

Analisis Tata Letak *Blanking* dan Desain Cetakan Tekan untuk Mereduksi Biaya Produksi *Joint Brake Rod*

Putra Bismantolo⁽¹⁾, Yatna Yuwana Martawirya⁽²⁾, Sri Raharno⁽²⁾

¹ Mahasiswa Program Magister Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung

² Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung

Jln. Ganesha No. 10 Bandung – 40135

Email: putrabismantolo@students.itb.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang hasil analisis tata letak *blanking* dan desain cetakan tekan berdasarkan simulasi perangkat lunak dalam usaha untuk mengurangi prosentase *scrap* yang terbentuk pada proses *blanking* serta mengurangi jumlah cetakan tekan yang digunakan dalam proses pembentukan produk *joint brake rod*. Analisis tata letak *blanking* yang dilakukan yaitu memaksimalkan jarak dari tepi *blank* ke sisi *strip* (m) dan jarak antar *blank* ke *blank* (n). Tujuan dari analisis tata letak *blanking* ini adalah untuk mengurangi prosentase *scrap* yang terbentuk pada saat proses *blanking* berlangsung. Perubahan yang dilakukan yaitu mengubah jarak dari tepi *blank* ke sisi *strip* (m) yang sebelumnya 7 mm menjadi 3 mm dan jarak antar *blank* ke *blank* (n) yang sebelumnya 3 mm menjadi 2 mm, perubahan yang dilakukan ini telah berhasil mereduksi prosentase *scrap* yang sebelumnya 38,29% menjadi 27,74%. Desain cetakan tekan yang dilakukan adalah untuk mereduksi jumlah cetakan yang digunakan dalam rangkaian proses pembentukan produk *joint brake rod*. Sebelumnya untuk menghasilkan 1 buah *joint brake rod* harus melewati 4 rangkaian tahapan proses dengan menggunakan cetakan tekan yang berbeda. Desain yang dilakukan adalah menggabungkan cetakan 3 (proses *bendingroll*) dengan cetakan 4 (proses *restrike*), sehingga rangkaian tahapan proses produksi *joint brake rod* menjadi 3 tahapan saja. Penurunan biaya produksi yang diperoleh dari perubahan tata letak *blanking* adalah sebesar Rp26,9/buah. Artinya untuk produk *joint brake rod* sebanyak 1.176.000 buah, penurunan biaya produksi adalah sebesar Rp30.683.016. Sedangkan untuk desain cetakan tekan, penurunan biaya produksi yang diperoleh adalah sebesar Rp37,4/buah, artinya penurunan biaya produksi untuk seluruh produk *joint brake rod* yang dihasilkan adalah sebesar Rp43.953.000. Jika kedua solusi tersebut dilakukan dalam waktu yang bersamaan, maka penurunan biaya produksi yang diperoleh adalah sebesar Rp74.636.016. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa simulasi perangkat lunak dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pengujian cetakan *fine blanking* dan cetakan *bendingroll-restrike* secara virtual. Dengan dilakukannya simulasi ini, diharapkan dapat mengurangi resiko kegagalan produk. Pada akhirnya akan berdampak terhadap tingkat harga yang kompetitif dari produk yang dihasilkan.

Keywords: biaya produksi, *joint brake rod*, *fine blanking*, *scrap*, *bendingroll-restrike*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam dunia industri otomotif salah satunya adalah teknologi pembentukan lembaran pelat datar [1-4]. Kemampuan untuk menghasilkan berbagai produk dari lembaran pelat datar dengan laju produksi yang tinggi merupakan salah satu hal yang menuntut pengembangan teknologi tersebut. Proses pembentukan dengan laju tinggi ini dipicu oleh tuntutan dunia industri untuk pembentukan berbagai komponen otomotif [5]. Perusahaan yang satu dengan yang lain akan saling berkompetisi agar produk yang dihasilkan mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan produk yang dihasilkan oleh perusahaan-perusahaan lain.

Perusahaan yang ingin berkembang dan tetap bertahan dalam kerasnya persaingan harus mampu menghasilkan produk yang harganya lebih rendah

atau paling tidak sama dengan harga yang ditawarkan para pesaingnya [6]. Untuk dapat menghasilkan produk seperti itu, perusahaan harus berusaha semaksimal mungkin mengurangi biaya produksi dengan tetap menjaga kualitas produk. Salah satu metode yang sedang populer dan banyak diterapkan pada industri sekarang ini untuk mengurangi biaya produksi adalah penerapan *kaizen* [7].

