



Rancangan *Press Tool* Pembuat Komponen Penumpu Dongkrak Pantograf

Revaldy Maiman¹, Ravi Pratama Syaël², Mulyadi³, Daddy Budiman⁴, Yuli Yetri^{5*}

^{1,2,3,4}Program Studi DIV Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

⁵Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

Email: yuliyetri@pnp.ac.id

Received:12 September 2022; Received in revised form:15 November 2022; Accepted:16 November 2022

Abstract

Press Tool is designed to be able to make mass and uniform products in a relatively short time. One of the products that can be produced using a press tool is the supporting component of the pantograph jack. Pantograph jacks are used in the automotive industry. The need for this product increases along with the increasing demand for motorized vehicles, especially cars. The production stages of supporting components using a press tool include: trim stop, piercing, notching, bending, cropping and deep drawing. Press tool design methods include: determining the design and supporting dimensions, calculation, simulation, and analysis using solidworks simulation analysis. The thickness of the plate that is safe to use for the manufacture of supports is 3 mm with ST 37 material. The planning dimensions of the press tool are (320 x 250 x 217) mm. Press tool components include: shank, punch, dies, top plate, bottom plate, pressure plate, punch holder, stripper plate, guide pillar, guide bush, bolt, and guide pen. The materials used to make press tool components include: ST 37, ST 42, brass, HASCO standard, AISI standard, and Polman Bandung standard. The total force that occurs in the manufacture of supports is 442798.2 N.

Keywords: design; press tool; support; pantograph

Abstrak

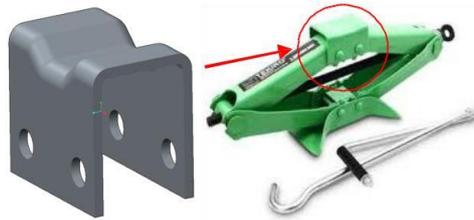
Press Tool dirancang mampu untuk membuat produk massal dan seragam dalam waktu yang relatif singkat. Salah satu produk yang dapat diproduksi menggunakan press tool ialah komponen penumpu dari dongkrak pantograf. Dongkrak pantograf digunakan dalam dunia otomotif. Kebutuhan akan produk ini meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan kendaraan bermotor, khususnya mobil. Tahapan produksi komponen penumpu menggunakan press tool, antara lain: trim stop, pierching, notching, bending, cropping dan deep drawing. Metode perancangan press tool antara lain: menentukan desain dan dimensi penumpu, perhitungan, simulasi, dan analisis menggunakan solidworks simulation analysis. Tebal pelat yang aman digunakan untuk pembuatan penumpu adalah 3 mm dengan bahan ST 37. Perencanaan dimensi press tool yaitu (320 x 250 x 217) mm. Komponen press tool antara lain: shank, punch, dies, plat atas, plat bawah, plat tekan, pemegang punch, stripper plate, guide pillar, guide bush, baut, dan pena pengarah. Bahan yang digunakan untuk membuat komponen press tool antara lain: ST 37, ST 42, kuningan, standar HASCO, standar AISI, dan standar Polman Bandung. Gaya total yang terjadi pada pembuatan penumpu adalah 442798,2 N.

Kata kunci: perancangan; press tool; penumpu; pantograf

1. PENDAHULUAN

Dongkrak pantograf adalah salah satu alat penunjang yang berfungsi sebagai alat pengangkat kendaraan pada kondisi tertentu seperti pelepasan velg, perbaikan rem, penggantian suspensi, dan hal-hal lain yang membutuhkan operasi pengangkatan kendaraan [1]. Dongkrak jenis ini tidak digunakan di bengkel, tetapi dongkrak bawaan mobil sehingga setiap mobil biasanya dilengkapi dengan dongkrak pantograf. Salah satu komponen dari dongkrak pantograf adalah komponen penumpu yang berfungsi

