



# Rancang Bangun *Dies ironing* untuk Selongsong Munisi Kaliber Besar Diameter 76 dan Rudal Diameter 105mm

Amar Makruf T.F.<sup>1</sup>, Barep Luhur W.<sup>2</sup>, Dede Sumantri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Balai Teknologi Mesin Perkakas, Teknik Produksi dan Otomasi - BTMEPPO

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi – BPPT, Tangerang Selatan, Banten – 15314, Indonesia

e-mail : amar.makruf@bppt.go.id

**Abstrak**— Untuk menjaga kedaulatan suatu negara perlu dukungan dari segi pertahanan dan keamanan khususnya alutsista (Alat Utama Sistem Senjata). Indonesia terus mengembangkan peralatan utama sistem senjata atau alutsista demi kemandirian dan tidak tergantung dengan negara lain untuk dapat memenuhi kebutuhannya. Salah satu jenis alutsista adalah rudal (peluru kendali), Balai Teknologi Mesin Perkakas, Teknik Produksi dan Otomasi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BT MEPPO-BPPT) salah satu badan pemerintah yang mengembangkan alutsista khususnya untuk selongsong munisi besar 76 dan rudal dengan diameter 105 mm. Proses pembuatan selongsong dilakukan dengan mesin *press* menggunakan *dies* yang dirancang sedemikian rupa dan mampu untuk membentuk dimensi selongsong melalui proses pembentukan material salah satunya *ironing*. Proses perancangan dilakukan dengan metode *riset & development* dengan menganalisa hasil desain CAD dianalisa menggunakan metode FEM (*Finite element method*) untuk mendapatkan kriteria statik berupa defleksi dan tegangan *von mises*, serta metode pengujian sehingga produk rancang bangun *dies ironing* yang dihasilkan teruji dan aman digunakan.

**Kata Kunci**— alutsista, defleksi, rudal, selongsong, von mises

## I. PENDAHULUAN

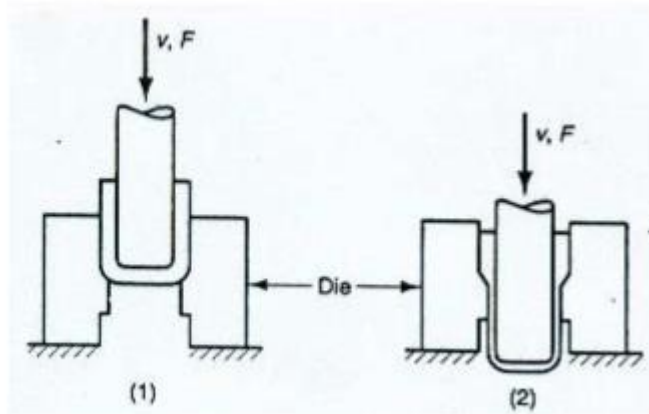
Indonesia adalah negara kepulauan yang luas lebih dari 17 ribu pulau. Wilayah Indonesia mempunyai sumber daya alam yang melimpah yang pastinya banyak negara yang menginginkannya, sehingga bangsa Indonesia membutuhkan dukungan yang kuat dalam segi pertahanan dan keamanan. Pertahanan dan keamanan yang kuat akan melindungi kedaulatan bangsa dan negara dari segala ancaman dari dalam maupun dari luar. Salah satu dukungan terhadap pertahanan dan keamanan adalah dengan mengembangkan alutsista atau alat utama sistem senjata.

Balai Teknologi Mesin Perkakas, Teknik Produksi dan Otomasi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi yang selanjutnya disebut BT MEPPO-BPPT bersama dengan mitra mengembangkan alutsista berupa selongsong munisi besar diameter 76 mm dan rudal diameter 105 mm. Pembuatan selongsong rudal ini menggunakan mesin *press* dengan proses *ironing*. Pada tulisan berikut akan dijelaskan mengenai pembuatan rancang bangun mesin *press ironing* untuk membuat selongsong munisi kaliber besar diameter 76 mm dan rudal berdiameter 105 mm, terkhusus membahas analisa pembebanan statik pada struktur *dies ironing* ketika menerima gaya penekanan.