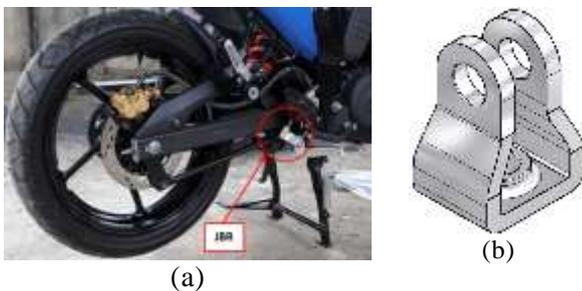
Pada industri pembentukan lembaran pelat datar, biaya produksi yang paling dominan adalah biaya material. Proses pertama dalam alur produksi suatu produk akan menentukan prosentase pemanfaatan *sheet* menjadi *blank*, proses yang dimaksud adalah proses *blanking* [8-12]. Posisi *blank* pada *sheet* harus disusun secara baik untuk menghindari *scrap* yang tidak perlu, metode ini disebut material ekonomi [13]. Selain itu, jumlah cetakan tekan yang digunakan dalam proses pembentukan tentunya

akan menurunkan biaya manufaktur dan dapat meningkatkan produktivitas. Cetakan tekan yang akan didesain harus disesuaikan dengan standar yang telah ada sebelumnya [14].

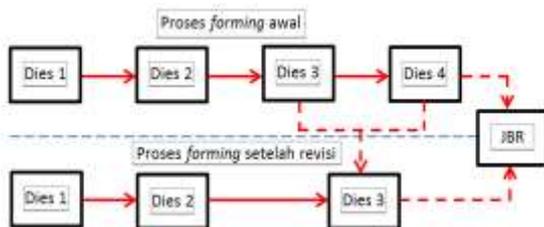
Penelitian ini dibatasi pada simulasi perangkat lunak untuk mendukung solusi yang ditawarkan pada perusahaan dalam rangka mengurangi biaya produksi *joint brake rod*. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Ansys*. Model cetakan yang disimulasikan diperoleh berdasarkan data geometri produk yang diberikan perusahaan.

Pendekatan Penyelesaian Masalah

Permasalahan yang terjadi pada industri ini adalah pemanfaatan *strip* semaksimal mungkin untuk mengurangi prosentase *scrap* yang tersisa selama proses produksi *joint brake rod* serta meminimalkan jumlah penggunaan cetakan tekan dalam proses pembentukan *joint brake rod* (*JBR*) pada gambar 1. Untuk pengadaan bahan baku lembaran pelat datar, PT.X memesan langsung pada distributor dengan ukuran panjang 2.438 mm, lebar 1.219 mm dan dengan tebal 3 mm, kemudian lembaran pelat datar tersebut dipotong lagi menjadi *strip* sehingga berukuran panjang 1.219 mm, lebar 88 mm. Ilustrasi proses pembentukan *joint brake rod* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Produk *joint brake rod* (*JBR*); (a) Posisi *JBR*, (b) Gambar 3D *JBR*,



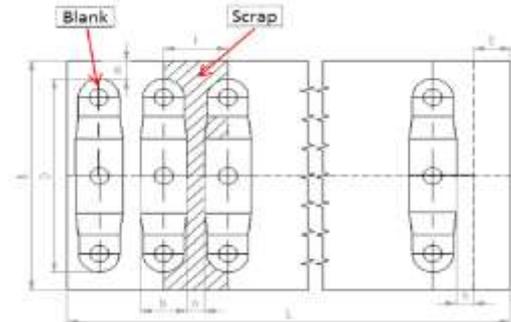
Gambar 2. Ilustrasi pada proses pembentukan

Setelah melakukan pendekatan penyelesaian masalah, maka diperoleh beberapa solusi yang dapat diterapkan pada industri untuk mereduksi biaya produksi *joint brake rod*. Solusi yang dimaksud akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Reduksi prosentase *scrap* pada proses *fine blanking*

Pada awalnya, nilai m adalah sebesar 7 mm dan nilai n adalah 3 mm, prosentase *scrap* yang

