

# ANALISIS DESAIN INSERT TOOLS DUA OUTPUT UNTUK PRODUKSI CUTTER BASE BERBASIS SIMULASI STATIS SOFTWARE SOLIDWORK 2018

Efri Alif Mardwiyanto<sup>1</sup>, Yudhi Chandra Dwiaji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Mercu Buana  
Jl. Meruya Selatan 1, Jakarta, Indonesia 11650

Email: [efrialif@gmail.com](mailto:efrialif@gmail.com)

## Abstrak

Insert Tool adalah salah satu jenis peralatan yang memegang peranan penting dalam proses produksi terutama untuk komponen-komponen yang diproduksi dalam jumlah banyak. Insert Tool juga dapat berfungsi supaya kualitas produk dapat terjaga. Diperlukannya desain Insert Tool dengan output lebih dari 1 pcs/proses adalah untuk meningkatkan kinerja Insert Tool agar dapat menunjang produksi Cutter Base. Dengan memaksimalkan dimensi Insert Tool yang saat ini berjalan di line produksi dan material yang ada di perusahaan saat ini hanya ada tiga jenis material yaitu Carbon Steel AISI 1020, Carbon Steel AISI 103, dan Carbon Steel AISI 1045. Maka Insert Tool ini di desain dengan output 2 pcs/proses. Dalam menganalisa desain Insert Tool adalah dengan menggunakan software Solidwork 2018. Dan telah didapatkan hasil desain model Insert Tool dengan komponen Insert Tool bagian atas Shank, Punch Holder, Punch dan Insert Tool bagian bawah Lower Plate, Jig Positioning dan Guide Post dengan berat total 17.86 kg dan dimensi 260 mm x 195 mm x 215 mm. Sedangkan hasil simulasi statis memperoleh data nilai yield strenght tertinggi didapat pada Carbon Steel AISI 1045 sebesar  $5.300 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>, Carbon Steel AISI 1035 sebesar  $2.827 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>, dan Carbon Steel AISI 1020 sebesar  $2.827 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>. Hal ini membuktikan bahwa yield strenght yang di miliki material AISI 1045 lebih tinggi di bandingkan dengan material AISI 1035 dan AISI 1020. Maka jenis material yang di gunakan untuk Insert Tool ini adalah Carbon Steel AISI 1045 karena memiliki nilai yield strength yang tinggi.

**Kata Kunci:** Insert Tool, Solidworks, Carbon Steel, Punch, Shank, Punch Holder

## Abstract

Insert tool is one type of equipment that plays an important role in the production process required for components needed in large quantities. Insert tool can also improve the quality of products that can be used. Required design of Insert Tool with output of more than 1 pcs / process to improve Insert Tool performance so that it can support the Cutter Base production. By maximizing the Insertion of Enter Tools which currently runs on the production line and materials in the company there are currently only three types of materials namely Carbon Steel AISI 1020, Carbon Steel AISI 103, and Carbon Steel AISI 1045. Therefore this Tool Enter is designed with 2 pcs output / process. In analyzing the design of Insert Tool using Solidwork 2018 software. Has obtained the design results of the Insert Tool model with the Insert Tool component of the top Shank, Punch holder, Punch and bottom bottom insert tool, Positioning and Guide Jig with a total weight of 17.86 kg and dimensions of 260 mm x 195 mm x 215 mm. While the results of statistical simulations obtained the highest yield value data in Carbon Steel AISI 1045 at  $5,300 \times 10^8$  N / m<sup>2</sup>, Carbon Steel AISI 1035 at  $2,827 \times 10^8$  N / m<sup>2</sup>, and Carbon Steel AISI 1020 at  $2,827 \times 10^8$  N / m<sup>2</sup>. This proves that the results obtained by AISI 1045 material are higher than that of AISI 1035 and AISI 1020. Then the type of material used for Insert Tools was Carbon Ateel AISI 1045 because it has a high value of strength results.

