F = K_r \times A_{proj} = 48$  ton, didapat hasil sebagai berikut.

**Tabel.7** Hasil pengaruh gaya 48 ton

Tebal pelat [mm]	Gaya [ton]	Kedalaman kontur huruf [mm]
1	48	0.35
1.5	48	0.12
2	48	0.05

- 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 huruf yang diinginkan terhadap tebal strip material. Berikut adalah persamaan matematis tersebut.

**Tabel.8** Persamaan matematis untuk gaya *embossing*

Tebal pelat [mm]	Persamaan matematis
$0.5 < t \leq 1$	$y = 0.0166x - 0.4406$
$1 < t \leq 1.5$	$y = 0.0104x - 0.3548$
$1.5 < t \leq 2$	$y = 0.0091x - 0.3499$

**Keterangan :**  
 x : gaya *embossing* [ $\times 10^4$  Newton]  
 y : kedalaman kontur huruf [mm]

- Persamaan matematis baru untuk gaya *embossing* dapat diaplikasikan pada uji coba aktual. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengukuran yang sesuai dengan target spesifikasi kedalaman kontur huruf pada produk landasan medali Polman Bandung yaitu 0.30 mm.

#### 4.1 Saran

Saran dari penulis yang dapat melengkapi penelitian ini agar lebih mendalam penelitian yang berkaitan dengan topik *embossing*, yaitu mencoba menerapkan penelitian yang sejenis tetapi berbeda produk yang dianalisis, penelitian tidak hanya terbatas menggunakan material kuningan saja, sehingga material uji coba lebih bervariasi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Luchsinger, H.R. *Tool Design 2*. Bandung: Politeknik Mekanik Swiss – ITB.
- [2] Suchy, Ivana. 1998. *Handbook Of Die Design, 2nd Edition*. USA: McGraw – Hill Book Company.
- [3] Purushothaman, Prabhakar. 2012. *Types Of Press Tool*. India: UCAM Pvt Ltd, Bangalore.
- [4] Keinosuke. *AIDA Press Handbook*. AIDA Engineering, LTD.
- [5] Hilbert, H. L. 1970. *Stanzereitechnik Band II Unformende Werkzeuge*. Munchen: Carl Hanser Verlag.
- [6] Tschaetsch, Heinz. 2005. *Metal Forming Practise*. Dresden: Springer.
- [7] Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T. 1955. *The Testing and Inspection of Engineering Materials*. USA: McGraw – Hill Book Company.
- [8] *Deform 2D Version 11.0 User's Manual*.
- [9] Kobayashi, S. & Altan T. 1989. *Metal Forming And The Finite-Element Method*. Oxford University Press.
- [10] Yuliara, I. M. 2016. *Modul Regresi Linier Sederhana*. Universitas Udayana.