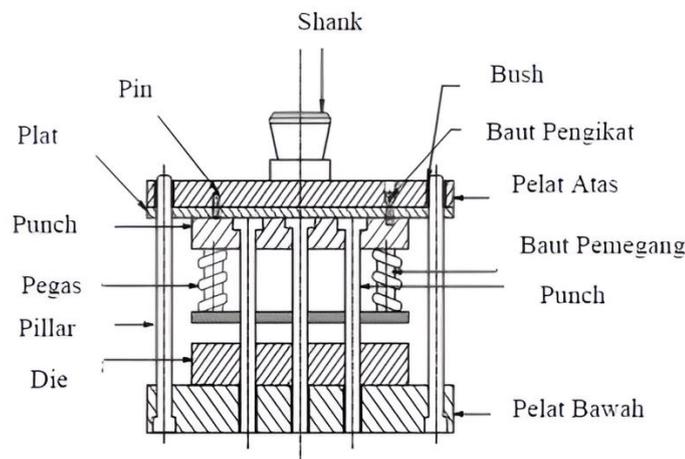
sebagai landasan penumpu beban. Bentuk dari komponen ini berupa bentukan U yang bagian landasannya dibuat bertahap [1]. Komponen penumpu dongkrak pantograf dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen Penumpu pada Dongkrak Pantograf [1]

Pada umumnya komponen penumpu diproduksi menggunakan *press tool*. Industri manufaktur di bidang *press tool* banyak diminati karena aspek teknis dan ekonomis penggunaannya. Kelebihan tersebut antara lain: dapat menghasilkan produk dalam jumlah massal dengan keseragaman bentuk dan ukuran produk, waktu pengerjaan yang singkat, penghematan biaya proses permesinan, dan penghematan biaya operator yang terlibat [2]. *Press tool* digunakan dalam proses pengerjaan pemotongan dan pembentukan pelat logam lembaran menjadi barang produksi yang diinginkan dengan bantuan penekanan [3].

Berdasarkan proses pengerjaan yang dilakukan pada *dies*, *press tool* dapat diklasifikasikan menjadi: *simple tool*, *compound tool*, dan *progressive tool* [4]. Klasifikasi *press tool* yang cocok dipakai dalam produksi komponen penumpu dongkrak pantograf adalah *progressive tool*. Alasannya, karena *progressive tool* dirancang mampu melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja. Pada setiap langkah penekanan menghasilkan beberapa jenis pengerjaan dan setiap stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan yang berbeda, misalnya langkah pertama terjadi proses *pierching*, kedua *notching*, dan seterusnya [5]. Keunggulan *progressive tool* antara lain: dapat memproduksi produk yang rumit seperti bentuk komponen penumpu, waktu pengerjaan yang lebih cepat, proses produksi yang lebih efektif, dan dapat melakukan pemotongan bentuk yang rumit pada langkah yang berbeda. Bentuk *progressive tool* dapat dilihat pada Gambar 2.

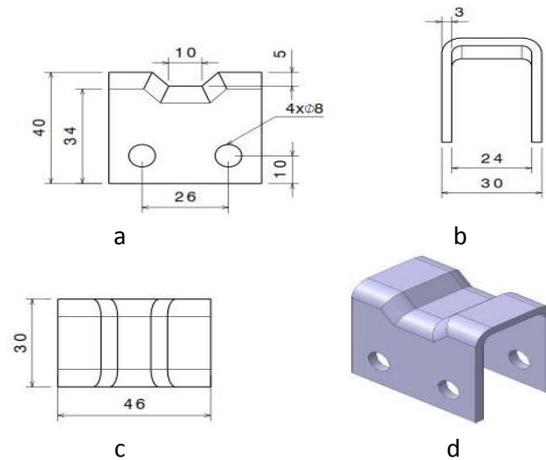


Gambar 2. *Progressive Tool* [5]

Perancangan *press tool* merupakan salah satu mata kuliah yang mengajarkan keterampilan dalam merancang cetakan pembentuk dan pemotong produk dari pelat. Proses perancangan harus mengikuti persyaratan tertentu agar menghasilkan kualitas rancangan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Kualitas hasil rancangan ditentukan oleh kemampuan dalam menerapkan prosedur perancangan yaitu gabungan antara kepiawaian dalam memilih jenis subsistem pada cetakan, menentukan langkah kerja, menentukan parameter proses, dan parameter-parameter lain yang terkait dengan perancangan *press tool* [6]. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan kajian dalam perancangan *press tool* jenis *progressive tool* untuk membuat komponen penumpu agar hasil produk bisa optimal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan. Pertama dimulai dengan studi literatur dan menentukan dimensi komponen penumpu. Dalam tahapan ini dilakukan proses analisis beban statis pada komponen penumpu menggunakan *solidworks simulation analysis* dengan diberikan beban maksimal dua ton untuk menentukan tebal pelat yang tepat. Untuk lebih jelasnya dimensi komponen penumpu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Dimensi Komponen Penumpu, a) Tampak Depan, b) Tampak Samping Kanan, c) Tampak Atas, dan d) Tampak Secara Utuh