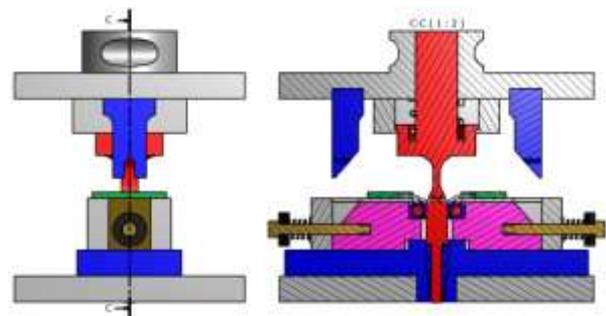
terbentuk adalah 38,29%. Dengan dilakukan perubahan pada nilai m dan n yaitu menjadi 3 mm dan 2 mm, prosentase *scrap* yang terbentuk adalah sebesar 27,74% atau dengan kata lain prosentase *scrap* turun sebesar 10,55%. Ilustrasi perubahan nilai m dan n dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Prosentase *blank* dan *scrap*

2. Desain ulang cetakan tekan

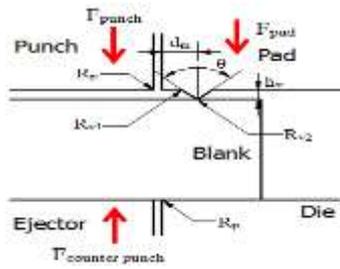
Desain cetakan tekan dilakukan untuk mereduksi jumlah cetakan tekan yang digunakan dalam proses pembentukan produk *joint brake rod*. Desain yang dilakukan adalah menggabungkan antara cetakan 3 (proses *bendingroll*) dengan cetakan 4 (proses *restrike*). Cetakan tekan yang dirancang diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Desain cetakan *bendingroll-restrike*

Pemodelan dan Simulasi Cetakan Tekan

Cetakan *fine blanking* digunakan untuk membuat *blank* dari bahan lembaran pelat datar dengan toleransi yang cermat, tepi lurus dan halus dengan sekali tahapan, seperti ditunjukkan dalam gambar 5. Pada awal siklus, bantalan tekan (*pressure pad*) yang memiliki *indenter* yang berbentuk v digunakan untuk memegang benda kerja dengan gaya sebesar F , kemudian *punch* akan diturunkan dengan kecepatan yang lebih rendah dari kondisi normal agar tidak terjadi distorsi. Adapun parameter pada perancangan cetakan *fine blanking* ini dapat dilihat pada tabel 1.

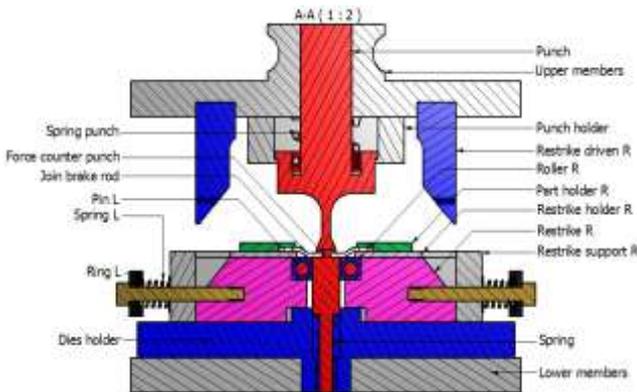


Gambar 5. Proses fine blanking

Tabel 1. Parameter pemodelan cetakan fine blanking

Parameter	Nilai
Clearance (mm)	0,18
R_p (mm)	0,02
R_d (mm)	0,02
R_{v1} (mm)	0,2
R_{v2} (mm)	0,1
θ (deg ^o)	90
Jarak v-ring d_m (mm)	0,4 0,7 1,0
Tinggi v-ring h_v (mm)	0,3

Cetakan *bendingroll-restrike* adalah sebuah cetakan yang di desain untuk mereduksi jumlah cetakan yang digunakan dalam proses pembentukan *joint brake rod*. Posisi masing-masing komponen penyusun cetakan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Potongan bendingroll-restrike