**Keywords:** Insert Tool, Solidworks, Carbon Steel, Punch, Shank, Punch Holder

## 1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur adalah industri yang bergerak dalam bidang pengolahan bahan baku menjadi barang jadi. Dalam era globalisasi industri manufaktur memegang peranan penting, oleh karena itu setiap industri manufaktur dituntut untuk meningkatkan produksinya baik dari segi proses maupun dari kualitas produk dan biaya produksi juga dituntut pula untuk meningkatkan ketepatan waktu produksi sehingga produk dapat diselesaikan pada waktu yang tepat. Dengan *Insert Tool* proses manufaktur akan lebih

mudah untuk mendapatkan kualitas produk yang lebih tinggi ataupun laju produksi yang lebih tinggi pula. Dengan demikian, efisiensi proses manufaktur suatu produk dapat ditingkatkan (mereduksi waktu *setup* dan waktu proses perautan) melalui desain *Insert Tool* pada proses manufaktur sekelompok produk (Chikwendu Okpala, 2015)

Dalam hal ini PT. Star Cosmos adalah salah satu pemeran industri manufaktur di Indonesia yang memproduksi peralatan rumah tangga (*home appliances*). Peningkatan kualitas dan kuantitas produksi dalam persaingan usaha yang ketat di era sekarang ini sangatlah

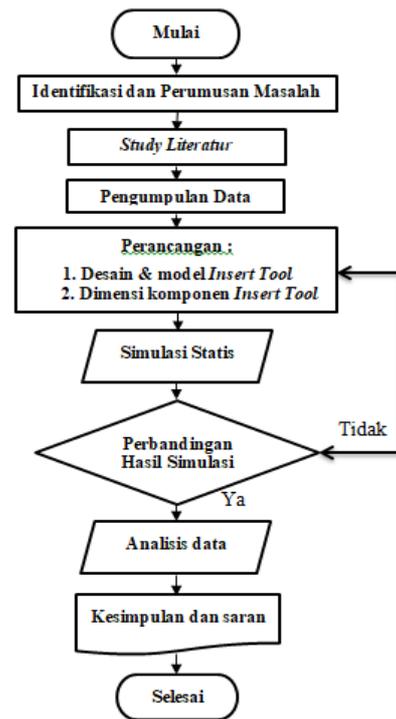
diperlukan. Dalam hal ini mengurangi biaya produksi, peningkatan efisiensi proses manufaktur suatu produk sangat berpengaruh, terutama dengan menurunkan waktu proses manufakturnya.

*Cutter base* merupakan *part blender* yang berfungsi untuk dudukan dari *shape blade* dan *bronze bearing*. *Bronze bearing* adalah komponen *cutter base* yang berfungsi sebagai penyearah dan meredam panas akibat gesekan *shape blade*. Sedangkan *mill bearing* sudah di-*assy* saat proses *injection*, memerlukan suatu alat bantu untuk meng-*assembly* kedua komponen *cutter base* dan *bronze bearing* supaya *cutter base* dapat berfungsi dengan baik. *Insert Tool* adalah salah satu jenis peralatan yang memegang peranan penting dalam proses produksi blender terutama untuk komponen-komponen *cutter base* yang diproduksi dalam jumlah banyak.

Permintaan produksi blender yang sangat tinggi di *line* produksi PT. Star Cosmos maka saat ini terdapat 15 model blender yg di produksi dan pemakaian *cutter base* berbeda-beda setiap modelnya, Sedangkan *Insert Tool* yang saat ini digunakan hanya mampu menghasilkan 1 pc/proses sehingga produksi blender kurang maksimal. Maka diperlukannya *Insert Tool* dengan output lebih dari 1 pc/proses untuk meningkatkan kinerja *Insert Tool* supaya dapat menunjang produksi *cutter base*. Desain *Insert Tool* lebih dari 1 *output* dapat memaksimalkan dimensi *Insert Tool* yang saat ini berjalan di *line* produksi. Untuk pemilihan material yang digunakan oleh perusahaan antara lain *carbon steel AISI 1020*, *carbon steel AISI 1035* dan *carbon steel AISI 1045c*.