Material produk yang digunakan adalah pelat ST 37 dengan spesifikasi sebagai berikut: modulus elastisitas = 210.000 N/mm^2 , kuat tarik (*tensile strenght*) = 370 N/mm^2 , kuat luluh (*yield strenght*) = 235 N/mm^2 , tegangan potong = 296 N/mm^2 . Metode selanjutnya, menentukan perancangan dan perhitungan konstruksi *press tool*, lalu melakukan simulasi menggunakan *Solidworks*. Terakhir, melakukan analisis beban statis dan gaya *buckling* pada *punch* paling kritis dan menarik kesimpulan. Gambaran jelas metode dan tahapan perancangan *press tool* pembuat komponen penumpu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode dan Tahapan Perancangan *Press Tool*

No.	Metode	Tahapan
1	Studi literatur	
2	Menentukan desain dan dimensi komponen penumpu	- Analisis beban statis komponen penumpu
3	Perancangan dan perhitungan konstruksi <i>press tool</i>	- Menentukan bentangan produk - Membuat perencanaan layout kerja - Menghitung gaya potong dan gaya pembentukan pada masing-masing <i>punch</i> - Mencari titik berat masing-masing <i>punch</i> dan titik berat gabungan - Menentukan dimensi komponen <i>press tool</i> - Merencanakan sambungan baut dan bagian pendukung
4	Simulasi menggunakan <i>Solidworks</i>	- Membuat <i>station</i> tiap proses pada <i>press tool</i> - Membuat layout menggunakan menu <i>create/edit a strip layout</i> - Membuat tiap <i>punch</i> - Membuat konstruksi <i>press tool</i> - Simulasi dengan menu <i>tool animation</i>
5	Analisis	- Analisis beban statis dan gaya <i>buckling</i> pada <i>punch</i> paling kritis
6	Kesimpulan	-

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

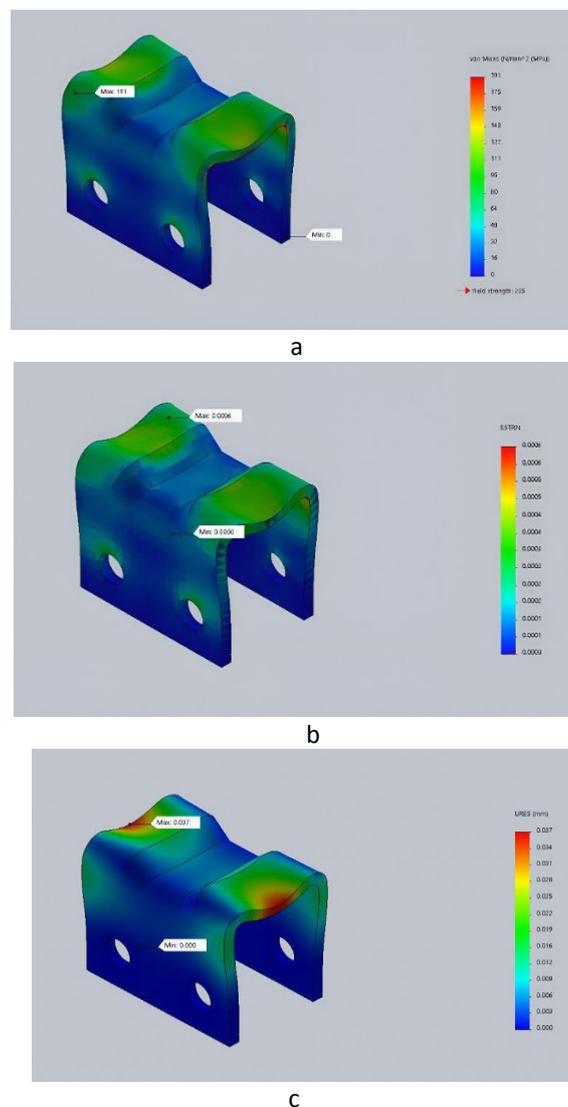
3.1. Analisis Beban Statis Komponen Penumpu

