

# PERANCANGAN JIG & FIXTURE PRESS TOOL PADA MESIN PRESS BENDING PPBL 70/25 DI LABORATORIUM TEKNOLOGI PRODUKSI UNIVERSITAS RIAU

Wahyu Yustyanto<sup>[1]</sup>, Herisiswanto<sup>[2]</sup>, Musthafa Akbar<sup>[3]</sup>

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau  
<sup>[1]</sup>wahyu.yustyanto@student.unri.ac.id, <sup>[2]</sup>heri\_ft\_unri@yahoo.co.id <sup>[3]</sup>akbarmst@gmail.com

## ABSTRACT

*Press tool is a tool to produce a component in bulk with the same shape and size, so that it becomes the desired production item. Jigs and fixture is a tool that holds a production workpiece, which can be the doubling of components accurately. This research aims to connect the two devices, jigs and fixture is needed as a link between the top and bottom positions of the press tool and to grip the workpiece so it doesn't move when the production process is being carried out. The use of a bending press machine as a pressing force on the press tool so that it can produce in large quantities in a relatively short time, the work area of a large bending press is 2500 mm x 140 mm x 300 mm, allowing many press tools to be joined by press bending, because jigs and fixture only measures 300 mm x 250 mm x 300 mm. The parts of jigs and fixture are top position, bottom position, and dies. The method used the finite element using inventor software to determine the voltage, deflection and safety factors of jigs and fixture. From the results of manual calculation, it was found that the force needed to cut a 2 mm thick plate of 160 Kn. From the results of the inventor analysis for the upper and lower plates obtained the maximum voltage of 33.8 MPa and 67.28 MPa, deflection of 0.01513 mm and 0.01284 mm, safety factor of 15.*

**Keyword :** Jigs, Fixture, Press Tool, Press Bending, Autodesk Inventor

## 1. Pendahuluan

*Press tool* adalah suatu alat perkakas yang digunakan untuk memproduksi suatu komponen secara massal dengan bentuk dan ukuran yang sama, sehingga menjadi barang produksi yang dikehendaki. Dengan prinsip penekanan, *Press Tool* ini dapat menghasilkan produksi dalam jumlah banyak dalam waktu relatif singkat [2]. Maka pada perancangan ini akan dibuat *Press Tool* yang bisa digunakan menggunakan Hidrolik dari mesin *Press Bending*, tanpa merusak konstruksi dari mesin *Press Bending* tersebut.

Mesin *Press Bending* atau biasa disebut mesin penekuk merupakan sebuah alat yang digunakan di industri untuk membengkokkan pelat logam [1]. Dengan adanya mesin ini manusia lebih dimudahkan dalam proses pembengkokan logam, karena mesin ini menggunakan tenaga *hydraulic* sebagai penggerak gigi-gigi alat yang nantinya akan menekan pelat baja hingga membengkok sesuai dengan yang diinginkan.

Mesin pres adalah mesin yang digunakan untuk memproduksi barang-barang *sheet metal* menggunakan satu atau beberapa *press dies* dengan meletakkan *sheet metal* diantara *upper dies* dan *lower dies*. Mesin press dan sistem mekanismenya akan menggerakkan *slide (ram)* yang diteruskan ke *press dies* dan mendorong *sheet metal* sehingga dapat memotong (*cutting*) serta membentuk (*forming*) *sheet metal* tersebut sesuai dengan fungsi *press dies* yang digunakan. Ketelitian dari produk yang dihasilkan akan sangat tergantung pada kualitas dari *press dies* dan *sheet metal*, tetapi

kecepatan produksi tergantung pada kecepatan turun naik dari *slide (ram)* dari mesin pres [2].

*Shearing* adalah operasi pemotongan/pengguntingan logam lembaran sepanjang garis lurus antara dua tepi potong, *Shearing* khususnya digunakan untuk memotong lembaran yang lebar menjadi potongan-potongan yang lebih kecil, yang merupakan bagian-bagian dari operasi kempa; Pisau potong sering dibuat miring untuk mengurangi gaya potong yang dibutuhkan [3].

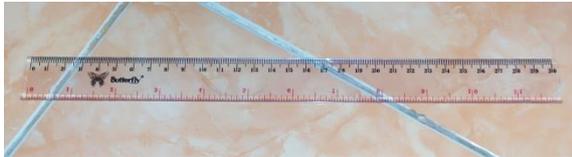
*Press tool* adalah salah satu alat gabungan *Jig* dan *Fixture* yang dapat digunakan untuk membentuk dan memotong logam dengan cara penekanan [1]. Bagian atas dari alat ini didukung oleh plat atas sebagai alat pemegang dan pengarah dari *Punch* yang berfungsi sebagai *Jig*, sedangkan bagian bawah terdiri dari plat bawah dan *Dies* sebagai pendukung dan pengarah benda kerja yang berfungsi sebagai *Fixture* [5]. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh *Punch* untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan geometris dan ukuran yang diinginkan [3]. Peralatan ini digunakan untuk membuat produk secara massal dengan produk *Output* yang sama dalam waktu yang relatif singkat.