**2. METODE**

Diagram alir menjelaskan mengenai garis besar metodologi pelaksanaan perancangan. Runtutan perancangan di mulai dari, mengkaji literatur pada jurnal sejenis, pembuatan gambar desain *Insert Tool*. Runtutan perancangan secara lebih jelas bisa di lihat pada Gambar 1.



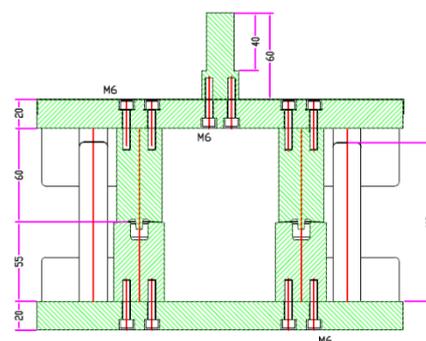
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**2.1. Skema Perancangan *Insert Tool***

Pada tahap Perancangan ini dibagi dalam 3 bagian :

1. Perancangan Model/Desain *Insert Tool*.

Pada bagian ini ditentukan model/desain *Insert Tool* dengan mengacu pada model/desain alat yang sudah ada (existing) akan tetapi dengan hasil output yang berbeda (gambar 2).



Gambar 2. Desain *Insert Tool*

2. Perancangan Dimensi dan Ukuran

Setelah model/desain *Insert Tool* ditentukan dan sudah disetujui oleh pihak yang terkait dalam hal ini *Production Engineering Department*. Selanjutnya ditentukan dimensi dan ukuran dari alat ini dengan tidak mengubah dimensi *base plate* dari alat yang sudah ada.

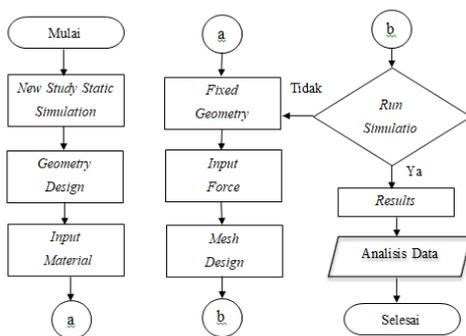
### 3. Pemilihan Material Untuk Kebutuhan *Insert Tool*

Pada tahap ini, ditentukan material yang dibutuhkan dan dibuatkan *Part List* untuk memudahkan pihak yang akan membuat alat ini (*work shop*). Pada *insert tool* ini terdapat 7 komponen yaitu *shank*, *punch holder*, *punch*, *jig positioning*, *lower plate*, *guide post*, dan baut.

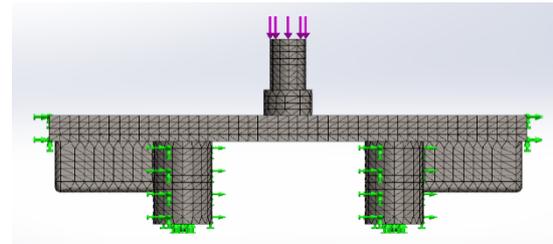
#### 2.2. Prosedur Simulasi

Proses simulasi digunakan untuk memperoleh data yang berkaitan dengan analisis statis. Prosedur simulasi dilakukan dengan runtut (gambar 3).

*Static Structural Analysis* adalah model analisis struktur part untuk mengetahui batas kemampuan part dengan material tertentu dan menahan beban yang dikenakan kepadanya secara statis baik tekan, tarik ataupun beban puntir. Pada dasarnya tegangan dapat didefinisikan sebagai besaran gaya yang bekerja pada suatu satuan luas. Ukuran *mesh* yang digunakan dalam simulasi statis ini yaitu standar *mesh global size* dengan toleransi 5,525 mm dan toleransi sebesar 0,276 mm (gambar 4).