Analisis beban statis dilakukan untuk mengetahui tegangan, regangan, dan deformasi pada komponen penumpu dengan masing-masing tebal pelat: 1, 2, dan 3 mm. Data yang didapat dari analisis beban statis ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Beban Statis pada Komponen Penumpu

Tebal Pelat	Tegangan (N/mm ²)	Regangan	Deformasi (mm)
1	1251	0,00279	0,540
2	376	0,00121	0,097
3	191	0,0006	0,087

Dari data pada Tabel 2 didapatkan bahwa tebal pelat yang tepat digunakan untuk pembuatan komponen penumpu adalah pelat dengan ketebalan 3 mm. Pelat dengan ketebalan 3 mm memiliki tegangan maksimum sebesar 191 N/mm², dimana tegangan maksimum yang terjadi tidak melebihi *yield strenght* bahan yang digunakan. Komponen masih berada di deformasi elastis apabila diberi pembebanan sehingga produk aman untuk digunakan sebagai penumpu beban utama dongkrak. Gambaran analisis beban statis untuk tebal pelat 3 mm dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. a). Tegangan, b). Regangan, c). Deformasi Pelat Tebal 3 mm

3.2. Perancangan dan Perhitungan Konstruksi *Press Tool*

a) Bentangan

Perencanaan bentangan pada Gambar 5 dapat dihitung dengan cara berikut:

$$B = L1 + Lb1 + L2 + Lb2 + L3$$

Dimana:

$$L1 = 40 \text{ mm} - (r + s) \text{ mm} = 40 \text{ mm} - (3 + 3) \text{ mm} = 34 \text{ mm}$$

$$r > 2s, \text{ maka: } x = 0,33 \times s$$

$$x = 0,33 \times 3 = 0,99 \text{ mm}$$

$$Lb1 = (r + x) \frac{2\pi\alpha}{360} = (3 + 0,99) \frac{2 \times 3,14 \times 90}{360} = 6,26 \text{ mm}$$

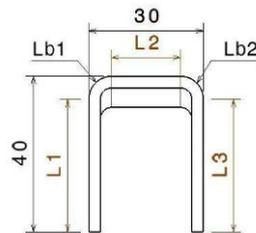
$$L2 = 30 \text{ mm} - 2(r+s) \text{ mm} = 30 \text{ mm} - 2(3 + 3) \text{ mm} = 18 \text{ mm}$$

$$Lb3 = Lb1$$

$$L3 = L1$$

Jadi, perencanaan bentangan pelat yang digunakan:

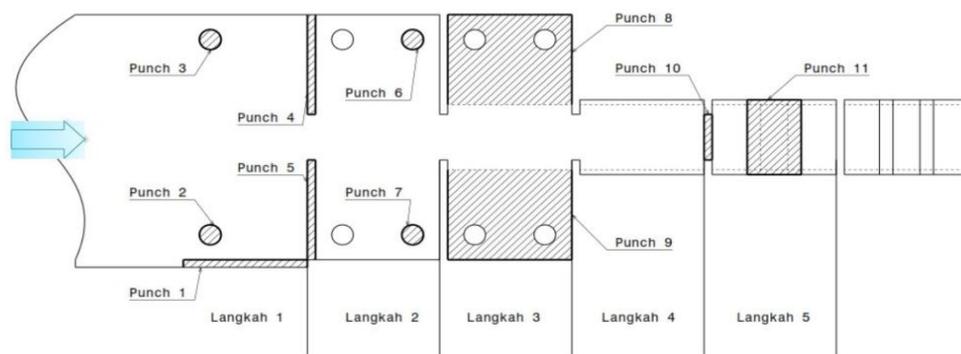
$$B = L1 + Lb1 + L2 + Lb2 + L3 = 34 + 6,26 + 18 + 6,26 + 34 = 98,52 \text{ mm}$$



Gambar 5. Perencanaan Bentangan

b) Layout Kerja

Perencanaan layout kerja dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perencanaan Layout Kerja

Keterangan : punch 1 : trim stopper, punch 2: pierching, punch 3 : pierching, punch 4 : notching, punch 5 : notching, punch 6 : pierching, punch 7 : pierching, punch 8 : bending, punch 9 : bending, punch 10 : parting, punch 11 : deep drawing.