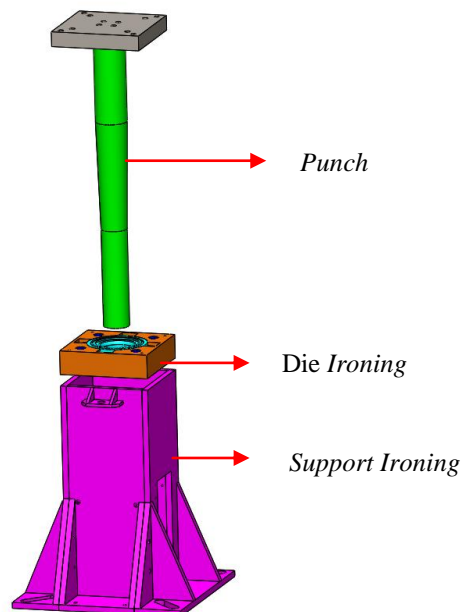
## II. LANDASAN TEORI

Proses pembentukan material secara *deep drawing* (penarikan dalam) menggunakan metode konvensional akan menghasilkan produk dimana dinding tepinya lebih tebal daripada bagian bawahnya jika clearance atau jarak ruangnya lebih besar daripada tebal dari benda kerja [1]. Proses ini banyak digunakan dalam industri manufaktur seperti pembuatan kaleng minum, bak cuci piring, perlengkapan masak, panel *refrigerator* dll [2]. *Deep drawing* menimbulkan beberapa kendala diantaranya tegangan sisa dari proses *drawing* tersebut menyebabkan kelelahan dari material drawn cup/benda kerja [3]. Sehingga menyebabkan umur produk relatif pendek.

Proses *ironing* merupakan salah satu proses pembentukan material dimana ketebalan dinding drawn cup (benda kerja/selongsong) dibuat seragam ketebalannya dengan menekan *punch* melewati celah antara *punch* dan die *ironing* [4]. Pada gambar 1 berikut merupakan gambar proses *ironing* dimana selongsong melewati die *ironing*. Skema mesin *punch ironing* dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini. Pada gambar 2 merupakan bagian utama mesin *punch* yang terdiri dari 3 komponen utama yaitu *punch*, *dies ironing*, dan *support*. Alasan dikembangkan proses manufaktur menggunakan *ironing* ini karena proses tersebut mempunyai beberapa keunggulan diantaranya ketebalan dinding selongsong lebih seragam, penggunaan material lebih efisien, dan dapat mengurangi tegangan sisa dari proses *deep drawing* [5].



