

Perancangan *Combination Tool* Proses *Cutting* Dan *Forming* Pada Pembuatan Aluminium Cup

Endjang Patriatna¹, Hanif Azis Budiarto²

(1) Dosen Jur. Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Jl. Kanayakan 21 Bandung 40135

email : etrik_ept@yahoo.com

(2) Mahasiswa D4 Polman Jur. Teknik Rekayasa dan Pengembangan Produk

email : budi.hanif@gmail.com

Abstrak

Dunia industri saat ini memiliki karakteristik dalam menghasilkan produk yang semakin kompleks, *life cycle* pendek, cepat (*time to market*), bervariasi (geometri dan material), inovatif dan *customize*, berkualitas, semakin presisi, ringan dan kuat, mudah didaur ulang. Tren produk global seperti ini yang membuat industri senantiasa melakukan peningkatan (*improvement*) khususnya dalam proses produksi.

Produk *aluminium cup* merupakan produk yang diproduksi secara massal di PT. Tamura Air Conditioning Indonesia. *Aluminium cup* adalah salah satu komponen pada sistem sirkulasi udara. Komponen ini dipasang di dinding gedung-gedung perkantoran dan pabrik. Fungsi dari produk sebagai saluran *exhaust*, yaitu tempat keluarnya udara dari dalam ruangan ke luar gedung. Untuk mencapai kontur akhir, produk ini melalui tahapan proses sebagai berikut: *drawing* (3 kali), 1 proses *trimming*, dan *notching*.

Penulis mengoptimisasi tahapan proses *aluminium cup* dengan cara menyatukan 3 proses *drawing* dan 1 proses *trimming* menjadi 1 kali proses *cutting (blank ing)* dan *drawing*. Metode yang digunakan penulis adalah *combination cutting-forming tool*. Untuk mencegah permasalahan yang akan terjadi dengan optimisasi ini, penulis melakukan analisis dengan menggunakan bantuan *software*, dan salah satu *software* analisis yang dapat digunakan untuk menganalisis proses pembentukan produk berbahan dasar pelat (*sheet metal*) secara khusus adalah *software* PAM-STAMP 2G versi tahun 2012 dengan memasukan beberapa parameter (spesifikasi) produk.

Pada karya tulis ini akan dibahas pembuatan *combination tool* untuk produk *aluminium cup*. Optimisasi dan analisis ini ditujukan sebagai pedoman untuk mengatasi masalah pada produk sejenis.

Kata kunci : *Single Tool, Combination Tool, drawing, aluminium cup, PAM-STAMP 2G*

1. PENDAHULUAN

Sebuah bangunan khususnya gedung-gedung perkantoran dan pabrik membutuhkan sistem sirkulasi udara yang baik. Hal ini berguna untuk membuat nyaman orang yang bekerja di dalamnya sehingga produktifitas kerja pun meningkat. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang ini adalah PT. Tamura Air Conditioning Indonesia. Perusahaan ini menghasilkan produk-produk berupa AC, komponen dan *spare parts* sistem pendingin, dan jasa pemasangan sistem sirkulasi udara. Persaingan antar perusahaan yang ketat menyebabkan efisiensi pada proses produksi, sehingga dilakukanlah proses penelitian pada produk.

Salah satu produk yang diteliti adalah *aluminium cup*. *Aluminium cup* adalah salah satu komponen pada sistem sirkulasi udara. Komponen ini dipasang dan ditempel di dinding gedung-gedung perkantoran dan pabrik. Fungsi dari produk sebagai saluran *exhaust*, yaitu tempat keluarnya udara dari dalam ruangan ke luar gedung. *Aluminium cup* inilah yang menjadi fokus penulis pada tugas akhir ini.



Gambar 1.1 Aluminium Cup

Proses pembuatan *aluminium cup* saat ini, dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama adalah proses *deep drawing* untuk membentuk

lembaran pelat alumunium menjadi bentuk *cup*. Dan tahap kedua adalah proses *notching* untuk melubangi *cup* sebagai tempat keluarnya udara. Penelitian yang dilakukan penulis berfokus pada tahap yang pertama (*deep drawing*). Spesifikasi dan produk *cup* pada tahap pertama dapat dilihat pada **Gambar 1.2**.