c) Gaya Potong dan Gaya Pembentukan Tiap *Punch*

Gaya pemotongan dan pembentukan adalah besarnya gaya minimum yang dibutuhkan pada saat proses pemotongan atau pembentukan [3]. Hasil perhitungan gaya potong dan gaya pembentukan tiap *punch* berdasarkan rumus pada Persamaan (1) dan (2) dapat dilihat pada Tabel 3. Gaya total yang didapat adalah sebesar 442798,2 N.

$$F_p = 0,8 \times \sigma_b \times U \times s \quad (1)$$

$$F_b = C/3 \times U \times 3 \times \sigma_b \quad (2)$$

Dimana: F_p = gaya potong (N), s = tebal plat (mm), U = keliling sisi potong (mm), σ_b = tegangan tarik (N/mm^2), F_b = gaya pembentukan (N), C = konstanta 1 sd. 2.

Tabel 3. Gaya Tiap *Punch*

Punch	U (mm)	Fp (N)
1	33	29.304
2, 3, 6, 7	25,12	22.306,56
4, 5	83	73.704
8,9	46	17.020
10	43	35.520
11	80	124.320
Gaya Total		442798,2

d) Titik Berat

Menghitung titik berat dilakukan bertahap, mulai dari mencari titik berat masing-masing *punch*, dilanjutkan dengan menghitung titik berat gabungan. Perhitungan titik berat bertujuan untuk menentukan letak *shank* terhadap *guide pillar* agar momen yang timbul seimbang pada saat *press tool* digunakan [7]. Metode yang digunakan dalam mencari titik berat pada perancangan ini adalah dengan metode analitis menggunakan rumus pada persamaan (3) dan (4).

$$\text{Sumbu } x = \frac{\sum_{i=1}^n (U_n \times X_n)}{\sum_{i=1}^n U_n} \quad (3)$$

$$\text{Sumbu } y = \frac{\sum_{i=1}^n (U_n \times Y_n)}{\sum_{i=1}^n U_n} \quad (4)$$

Dari persamaan (3) dan (4) didapat titik berat pada sumbu $x = 86$ mm dan sumbu $y = 53$ mm.

e) Dimensi Komponen *Press Tool*

Panjang *Punch*

Dalam perhitungan panjang *punch* maksimal digunakan *punch* dengan momen inersia terkecil (I_{min}). Untuk mencari I_{min} dapat menggunakan persamaan (6) atau (7). Panjang *punch* yang dipakai harus sama atau lebih pendek dari panjang *punch* maksimal.

$$\text{Panjang } \textit{punch} \text{ maksimal } (L_{maks}) = \sqrt{\frac{\pi^2 \times I_{min} \times E}{F_p}} \quad (5)$$

$$I = \frac{bh^3}{12} \text{ (untuk penampang persegi)} \quad (6)$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \text{ (untuk penampang bulat)} \quad (7)$$

Dimana: $E = 210.000$ N/mm^2 , F_p = gaya untuk *punch* dengan momen inersia terkecil (N).

Dies

Tebal *dies* dapat dihitung dengan persamaan (8). Untuk panjang dan lebar *dies* direncanakan berdasarkan ukuran layout kerja.

$$\text{Tebal } \textit{die} \text{ (H)} = \sqrt[3]{\frac{F_{tot}}{g}} \quad (8)$$

Dimana: F_{tot} = gaya total (N), g = gaya gravitasi (m/s^2).

Clearance dan Penetrasi Punch

Clearance atau kelonggaran *punch* dan *dies* perlu dihitung untuk mendapatkan hasil pemotongan yang baik dan menghindari keausan *punch*. Sedangkan penetrasi perlu dihitung untuk mengetahui panjang langkah *punch* yang menyebabkan terpotongnya pelat. *Clearance* dan penetrasi dapat dihitung dari persamaan (9) dan (10).

$$\text{Clearance perside (Us)} = c \times s \times \sqrt{\tau b} \quad C = 0,01 \quad (9)$$

$$\text{Penetrasi (H)} = 3 \times s \quad (10)$$

Dimana: τb = tegangan geser (N/mm^2), s = tebal pelat (mm).

Plat Atas dan Plat Bawah

Untuk menghitung tebal plat atas dapat menggunakan persamaan (11). Tebal plat bawah sama dengan plat atas.

$$\text{Tebal plat atas (H)} = \sqrt{\frac{6 \times Mb}{\sigma b \times b}} \quad (11)$$

Dimana: Mb = momen bengkok (Nmm), σb = tegangan tarik (N/mm²).