Studi Kasus dan Analisis

Studi kasus dilakukan pada industri yang bergerak dibidang pembentukan lembaran pelat datar. Studi kasus kali ini mengamati dan mengambil informasi manufaktur produk *joint brake rod*. Salah satu solusi yang ditawarkan untuk mereduksi pemborosan pada pemanfaatan *sheet* ini adalah dengan memaksimalkan jarak antar tepi *strip* dengan tepi *blank* (m) dari 7 mm menjadi 3 mm. Ukuran *strip* yang akan terbentuk berubah menjadi berukuran panjang 1.219 mm, lebar 80 mm dan tebal tetap 3 mm, sehingga dalam satu lembar *sheet* akan diperoleh *strip* sebanyak 30 lembar. Perbandingan kondisi awal dan revisi pemanfaatan *sheet* menjadi *strip* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pemanfaatan *sheet* menjadi *strip*

Kondisi	Dimensi Strip			Jumlah Strip (lbr)
	p (mm)	l (mm)	t (mm)	
Awal	1.219	88	3	27
Revisi	1.219	80	3	30

Dari *strip* yang telah diperoleh kemudian diproses lagi untuk menjadi *blank joint brake rod* melalui proses *blanking*. Prosentase pemanfaatan *strip* awal menjadi *blank* ini adalah sebesar 61,71%, Setelah dilakukan perubahan nilai n dari 3 mm menjadi 2 mm, diperoleh prosentase pemanfaatan *strip* untuk menjadi *blank* sebesar 72,26%, hal ini berarti prosentase *scrap* turun menjadi 27,74%, perbandingan prosentase pemanfaatan *strip* menjadi *blank joint brake rod* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Prosentase pemanfaatan *strip*

Parameter	Kondisi	
	Awal	Revisi
Luas <i>strip</i> (mm ²)	107.272	97.520
Luas <i>blank</i> (mm ²)	1.067,69	1.067,69
Jumlah <i>blank</i> (buah)	62	66
Prosentase <i>scrap</i> (%)	38,29	27,74
Prosentase <i>blank</i> (%)	61,71	72,26

Harga *joint brake rod* sebelum dilakukannya *kaizen* seperti pada tabel 4 adalah sebesar Rp1.091,402, harga ini sudah termasuk biaya *overhead* lainnya yaitu biaya *manufacturing*, transportasi, *packing*, biaya lain, profit, dan administrasi serta depresiasi mesin dan cetakan.

Tabel 4. Harga JBR sebelum *kaizen*

Item	Estimasi
Material Cost	424,915
Manufacturing Cost	440
Transportasi	10
Packing	10
Biaya Lain	10
Profit (10%)	86,492
Administrasi (5%)	43,246
Depresiasi mesin & Dies	66,75
TOTAL (Rp)	1.091,402

Solusi pertama adalah mengatur tata letak *blank* di dalam *strip* pelat, dengan menentukan nilai optimum dari m dan n . Harga *joint brake rod* per buah setelah dilakukan perubahan tersebut menjadi Rp1.065,313 seperti terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Harga JBR setelah *kaizen* solusi 1

Item	Estimasi
Material Cost	402,228
Manufacturing Cost	440
Transportasi	10
Packing	10
Biaya Lain	10
Profit (10%)	84,223
Administrasi (5%)	42,112
Depresiasi mesin & Dies	66,75
TOTAL (Rp)	1.065,313

Penurunan biaya produksi yang diperoleh dari solusi kedua ini adalah sebesar Rp37,4. Hasil penurunan biaya produksi untuk solusi kedua dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Harga JBR setelah *kaizen* solusi 2

Item	Estimasi
Material Cost	424,915
Manufacturing Cost	407,5
Tranportasi	10
Packing	10
Biaya Lain	10
Profit (10%)	83,241
Administrasi (5%)	41,621
Depresiasi mesin & Dies	66,75
TOTAL (Rp)	1.054,027

Solusi ketiga adalah gabungan solusi pertama dan solusi kedua, penurunan biaya produksi yang diperoleh setelah menerapkan solusi ketiga adalah sebesar Rp63,466 seperti terlihat pada tabel 7.

Tabel 7. Harga JBR setelah *kaizen* solusi 3

Item	Estimasi
Material Cost	402,228
Manufacturing Cost	407,5
Tranportasi	10
Packing	10
Biaya Lain	10
Profit (10%)	80,973
Administrasi (5%)	40,486
Depresiasi mesin & Dies	66,75
TOTAL (Rp)	1.027,936

Selain ketiga solusi yang telah dijelaskan sebelumnya, masih ada potensi yang dapat meningkatkan produktivitas produksi *joint brake rod*. Potensi yang dimaksud adalah memaksimalkan pemanfaatan energi yang tersimpan dalam *flywheel* mesin pres yaitu dengan menambah jumlah *set* dalam cetakan tekan seperti terlihat pada tabel 8.