Gambar 3. Prosedur Simulasi Statis



Gambar 4. Visualisasi Mesh Pada Desain *Insert Tool*

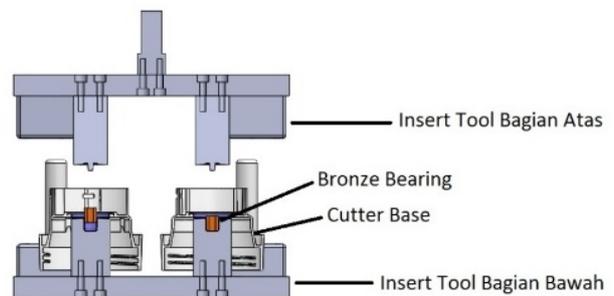
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan *Insert Tool* dimulai dari desain komponennya, perhitungan berat material yang di gunakan dan perbandingan efisiensi antara *Insert Tool 1 Output* dan *Insert Tool 2 Output*. Pembahasan desain dan hasil simulasi statis *Insert Tool* dengan menggunakan software *Solidworks 2018* dimana simulasi desain akan menggunakan perbandingan material yang berbeda.

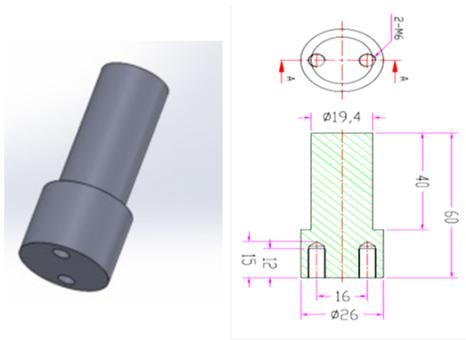
#### 3.1. Desain Komponen *Insert Tool*

Untuk meningkatkan *quantity cutter base assy* pada *line* produksi tentunya rencana desain ini harus menghasilkan *output cutter base assy* lebih dari satu. Mengacu pada dimensi meja mesin press, di peroleh *design output* produk 2 pcs karena melihat potensi yang ada bisa menghasilkan 2 pcs/proses. Dalam tahap ini ada dua bagian dari *Insert Tool* ini yaitu:

- Desain *Insert Tool* bagian atas
- Desain *Insert Tool* bagian bawah

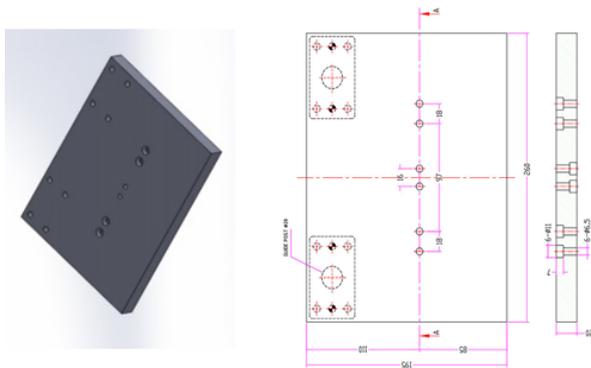


Gambar 5. Desain *Insert Tool 2 Output*



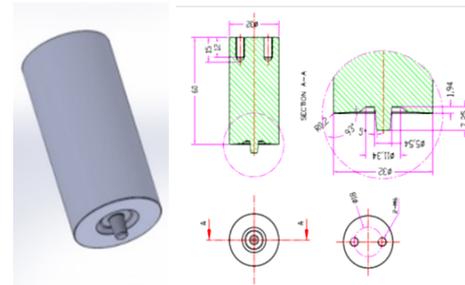
Gambar 6. Desain Shank

Dasar dimensi *shank* ini di tentukan berdasarkan dari hasil pengukuran tool sebelumnya dengan panjang total 60 mm dan diameter 19.4 dan diameter 26 mm. untuk menghubungkan *shank* dengan *punch holder* di tambahkan 2 lubang *screw* dengan diameter M6 dengan jarak 16 mm.