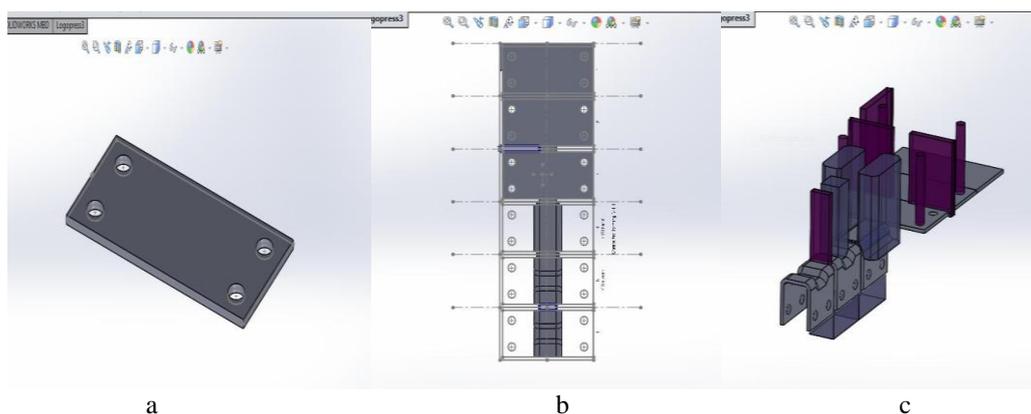
Bagian komponen lainnya seperti panjang dan lebar plat atas, plat bawah, pemegang *punch*, dan *stripper plate* ditentukan berdasarkan perencanaan layout kerja pada Gambar 6. Untuk ukuran tiang pengarah berdasarkan tabel HASCO dengan kode Z 01/20/180, ukuran *bush* pengarah berdasarkan tabel HASCO dengan kode Z 11/36/20, ukuran pena pengarah berdasarkan tabel standar POLMAN DIN 6325/no. katalog: 7100820, ukuran baut penempat berdasarkan tabel standar POLMAN DIN 912/no. katalog: 7010450, dan ukuran baut pemegang berdasarkan tabel standar POLMAN DIN 7379/no. katalog: 7010978. Untuk lebih jelasnya, hasil perhitungan dan perencanaan komponen *press tool* dapat dilihat pada Tabel 4.

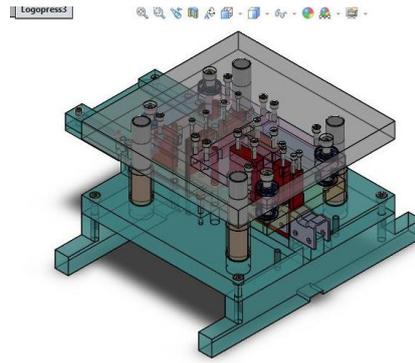
Tabel 4. Dimensi Komponen *Press Tool*

Komponen	Dimensi
<i>Punch</i>	Panjang = 25 mm
<i>Die</i>	Bahan = Amutit, Panjang = 250 mm, Lebar = 180 mm, Tebal = 36 mm
Plat Atas	Bahan = ST 42, Panjang = 310 mm, Lebar = 250 mm, Tebal = 45 mm
Plat Bawah	Bahan = ST 42, Panjang = 310 mm, Lebar = 250 mm, Tebal = 45 mm
Plat Tekan	Bahan = ST 37, Panjang = 250 mm, Lebar = 180 mm, Tebal = 15 mm
Pemegang <i>Punch</i>	Bahan = ST 37, Panjang = 250 mm, Lebar = 180 mm, Tebal = 15 mm
<i>Stripper Plate</i>	Bahan = ST 37, Panjang = 250 mm, Lebar = 180 mm, Tebal = 15 mm
<i>Guide Pillar</i>	Panjang = 180 mm, D1 = 20 mm, Do = 26 mm, K = 8 mm, L1 = 7 mm
<i>Guide Bush</i>	Bahan = Kuningan, Panjang = 50 mm, Diameter = 20 mm
Pena Pengarah	Bahan = St 37, Panjang = 35 mm, Diameter = 10 mm
Baut Penempat	Bahan = ST 37, Panjang = 50 mm, Do = 16 mm, Di = M10
Baut Pemegang	Bahan = ST 37, Panjang = 80 mm, Do = 24 mm, Di = 16 mm, D = M12