Produk : Alumunium *Cup*
Material : Al-6111
Tebal : 1 mm



Gambar 1.2 Produk Tahap 1

Proses penyelesaian masalah dilakukan penulis menggunakan *software CAD* seperti *AutoCAD* dan *SolidWorks*, untuk penggambaran produk dalam 2D & 3D. Sementara proses analisis, penulis menggunakan *software Pam-Stamp 2G* untuk menganalisis tahapan proses yang baru. Analisis ini untuk mendapatkan bagian yang kritis dan bagian yang aman sehingga tahapan proses yang baru dapat lebih optimal dengan data analisis tersebut.

Karya tulis ini membahas mengenai bagaimana perubahan tahapan proses yang baru. Cara melakukan optimisasi adalah dengan menyatukan tahapan proses 1-4 dengan menggunakan metode *combination cutting-forming tool*.

Analisis permasalahan dan penulisan karya tulis, bertujuan untuk menghasilkan rancangan *combination cutting-forming tool*, memperkirakan bentuk *fix blank* yang optimal dari komponen *alumunium cup* dengan menggunakan *software PAM – STAMP 2G*, melakukan validasi *tool* rancangan menggunakan *software* sehingga rancangan *tool* dapat dibuat dan sesuai dengan daftar tuntutan.

Kajian yang akan dilakukan penulis dibatasi oleh analisis yang dilakukan bersifat penelusuran / investigasi berdasarkan *tool* yang telah selesai dibuat sebagai referensi, dimensi produk mengacu pada gambar produk, analisis dilakukan pada tahapan *deep drawing* saja, analisis menggunakan *software PAM – STAMP 2G* versi tahun 2012 dibantu dengan *software AutoCad 2011* dan *Solidworks 2013*, analisis dilakukan pada material Al-6111

dengan ketebalan 1mm, R_m 150 N/mm², kajian hanya sebatas rancangan *tool* tanpa pembuatan, tidak dilakukan estimasi perhitungan biaya.

2. PERANCANGAN DAN KAJIAN

2.1 Metode Perancangan

Proses perancangan yang dilakukan mengacu kepada metoda perancangan VDI 2222 (*Verien Deutsche Ingenieur / Persatuan Insinyur Jerman*) yang dipadukan dengan modifikasi metoda perancangan VDI 2222 khusus *Press Tool*. Berikut diagram alir proses perancangan.

2.2 Merencana

Komponen *alumunium cup* merupakan salah satu komponen pada sistem saluran udara pada gedung dan pabrik. Komponen tersebut berfungsi sebagai saluran *exhaust* (keluar) udara dari dalam gedung ke luar.

Komponen yang berbahan dasar pelat



alumunium setebal 1 mm dengan dimensi terluar ϕ 271 x 144 mm ini semula melalui 5

Gambar 1.3 Alumunium *Cup* Pada Gedung

tahapan proses (Tabel 1.1). Penulis pada karya tulis ini akan merancang sebuah *tool* baru yang merupakan hasil penyatuan 3 tahapan proses *drawing* dan *trimming* pada 4 buah *single tool* menjadi 1 proses *blanking* dan 3 proses *drawing*. Untuk gambar kerja lebih detail dapat dilihat pada lampiran.

Untuk menjamin ketercapaian tuntutan produk seperti yang di uraikan diatas, maka *tool* yang akan dirancang harus memiliki beberapa acuan yang dapat berfungsi sebagai indikator dan menghasilkan komponen sesuai dengan tuntutan yang diinginkan. Untuk itu, berikut ini adalah daftar tuntutan dari produk *Alumunium cup*:

Tabel 2-1 Tabel Tuntutan *Aluminium Cup*

No	Aspek Tuntutan	Daftar Tuntutan	Spesifikasi Tuntutan	Skala Prioritas
1	<i>Produk</i>	Ukuran Produk. Material Produk Tuntutan Produksi Penipisan Produk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ketercapaian dimensi <i>drawing</i> sesuai gambar produk (detail ukuran produk terdapat pada gambar kerja) ▪ Al6111 ▪ Reduksi jumlah proses produksi ▪ 30% dari ketebalan awal material 	* * * *
2	<i>Tool</i>	Pengoperasian <i>Tool</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Tool</i> dapat diposisikan pada mesin yang ada di perusahaan. (lampiran) 	**

Keterangan :

(*) Tuntutan Utama dan harus terpenuhi.