Tabel 8. Jumlah set per cetakan

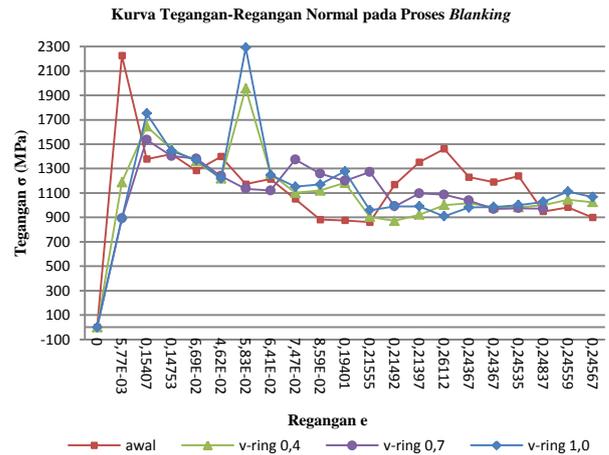
Dies	Item		
	Gaya maksimum (ton)	Kapasitas mesin pres (ton)	set per cetakan (buah)
Dies 1	26,713	60	2
Dies 2	33,108	60	1
Dies 3	4,105	60	14
Dies 4	8,693	60	6

Analisis Hasil Simulasi Cetakan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan *indenter v-ring* sangat berpengaruh terhadap distribusi tegangan pada daerah *cutting zone* seperti terlihat pada gambar 7. Kondisi yang diharapkan pada saat proses *blanking* berlangsung adalah distribusi tegangan yang rendah dan cenderung stabil,

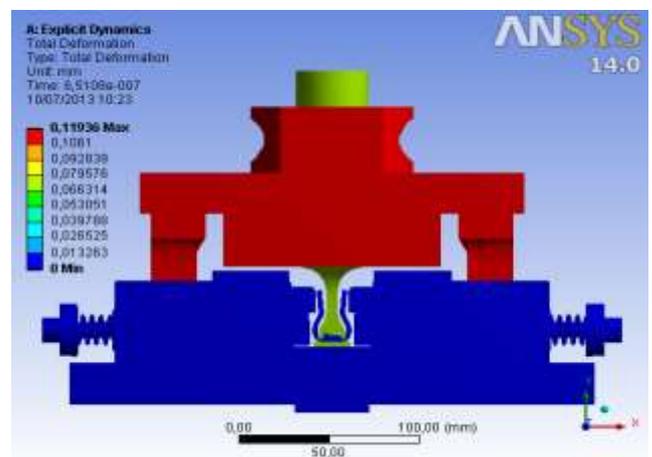
maka posisi *indenter v-ring* yang disarankan adalah 0,7 mm.

Penambahan *indenter v-ring* pada *pressure pad* dapat mempengaruhi besarnya regangan pada daerah *shearing zone*. Regangan plastis tambahan terjadi di sekitar *indenter v-ring*, sebagai akibatnya terjadi pengerasan material sehingga material yang berada di daerah *shearing zone* mengalami deformasi plastis yang berujung pada meningkatnya *tensile strength* di daerah *cutting zone* sehingga pada daerah ini mudah mengalami patah.

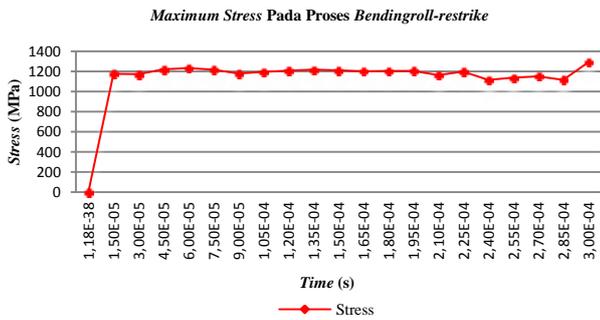


Gambar 7. Kurva tegangan-regangan normal pada proses *blanking*

Hasil simulasi cetakan *bendingroll-restrike* menunjukkan bahwa cetakan tekan baru yang dirancang telah berhasil melakukan proses pembentukkan *blank join brake rod*. Semua komponen yang dirancang telah berfungsi sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya seperti terlihat pada gambar 8. Distribusi *normal stress* yang dialami oleh *joint brake rod* pada saat terjadinya proses pembentukkan ini dapat dilihat pada gambar 9. Tegangan yang paling tinggi yaitu sebesar 1.393,9 Mpa terjadi pada saat proses pembentukkan berlangsung.