3.3. Simulasi dengan Solidworks

Hasil simulasi perancangan *press tool* dapat dilihat pada Gambar 7.





d

Gambar 7. a). Membuat *Station*, b). Merancang Layout Kerja, c). Membuat Tiap Punch, d). Membuat Konstruksi *Press Tool*

3.4. Analisis Beban Statis dan Buckling Pada Punch Terkritis

a) Beban Statis pada Punch Terkritis

Dari data material, *punch* bermaterial DF2 memiliki kekuatan luluh (*yield strength*) = 786 N/mm². Pembebanan pada *punch* terkritis = 35.520 N. Hasil analisa beban statis didapatkan tegangan terbesar = 759 N/mm², regangan terbesar = 0.003, dan deformasi = 0,117 mm. Tegangan maksimum pada *punch* < kekuatan luluh material, hal ini berarti *punch* masih bermain di daerah deformasi elastis dan *punch* aman sebagai pemotong.

b) Gaya *Buckling* pada *Punch* Terkritis

Pemeriksaan *buckling* dilakukan terhadap *punch* yang paling kritis, yaitu *parting* dengan gaya sebesar 35.520 N. Untuk menentukan suatu batang mampu menerima beban tekan dapat dihitung dengan persamaan *euler* (10) [8]

$$F_k = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2} \quad (10)$$

$$F_k = \frac{\pi^2 \times 210000 \times 45}{20^2} = 232.933,05 \text{ N}$$

Karena 35.520 N < F_k, maka *punch* terkritis aman terhadap *buckling*.

4. SIMPULAN

Dari perancangan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketebalan pelat yang aman digunakan sebagai penumpu beban pada dongkrak pantograf berkapasitas 2 ton adalah pelat ST 37 tebal 3 mm. Indikator yang perlu dipersiapkan dalam perancangan *press tool* yaitu: desain layout kerja, pemilihan material, perhitungan konstruksi, dan perhitungan gaya-gaya yang bekerja. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *press tool* antara lain: ST 37, ST 42, kuningan, bahan standar HASCO, standar AISI, dan standar Polman Bandung. Gaya total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan *press tool* = 442798,2 N. Dimensi umum *press tool* adalah (320 x 250 x 217) mm. Berdasarkan analisis beban statis dan gaya *buckling* pada *punch parting* (*punch* terkritis), *punch* masih aman digunakan dan tidak akan rusak/patah saat proses *parting* karena tegangan maksimal yang terjadi masih berada dibawah *yield strength* bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Yuliar Kevin Erlangga, Kevin Hamiraj, "Optimasi Pembuatan Produk *Support* Melalui Analisis Proses *Single Tool* Menjadi *Progressive Hybrid Tool*" [Online], Politeknik Manufaktur Bandung, diakses 21 Juni 2021, Available: http://repository.polman-bandung.ac.id/file_publicasi/989694813_KELVIN_HAMIRAJ_OPTIMASI_PEMBUATAN_PRODUK_SUPPORT.pdf.
- [2]. Cyntia Fitri Maneva, Endjang Patriatna, "Pengurangan Jumlah *Tool* pada Proses *Notching* untuk *Spring Adjuster* dengan Prinsip Kerja *Dividing Head*" [Online], Politeknik Manufaktur Bandung, diakses 21 Juni 2021 Available: http://repository.polman-bandung.ac.id/file_publicasi/86968785_chyntia_PENGURANGAN_JUMLAH_TOOL_PADA_PROSES_NOTCHING.pdf.

- [3]. Budiarto, *Press Tool 1-3*. Politeknik Manufacturi Bandung, 1997.
- [4]. Arifin Fatakhul, *Perencanaan Alat Penepat dan Press Tool*, 2008.
- [5]. Firnades, *Press Tool* [Online], Politeknik Negeri Sriwijaya, diakses pada 22 Juni 2021. Available : <https://eprints.polsri.ac.id/>.
- [6]. Idiar, Sugianto, "Analisa Proses *Drawing* Pada Pembentukan Asbak Dengan Kuping Berbentuk Alur," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 9, no. 02, pp. 84–88, May 2019
- [7]. M. A. Rizza, "Analisis Proses *Blanking* dengan *Simple Press Tool*," *Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 85–90, 2014.
- [8]. B. H. Amstead, P. F. Ostwald, and M. L. Begeman, *Teknologi Mekanik Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 1997.