(**) Tuntutan Sekunder dapat disesuaikan

2.3 Mengonsep

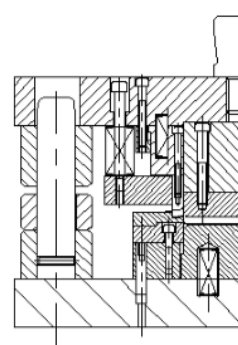
Tahapan yang dilakukan penulis dalam melakukan proses mengkonsep ini diantaranya ialah studi literatur sebagai acuan pembuatan *combination tool*, menganalisis konsep, dan melakukan kajian proses.

2.3.1 Studi Referensi

Sebelum melakukan perancangan konstruksi, penulis melakukan pencarian referensi – referensi yang berhubungan dengan perancangan *combination tool*. Referensi konstruksi yang diperoleh dalam perancangan *tool* ini berasal dari proyek akhir maupun internet, serta pendapat dan pengarahan yang diperoleh dari pembimbing. Berdasarkan proyek akhir yang berjudul “*Perancangan Combination Forming Tool Proses 1 pada Ring Tople Atas*”, ditulis oleh Hanif Azis Budiarto pada tahun 2014 di Polman Bandung, maka didapat konsep rancangan *combination tool* sebagai berikut.

2.3.2 Analisis Konsep

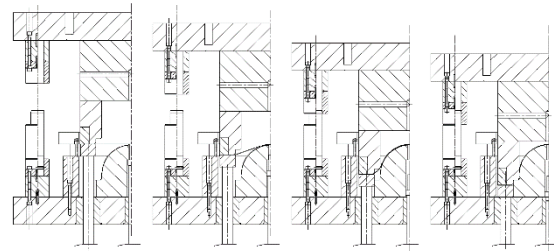
Konsep rancangan yang dibuat oleh penulis, didapatkan berdasarkan sub-bab



Gambar 2.1 Referensi *Combination Tool*

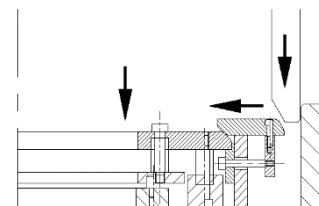
sebelumnya dan diskusi yang dilakukan dengan pembimbing. Pembuatan konsep konstruksi *punch* dan *dies*, langsung ditentukan alternatif konstruksi berupa *inverted*. Hal ini disebabkan produk memiliki kedalaman sebesar 120 mm, sehingga agar gaya *blankholder* yang bekerja stabil, harus menggunakan sistem *pad* dan *cushion*.

Konstruksi *stripper* pada *tool* ini berbeda dari konstruksi *tool* pada umumnya yaitu menggunakan sistem baji, hal ini disebabkan *stripper* yang bekerja tidak dapat diletakkan



Gambar 2.2 Konsep *Tool*

pada bagian pelat atas karena untuk menghindari langkah yang berlebihan.



Gambar 2.3 Konsep Konstruksi Baji pada *Stripper*

2.3.3 Kajian Proses

Sub-bab ini akan membahas perhitungan bentangan, perencanaan proses restriksi, perhitungan gaya pemotongan, gaya pembentukan, gaya *blank holder*, dan pemilihan pegas *stripper* dan kontrolnya.

a) Perhitungan Bentangan Secara Manual

Perhitungan bentangan merupakan tahapan awal untuk menentukan diameter restriksi yang memadai.

Tabel 2-2 Perhitungan Bentangan Secara Manual

Notasi	Rumus	Dimensi (mm ²)
1	$4 \cdot d \cdot h$	$3,96 \cdot 10^3$
2	$2 \cdot \pi \cdot r(D - 0.7r)$	564,387
3	$d_1^2 - d_2^2$	$8,225 \cdot 10^3$
4	$2 \cdot \pi \cdot r(d_1 - 1,3r)$	$3,243 \cdot 10^3$
5	$4 \cdot d \cdot h$	$1,029 \cdot 10^4$
6	$2 \cdot d^2$	$4.322 \cdot 10^4$
Atotal		$6,95 \cdot 10^4$
Dblank		263,62 mm

b) Perhitungan Bentangan Secara Software

Analisis bentukan *fix blank* menggunakan *software* PAM – STAMP 2G versi 2012. Adapun tahapannya adalah pembuatan *project* baru untuk analisis dengan modul *Inverse*, *Import* model *surface* (.IGS) yang menjadi acuan geometri *tool*, definisikan material Al6111, definisikan parameter *flattening*, *Solver Host Setting*, dengan mendefenisikan *solver pam stamp* untuk kalkulasi analisis, *Running Solver*, hasil bentangan dengan feature *inverse flattening*, diperoleh diameter bentangan sebesar 266,4 mm.