Gambar 8. Hasil simulasi cetakan *bendingroll-restrike*



Gambar 9. Distribusi normal stress pada JBR

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Simulasi perangkat lunak telah berhasil dilakukan, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pengujian cetakan *fine blanking* dan cetakan *bendingroll-restrike* secara virtual.
2. Analisis *layout blanking* yang dilakukan yaitu mengubah jarak dari tepi *blank* ke sisi *strip* (*m*) dan jarak antar *blank* ke *blank* (*n*) telah berhasil mereduksi prosentase *scrap* yang sebelumnya 38,29% menjadi 27,74%.
3. Simulasi cetakan *bendingroll-restrike* telah berhasil dilakukan sehingga tujuan untuk mengurangi jumlah cetakan yang digunakan dalam proses pembentukan *joint brake rod* telah tercapai.
4. Penurunan biaya produksi yang berhasil diperoleh diperlihatkan pada tabel 9:

Tabel 9. Perbandingan harga *joint brake rod*

Item	Perbandingan Harga Produk (Rp)		
	Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
Harga /buah	1.065,3	1.054,1	1.027,9
costdown/buah	26,1	37,4	63,5
costdown/bln	730.548	1.046.500	1.777.048
costdown/42bln	30.683.016	43.953.000	74.636.016

Referensi

- [1] Falconnet, E., Makich, H., Chambert, j., Monteil, G., dan Picart, P. *Numerical and experimental analyses of punch wear in the blanking of copper alloy thin sheet*, Department of Applied Mechanics, 296, 598-606 (2012)
- [2] Marouani, H., Ben Ismail, A., Hug, E., dan Rachik, M. *Numerical investigations on sheet metal blanking with high speed deformation*, Materials and Design, 30, 3566-3571 (2009)
- [3] Komori, Kazutake. *Simulation of crack arrest in blanking using the node separation method*, Department of Integrated Mechanical Engineering, 68, 150-159 (2013)
- [4] Hariharan, K., dan Balaji, C. *Material*

optimization: A case study using sheet metal-forming analysis, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 209, 324-331 (2009)

- [5] Thipprakmas, S. *Improving wear resistance of sprocket parts using a fine-blanking process*, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 271, 2396–2401 (2011)
- [6] Imai, M. (1997): *Gemba Kaizen; A Commonsense, Low Cost Approach to Management*, McGraw Hill, New York : Random House.
- [7] Imai, M. (1986): *Kaizen; The key to Japan's Competitive Success*, McGraw-Hill, New York: Random House.
- [8] Thipprakmas, S. *Application of Taguchi technique to investigation of geometry and position of V-ring indenter in fine-blanking process*, Department of Tool and Materials Engineering, 31, 2496–2500 (2010)
- [9] Jie Xu., Bin Guo., Chunju Wang., dan Debin Shan. *Blanking clearance and grain size effects on micro deformation behavior and fracture in micro-blanking of brass foil*, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 60, 27-34 (2012)
- [10] Hirota, K., Tsukiyama, Y., dan Yasuumi, T. *Precision blanking of thin sheet metals with the help of chemical etching*, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 201, 209-213 (2008)
- [11] Lemiale, V., Chambert, J., dan Picart, P. *Description of numerical techniques with the aim of predicting the sheet metal blanking process by FEM simulation*, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 209, 2723-2734 (2009)
- [12] Fei Yin., Huajie Mao., Lin Hua., dan Zhiqiang Gu. *Back propagation neural network based calculation model for predicting wear of fine-blanking die during its whole lifetime*, Computational Materials Science, 59, 140-151 (2012)
- [13] Boljanovic, Vukota. (2004): *Sheet Metal Forming Processes and Die Design*, New York ; Industrial Press Inc.
- [14] Wick, Charles., Veilleux, Raymond F and Benedict., john T. (1984) : *Tool and Manufacturing Engineers Handbook*, fourth edition : *Forming*. Dearborn, Michigan; Society of Manufacturing Engineers.