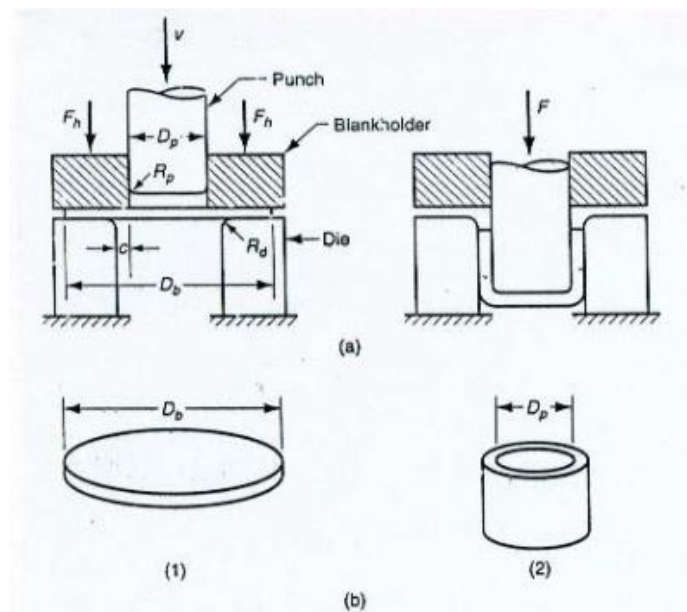
Gambar1. Proses *ironing*



Gambar 2. Skema mesin *punch ironing*

### A. Proses *Drawing* dan *Ironing*

Proses *drawing* merupakan proses pembentukan material dengan cara penarikan benda kerja yang diletakkan diatas die dan kemudian di tekan *punch* sehingga menghasilkan bentuk seperti *cup*. *Drawing* merupakan proses pembentukan yang kompleks melibatkan *tension*, *bending*, dan *compression* [6]. Pada gambar 3 berikut merupakan proses pembentukan material logam dengan *drawing*. Pada gambar 1a menunjukkan proses *drawing* sebelum ditekan oleh *punch* dan gambar 2a menunjukkan proses *drawing* setelah ditekan oleh *punch*. Gambar 1b merupakan benda kerja sebelum ditekan oleh *punch* dan gambar 2b merupakan benda kerja setelah ditekan oleh *punch* [7]. *Ironing* merupakan salah satu proses *drawing* dengan material pada umumnya menggunakan logam yang ditekan melewati *dies ironing* sehingga membentuk suatu struktur mangkuk yang mempunyai ketebalan dinding yang seragam yang nantinya akan diproses menjadi selongsong rudal [8]. Proses *ironing* ini memerlukan struktur yang kuat dan *rigid* sehingga mampu menahan beban yang relatif berat.



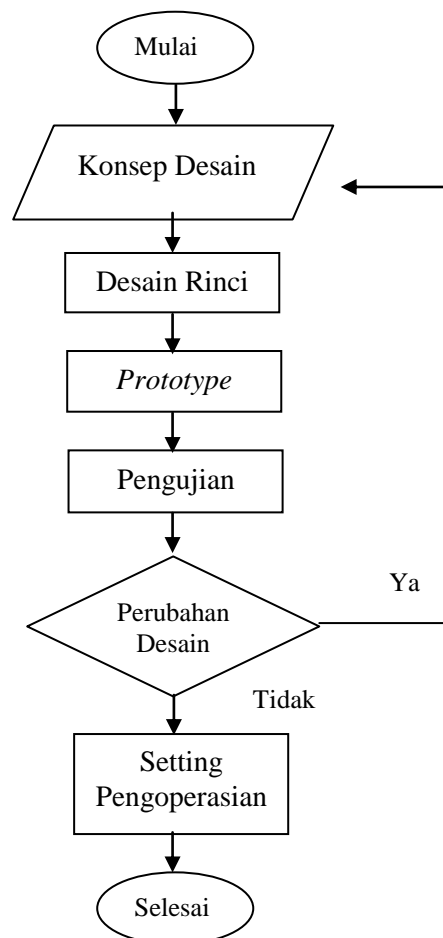
Gambar 3. Proses pembentukan material dengan *drawing*

- a. Proses *drawing*
- b. Material benda kerja

## III. MODEL YANG DIUSULKAN

### A. Metodologi rancang bangun *dies ironing*

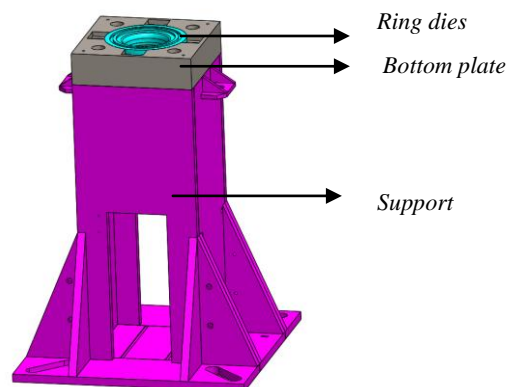
Model yang diusulkan menggunakan metodologi yang digunakan dalam pengembangan rancang bangun *dies ironing* dapat dilihat dalam *flowchart* gambar 4 berikut. Proses rancang bangun dimulai dengan membuat konsep desain berdasar masukan dari hasil diskusi, kemudian membuat desain awal hingga menghasilkan desain rinci yang akan dimanufaktur menjadi *prototype*. Hasil *prototype* berupa *dies ironing* tersebut kemudian diuji coba pada mesin *press*. Dari hasil penujian tersebut didapatkan data yang menjadi acuan pertimbangan perubahan desain atau tidak. Proses terakhir penentuan parameter setting pengoperasian. Kondisi batas dalam penelitian ini antara lain temperatur pengoperasian berada di suhu ruang, analisa statik dilakukan ketika *dies* menerima gaya tekan dari *punch*, dan nilai gravitasi sebesar  $10 \text{ m/s}^2$ .