c) Perbandingan Perhitungan Bentangan

Setelah dilakukan perhitungan baik secara manual dan *software* maka dibandingkanlah nilai keduanya. Hasil perbandingan keduanya terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2-3 Perbandingan Perhitungan

	MANUAL	SOFTWARE
Diameter (mm)	263,62	266,4

Dari **Tabel 3-4**, diputuskan untuk memilih diameter hasil pendekatan perhitungan

software, yaitu sebesar 266,4 mm (bentuk *fix blank* terlampir pada lampiran). Hal ini disebabkan, karena pendekatan *software* lebih akurat dibandingkan perhitungan secara manual.

d) Perhitungan Gaya-Gaya

PERHITUNGAN	RUMUS	HASIL
Perhitungan Diameter Blank	$= \sqrt{A_{tot}}$	= 263,62 mm
Perhitungan Gaya Pemotongan	$= 0.8 \times U \times s \times Rm$	= 10.048 N
Perhitungan Gaya Pembentukan	$= \pi \times dp \times t \times \sigma_B \times C_{f-1}$	= 50,33 kN
Perhitungan Gaya Pad	$= 10\% \times F_{pot}$	= 10,04 kN
Perhitungan Gaya Blank Holder	$= p \times A_{BH}$	= 16,12 kN
Gaya total tool	= Gaya pemotongan (blanking) + Gaya pembentukan + Gaya stripper blanking + Gaya blank holder (Gaya pad)	= 176,92 kN
Perhitungan Kapasitas Mesin	$= 120\% \times \text{Gaya total tool}$	= 21 on

e) Pemilihan Pegas

Pada konstruksi yang dirancang terdapat 3 jenis pegas yang fungsinya berbeda yaitu, pegas *stripper*, pegas baji, pegas *ejector*. Untuk itu, perlu dilakukan pemilihan pegas pada masing – masing fungsi secara terpisah. Berikut ini adalah pegas yang dipilih:

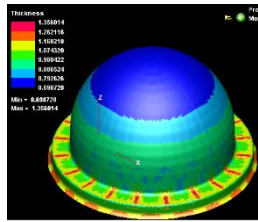
- 1) Pegas *Stripper* = MISUMI SWB 20 – 40
- 2) Pegas Baji = MISUMI SWR 12,5 – 40
- 3) Pegas *Ejector* = MISUMI SWH 8– 25

2.4 Merancang

Pada tahap penyelesaian akan dihasilkan *draft* awal rancangan yang selanjutnya akan dilakukan analisis terhadap *tool* yang dirancang agar dapat dibuat.

2.4.1 Analisis Pembentukan Tool

Berikut ini adalah hasil analisis *tool* terhadap produk *aluminium cup*:



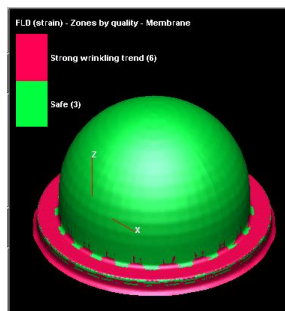
Gambar 2.4 Analisis Tool

Dari Gambar 3.10 dapat diketahui data ketebalan produk pada Tabel:

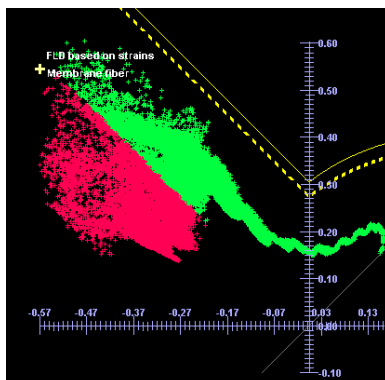
Tabel 2-4 Analisa Tool

No.	Identitas	Ni lai	Satuan
1.	Tebal produk	1	mm
2.	Tebal maksimum produk	1, 35	mm
3.	Tebal minimum produk	0, 69	mm

Berikut adalah hasil analisis bentukan produk berdasarkan *Forming Limit Diagram* (FLD) :



Gambar 2.5 FLD Tool Pada Produk



Dari Gambar 3.7 - 3.9 dapat diketahui data ketebalan produk berdasarkan FLD-nya pada Tabel 3-6.