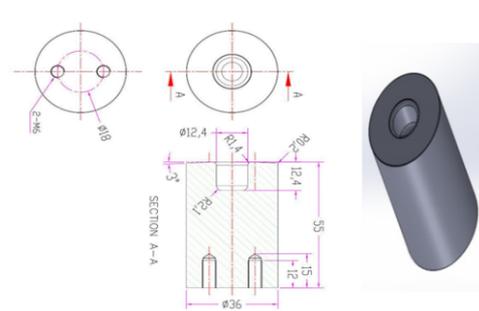
Gambar 7. Desain Punch Holder

Dasar dimensi *punch holder* ini di tentukan berdasarkan dari hasil pengukuran meja mesin *press* yang ada di *line* produksi, dengan panjang 260 mm dan lebar 195 mm dengan tebal 20 mm . untuk menghubungkan *punch holder* dengan *shank* dan *punch holder* dengan *punch* di perlukan lubang untuk baut M6 sebanyak 14 buah dengan diameter lubang kepala baut  $\varnothing 11$  dan lubang ulir  $\varnothing 6$ . dimana 2 lubang menghubungkan ke *shank* dan 4 lubang menghubungkan *puch holder* ke *puch* dan 8 lubang menghubungkan *punch holder* ke *guide post* bagian atas.



Gambar 8. Desain Punch

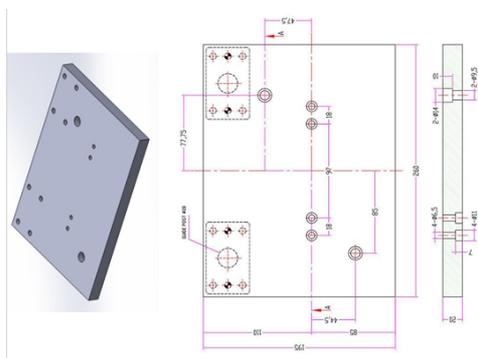
Dasar dimensi *punch* ini di tentukan berdasarkan dari hasil pengukuran *part cutter base*, panjang langkah mesin *press* 100 mm dikurangi tebal *puch holder* 20 mm dan tebal *sank* 20 mm sehingga langkah sisa mesin *press* ini masih tersisa 60 mm maka di dapatlah panjang *Punch* 60 mm. Panjang mata *puch* di dapat dari pengukuran setengah tinggi *bronze bearing* dan diameter mata *punch* di dapat dari diameter *bronze bearing*. Untuk menghubungkan *punch* dengan *punch holder* maka di buat 2 lubang *screw* dengan diameter M6 dengan jarak 18 mm. Diameter *puch* di peroleh dari diameter dalam *mill bearing* bagian bawah.



Gambar 9. Desain Punch

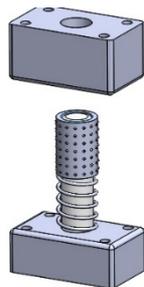
Dasar dimensi *Jig Positioning* ini di tentukan berdasarkan jarak permukaan atas *mill bearing* dengan permukaan atas *cutter base*, untuk menjaga agar *cutter base* tidak pecah akibat tekanan maka dibuatlah jarak antara *lower plate* dan permukaan *cutter base* 6 mm sehingga di peroleh tinggi total stopper 55 mm. Dimensi  $\varnothing 12.3$  dan kedalaman 12,4 mm di tentukan berdasarkan di mensi *mill bearing* bagian atas. untuk menghubungkan *Jig Positioning* dengan *lower plate* maka di

buatlah 2 lubang *screw* dengan diameter M6 dengan jarak antar lubang 18 mm.