Gambar 4. Diagram alir rancang bangun *dies ironing*

#### IV. IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

Desain rancang bangun *dies ironing* dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5. Pada gambar 5 tersebut *dies* ditempatkan pada *support*/dudukan yang menjadi penumpu pembebanan statik dari berat komponen di atasnya ditambah dengan gaya tekan dari *punch* sebesar 1kN. Besar pembebanan statik dapat dilihat pada tabel 1.

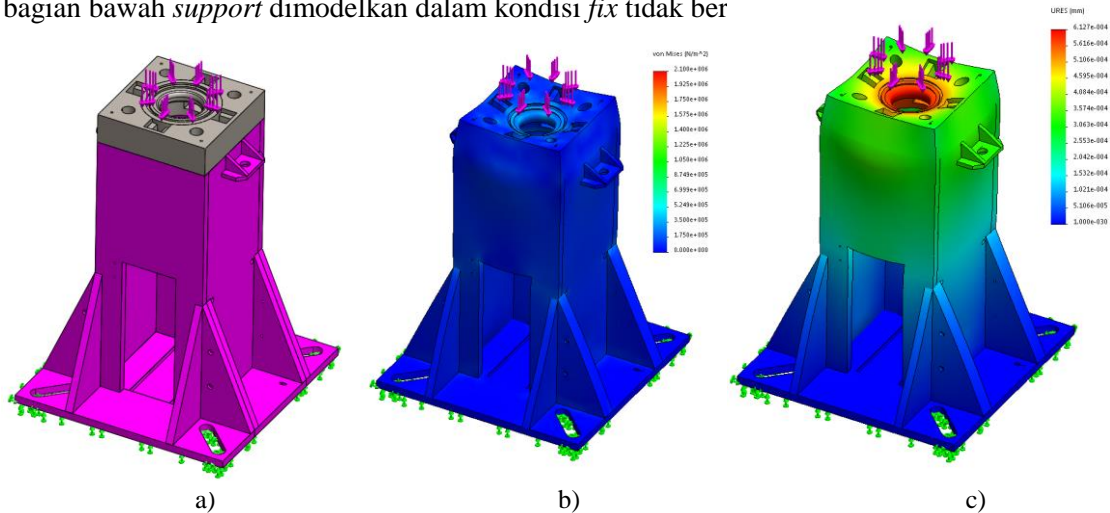


Gambar 5. Rancang bangun *dies ironing*

TABEL I  
BESAR PEMBEBANAN STATIK

NO	KOMPONEN	BESAR PEMBEBANAN STATIK (N)
1	Ring dies	60 N
2	Bottom plate	370 N
3	Punch (saat penekanan)	1000 N
TOTAL PEMBEBANAN STATIK		1430 N

Arah pemodelan gaya pembebanan dapat dilihat pada gambar 6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa arah pembebanan searah dengan *punch* dengan gaya tekan sebesar 1000 N, dan bagian bawah *support* dimodelkan dalam kondisi *fix* tidak ber



Gambar 6. Model pembebanan statik  
a) Arah gaya pembebanan  
b) Tegangan *von mises*  
c) Defleksi statik

Hasil dari simulasi kekuatan struktur *dies ironing* dapat dilihat pada tabel 2. Tegangan *von mises* max pada tabel 2 sebesar  $2,10 \times 10^6$  Pa atau setara dengan 2,1 MPa, nilai tersebut masih dibawah *yield strength* material yang digunakan pada struktur AISI 1023 carbon steel yaitu sebesar 360 MPa [9]. Sedangkan defleksi statik max sebesar  $6.127 \times 10^{-4}$  mm, sedangkan *safety factor* untuk desain *linier static analysis* lebih dari 1,5 [10].