Tabel 2-5 Diagram FLD Produk Setelah Dilakukan Analisis Tool

No.	Warna	Keterangan
1.	Merah	area yang mengalami kerutan yang kuat
2.	oranye	area yang mengalami kerutan sedang
3.	biru	area yang mengalami penarikan yang kuat
4.	hijau	area yang aman

Dari hasil analisis yang dilakukan pada sub-bab sebelumnya menyatakan bahwa *tool* yang dirancang dapat direalisasikan. Namun untuk memenuhi spesifikasi produk pada daftar tuntutan, haruslah mengikuti parameter yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan PAM – STAMP 2G sebagai berikut.

Tabel 2-6 Parameter Produk dan tool

NO	PARAMETER	NILAI	SATUAN
1.	Material	Al 6111	
2.	Diameter Blank	266.4	Mm
3.	Rm material	150	N/mm ²
4.	Gaya Pembentukan	50	kN
5.	Gaya Blankholder	16	kN
6.	Kecepatan Penekanan	0.76	m/s
7.	Pelumasan	SAE 10	

3. KESIMPULAN

- Dihasilkan rancangan *combination cutting-forming tool*.
- Bentukan *Fix blank* diperoleh menggunakan metode pendekatan. Sehingga bentuk *fix blank* yang sebenarnya baru bisa diperoleh dari hasil *trial* di lapangan. Namun, dengan menggunakan *software* PAM – STAMP 2G waktu proses *trial* dapat direduksi yang diharapkan memudahkan dalam menentukan *fix blank* untuk *trial*.
- Setelah melakukan analisis pembentukan dengan PAM-STAMP 2G, rancangan *tool*

dapat dibuat dengan ketentuan sebagai berikut.

NO	PARAMETER	NILAI	SATUAN
1.	Material	Al 6111	
2.	Diameter <i>Blank</i>	266.4	Mm
3.	Rm material	150	N/mm ²
4.	Gaya Pembentukan	50	kN
5.	Gaya <i>Blankholder</i>	16	kN
6.	Kecepatan Penekanan	0.76	m/s
7.	Pelumasan	SAE 10	

4. SARAN

Untuk pengoperasian *Press Tool* ini sebaiknya dibuatkan mesin *press* khusus agar biaya produksi lebih ringan (sebagai usulan TA D4 dengan spesifikasi mesin *press* terlampir pada lampiran A4), karena mesin *press* yang terdapat dipasaran memiliki tonase dengan kapasitas berkisar antara 200-250 ton, dan *die height* serta area meja yang kurang cocok.

Daftar Pustaka

- [1] Aida, Mahmudah. 2000. *Gambar Teknik Mesin*. Bandung: Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
- [2] Banabic, Dorel.2010. *Sheet Metal Forming Process*: Springer.
- [3] Budiarto. 2001. *Press Tool 3 (Proses Drawing)*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung
- [4] Budiarto. 2010. *Perancangan Perkakas Penekan*. Bandung: Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
- [5] Budiarto. 2013. *Sheet Metal Forming 3*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung
- [6] Budiarto. *Press Tool I (Proses Pemotongan)*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung
- [7] Ostergaard, D, Eugene. 1967. *Advance Diemaking*: McGraw Hill Handbooks.
- [8] Patriana, Endjang.2014. *Hand Out Praktek Deep Drawing*. Politeknik Manufaktur Bandung.
- [9] S.J. Hu, Z. Marciniak, J.L. Duncan.2002. *Mechanics of Sheet Metal Forming*: Butterworth Heinemann
- [10] Suchy, Ivana. 2006. *Handbok of Die Design*: McGraw Hill Handbooks.

Sumber Internet

- [1] http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM26_2-TM132/livro_SCHULER/E-03.PDF, diakses pada 03-08-15 pukul 22.27 WIB
- [2] <http://kbbi.web.id>, diakses pada 09-07-15 pukul 20.25 WIB
- [3] http://www.academia.edu/5450815/BAB_2_PENGUKURAN_TEKANAN, diakses pada 03-08-15 pukul 22.27 WIB
- [4] <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8640#1>, diakses pada 09-07-15 pukul 16.25 WIB
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Forming_limited_diagram, diakses pada 09-07-15 pukul 20.25 WIB
- [6] <http://aluminium.matter.org.uk/content/html/eng/default.asp?catid=175&pageid=2144416594>, diakses pada 03-08-15 pukul 22.27 WIB