Gambar 10. Desain Punch

Dasar dimensi *lower plate* ini di tentukan berdasarkan dari hasil pengukuran meja mesin press yang ada di produksi, dengan panjang 260 mm dan lebar 195 mm dengan tebal 20 mm .untuk menghubungkan *lower plate* dengan *stopper* di perlukan lubang untuk baut M6 sebanyak 12 buah dengan diameter lubang kepala baut Ø 11 dan lubang ulir Ø 6. Supaya insert tool ini tidak bergeser saat di gunakan maka di buatkan 2 lubang baut dengan dimensi kepala baut Ø 14 dan diameter ulir Ø 9.5 untuk di hubungkan atau di screw dengan meja mesin press 8 lubang menghubungkan *punch holder* ke *guide post* bagian bawah.

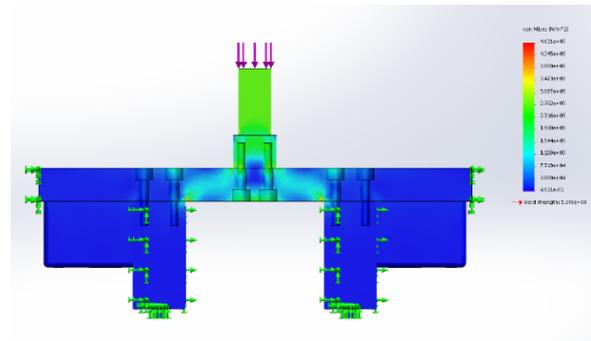


Gambar 11. Desain Punch

*Guide post* pada sebuah kontruksi sangatlah penting, sebab *guide post* ini sebagai komponen penepat antara *lower plate* ( Plat bagian bawah ) dan upper plate ( Plate bagian atas ). Dengan adanya *guide post* maka posisi antara *punch* dan *die* bisa lebih terjamin ketika sebuah *tool* sedang bekerja baik itu memotong ataupun membentuk dan menghindari dari

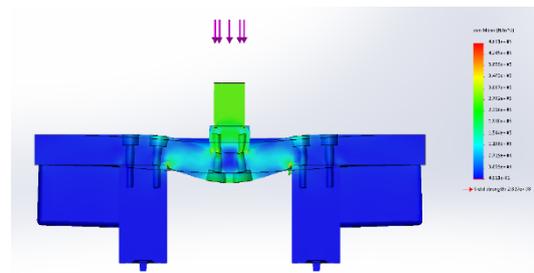
tumbukan karena pergeseran posisi baik *punch* atau *die*. Dalam satu konstruksi, *guide post* yang dipakai minimal dua set.

### 3.2. Simulasi Statis Terhadap Disain *Insert Tool*



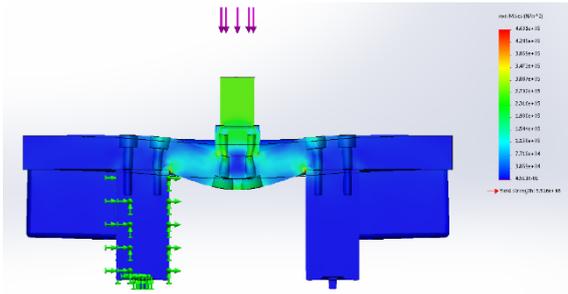
Gambar 12. Simulasi Statis Menggunakan Material AISI 1045

Berdasarkan hasil simulasi statis pada desain *Insert Tool* bagian atas yang menggunakan material *carbon steel* AISI 1045 dengan gaya tekan sebesar 80 N mengikuti aktual gaya mesin press yang di gunakan di PT Star Cosmos. Nilai *yield strenght* yang diperoleh sebesar  $5.300 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



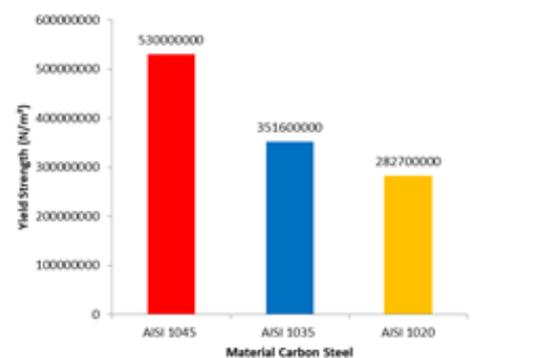
Gambar 13. Simulasi Statis Menggunakan Material AISI 1020