TABEL II  
HASIL SIMULASI

Simulasi	Min	Max
Tegangan <i>von mises</i>	0 Pa	$2,10 \times 10^6$ Pa
Defleksi statik	0 mm	$6.127 \times 10^{-4}$ mm

Untuk memastikan bahwa desain yang di buat aman maka perlu dilakukan pengujian langsung dengan mesin *press* hidrolik berkapasitas 500 ton di PT.PINDAD seperti pada gambar 7. Pengujian tersebut dilakukan sesuai dengan kondisi saat simulasi menggunakan software, dengan gaya yang diberikan *punch* sebesar 1000 N. Hasil dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ada kerusakan pada struktur *dies ironing* sehingga aman dioperasikan.



Gambar 7. Pengujian kekuatan struktur *dies ironing*

## V. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa desain struktur *dies ironing* masih aman menerima beban statik saat penekanan *punch* sebesar 1000 N. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil simulasi *von mises* yang ditunjukkan pada tabel 2. Jika dibandingkan dengan *yield strength* material sebesar 360 MPa, tegangan *von mises* struktur sebesar 2,10 MPa masih aman untuk terjadi defleksi plastis. Defleksi maksimal yang mungkin terjadi berdasarkan perhitungan simulasi hanya  $6.127 \times 10^{-4}$  mm. Artinya struktur *dies* yang dibuat mampu untuk menahan beban yang lebih besar dari 1000 N.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Swadesh Kumar Singh, Vinay Kumar, Paresi Prudvi Reddy, Amit Kumar Gupta. Finite Element Simulation Of *Ironing* Process Under Warm Conditions. *Jmaterrestech*.2014;3(1): 71–78.
- [2] Swadesh Kumar Singh, K. Mahesh, Apurv Kumar, M. Swathi. Understanding Formability Of Extra-Deep *Drawing* Steel At Elevated Temperature Using Finite Element Simulation. *Materials And Design* 31 (2010) 4478–4484.
- [3] Ragab MS, Orban HZ. Effect of *ironing* on the residual stresses in *deep* drawn cups. *J Mater Technol* 2000;99:54–61.
- [4] Dieter GE. *Mechanical metallurgy*. Singapore: McGraw Hill;1988.
- [5] Varma KR, Varma PAPN, Murti KGK, Raju AVS, Singh SK. Mathematical modelling and experimental validation of excessive *ironing* of EDD steel in *deep drawing* setup in warm conditions. *Int J Adv Mater Manuf Charact* 2012;1:165–72.
- [6] Jiang J, Collado C, Keeley D, Dodd B. Room temperature formability of particle rein-forced metal matrix composites: forging, extrusion and *deep drawing*. *Composites* 1995;26(11):785–9.
- [7] Aan Ardian. *Teori Pembentukan Bahan : Pendidikan Teknik Mesin UNY*.
- [8] Ravi Kumar D. Formability analysis of extra-*deep drawing* steel. *J Mater Process Technol* 2002;130–131:31–41.
- [9] <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6524> diakses 06 september 2019
- [10] Chan, Yefri. Yendi Esye, Rancang Bangun Mesin Pengereng Hybrid Tipe Konveyor Otomatis, SNTTM ITB (2016).



**Amar Makruf Tinulad Fil Ardli, ST** adalah lulusan Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang tahun 2014. Gelar Sarjana Teknik (S.T.) diraih di fakultas teknik, prodi teknik mesin tahun 2014. Penulis aktif melakukan kegiatan riset dan pengembangan di Balai Teknologi Mesin Perkakas, Teknik Produksi dan Otomasi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BT MEPPPO-BPPT). Penelitian ini dibuat bersama dengan Barep Luhur W., S.T. sebagai engineer mesin perkakas dan Dede Sumantri, S.T. sebagai engineer teknik produksi BT MEPPPO.