Berdasarkan hasil simulasi statis pada desain *Insert Tool* bagian atas yang menggunakan material *carbon steel* AISI 1020 dengan gaya tekan sebesar 80 N mengikuti aktual gaya mesin press yang di gunakan di PT Star Cosmos. Nilai *yield strenght* yang diperoleh sebesar  $2.827 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> seperti yang ditunjukkan pada gambar 13.



**Gambar 14.** Simulasi Statis Menggunakan Material AISI 1035

Berdasarkan hasil simulasi statis pada desain *Insert Tool* bagian atas yang menggunakan material *carbon steel* AISI 1035 dengan gaya tekan sebesar 80 N mengikuti aktual gaya mesin press yang di gunakan di PT Star Cosmos, Nilai *yield strenght* yang diperoleh sebesar  $3.516 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.



**Gambar 15.** Grafik Perbandingan *Yield Streght*

Dari gambar 15, nilai *Yield Streght* tertinggi di dapat pada material *carbon steel* AISI 1045 sebesar  $5.300 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>, Material *carbon steel* AISI 1035 sebesar  $2.827 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>, dan Material *carbon steel* AISI 1020 sebesar  $2.827 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>. Hal ini membuktikan bahwa *carbon steel* yang dimiliki material *carbon steel* AISI 1045 lebih tinggi dibandingkan dengan material *carbon steel* AISI 1035 dan *carbon steel* AISI 1020. Berdasarkan nilai tersebut, Dengan demikian  $AISI_{1045} > AISI_{1035} > AISI_{1020}$ .

### 3.3 Perhitungan Berat Komponen *Insert Tool*

Perhitungan dalam desain *Insert Tool* ini untuk mengetahui berat dari masing-masing komponen *Insert Tool* dengan material *carbon steel*.

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 F_p \text{ mesin press} &= 80 \text{ N} \\
 \varnothing \text{ shank} &= 19.4 \text{ mm} \\
 A \text{ (luas penampang)} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \\
 &= \frac{\pi}{4} \times 19^2 \\
 &= 283.3 \text{ mm}^2 \\
 \text{Masa jenis baja } \rho &= 7850 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Punch holder } V &= p \times l \times t \\
 &= 260 \times 195 \times 20 \text{ mm} \\
 &= 1014000 \text{ mm}^3 \times 10^{-9} \\
 &= 1.014 \text{ m}^3 \times 10^{-3} \\
 &= 0.001014 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat punch holder } m &= \rho \times v \\
 &= 7850 \times 0.001014 \\
 &= 7.95 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume punch } V &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times t \\
 &= \frac{\pi}{4} \times 32^2 \times 60 \text{ mm} \\
 &= 48230 \times 2 \\
 &= 96460 \text{ mm}^3 \times 10^{-9} \\
 &= 9.646 \text{ m}^3 \times 10^{-5} \\
 &= 0.00009646 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat punch } m &= \rho \times v \\
 &= 7850 \times 0.0000964 \\
 &= 0.75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume shank } V &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times t \\
 &= \frac{\pi}{4} \times 26^2 \times 60 \text{ mm} \\
 &= 3184 \text{ mm}^3 \times 10^{-9} \\
 &= 3,184 \text{ m}^3 \times 10^{-5} \\
 &= 0.00003186 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat shank } m &= \rho \times v \\
 &= 7850 \times 0.00003186
 \end{aligned}$$

$$= 0.25 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total (m) } \textit{Insert Tool} \text{ bagian atas} \\ &= 7.95 + 0.75 + 0.25 \text{ kg} \\ &= 8.95 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{Lower Plate } V &= p \times l \times t \\ &= 260 \times 195 \times 20 \text{ mm} \\ &= 1014000 \text{ mm}^3 \times 10^{-9} \\ &= 1.014 \text{ m}^3 \times 10^{-3} \\ &= 0.001014 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat } \textit{punch holder } m &= \rho \times v \\ &= 7850 \times 0.001014 \\ &= 7.95 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{Jig Positioning } V &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times t \\ &= \frac{\pi}{4} \times 36^2 \times 60 \text{ mm} \\ &= 61041 \times 2 \\ &= 122083 \text{ mm}^3 \times 10^{-9} \\ &= 1.22083 \text{ m}^3 \times 10^{-4} \\ &= 0.000122083 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat } \textit{punch } m &= \rho \times v \\ &= 7850 \times 0.000122083 \\ &= 0.96 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total (m) } \textit{Insert Tool} \text{ bagian bawah} \\ &= 7.95 + 0.96 \text{ kg} \\ &= 8.91 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total (m) } \textit{Insert Tool} &= 8.95 + 8.91 \text{ kg} \\ &= 17.86 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa desain dan pemilihan jenis material yang tepat untuk *Insert Tool* yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan diantaranya telah diperoleh model desain *insert tool output* 2pcs/proses untuk produksi *cutter base* di line produksi PT Star Cosmos dengan berat total 17.86 kg dan dimensi 260 x 195 x 215 mm. Berdasarkan desain dan simulasi desain *Insert Tool* maka material *carbon steel* AISI 1045 yang di pilih untuk *Insert Tool*, dengan nilai *yield strength* paling besar diantara material lainnya sebesar  $5.300 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ .

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Universitas Mercu Buana Yang telah memberikan dukungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akhlis Rizza, Muhammad. 2014. Analisis Proses Blanking dengan Simple Press Tool. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol 5, No.1 hal 85-90, ISSN 0216-468X. Malang
- [2]. Budiarto SST. (2001). *Press Tool* 1 - 3, Politeknik Manufaktur, Bandung
- [3]. Chikwendu Okpala, C. (2015). The Design and Need for Jigs and Fixtures in Manufacturing Science Research, 3 (4), 213. <https://doi.org/10.11648/j.sr.20150304.1>
- [4]. Franz Norman Azzy. 2014. *Perancangan Mesin Notching Untuk Proses Sheat Metal* Forming. E-Jurnal Teknik Mesin, Vol.1 No.2. hal 6-13, ISSN:2337-9928
- [5]. Hakim, A. R., Soekardi, C., & Ilyas, I. P. (n.d.). optimasi rancang bangun alat bantu perakitan presstool dengan metode pendekatan sistematik. 2(1), 1–11.
- [6]. Rizza, M. A. (2014). Analisis Proses Blanking Dengan Simple Press Tool. *Rekayasa Mesin*, 5(1), pp.85-90.
- [7]. Suyuti, M. A., Nur, R., Jurusan, D., Mesin, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2018). *springback* hasil proses tekuk bentuk “v” pelat baja karbon st . 60 ketebalan 4 mm. *Nasional Hasil Penelitian Tahun 2018, November, 10-11 2018, Politeknik Negeri Ujung Pandang.*, 2018, 30–34.

- [8]. Venkataraman, K. (2015). Design of Jigs, Fixtures and Press Tools. *Design of Jigs, Fixtures and Press Tools*, 1–20. <https://doi.org/10.1002/9781119191414>.
- [9]. Ginting, Muchtar. 2015. Modul alat penepat Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [10]. Ningsih, D. H. U. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufacture [CAD/CAM]. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, X(3), 143–149.
- [11]. Yudi Surya Irawan. (2015). *Material teknik*. Journal of Materials Research (seri 7000), 1–66.
- [12]. Z. Damian. Noriega. (2008). “A New Equation to Determine the Springback in the Bending Process of Metallic Sheet. Kalpakjian Equation”. ICCES. Vol.8, no.1, pp.25-30