Sebelum sebuah produk dibuat, terlebih dahulu dilakukan proses perancangan. Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk [2].

Berdasarkan uraian diatas, tujuan penelitian ini yaitu merancang *Jigs & Fixture Press Tool* serta kedudukan atas dan bawah mesin *Press Bending* untuk *Press Tool*.

## 2. Metodologi

Metode pada penelitian ini dilakukan dengan cara survei ke lokasi alat *Press Bending* di laboratorium produksi untuk pengukuran dimensi mesin *Press Bending*, alat ukur panjang yang dipakai untuk mengukur panjang suatu benda antara lain mistar. Mistar/penggaris berskala terkecil 1 mm mempunyai ketelitian 0,5 mm. Gambar 1 menunjukkan penggaris yang digunakan.

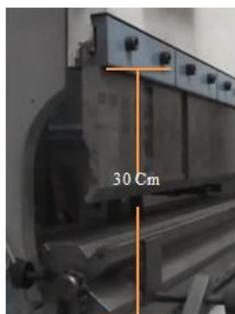


Gambar 1. Mistar

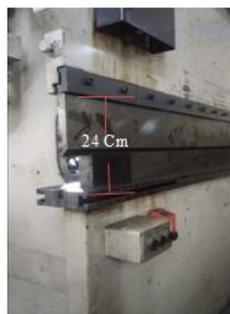
Ketelitian pengukuran menggunakan mistar/penggaris adalah setengah nilai skala terkecilnya. Setelah melakukan pengukuran dimensi, dilanjutkan dengan pembuatan desain *Jig & Fixture* menggunakan *software inventor*, lalu untuk mengetahui *safety* faktor dari desain yang dibuat menggunakan metode elemen hingga pada *inventor* dan membandingkannya dengan hasil perhitungan elemen mesin secara manual. Dalam pengukuran dimensi alat didapat panjang mesin 250 cm, dan tinggi 30 cm (tanpa gigi penekan mesin dan dies). Ketebalan plat kedudukan atas dan bawah serta besarnya *Press Tool* tergantung dari dimensi mesin *Press Bending*. Untuk lebih jelasnya dimensi dari mesin *Press Bending* adalah, dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2. Dimensi panjang mesin *Press Bending* 250 cm



(a) Saat mulut terbuka



(b) Saat mulut tertutup

Gambar 3. Dimensi mulut terbuka dan tertutup mesin *Press Bending*



Gambar 4. Jarak antar baut 12.5 cm

## 3. Hasil

### 3.1 Desain dan Rancangan Kedudukan Atas dan Bawah

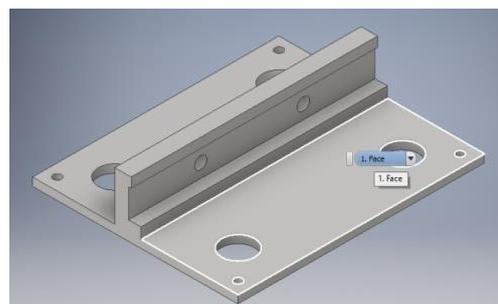
Kedudukan atas yang dimaksud adalah kedudukan yang menjadi penghubung antara pelat atas *Press Tool* dengan rahang atas mesin *Press Bending*. Bahan Pelat atas dipilih St 42, karena bahan ini memiliki tegangan tarik 420 N/mm<sup>2</sup> dan mudah dikerjakan,

Dimensi rancangan yang di buat adalah sebagai berikut :

Lebar : 250 mm, lebar ini dirancang dengan pertimbangan lebar dari kedudukan atas *Press Tool* yang juga memiliki lebar 250 mm.

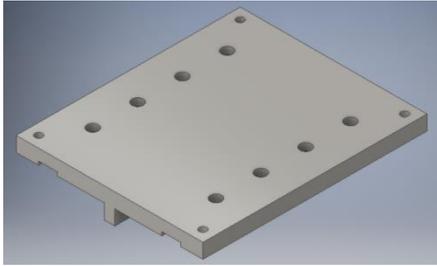
Panjang : 300 mm, panjang ini dirancang dengan pertimbangan lebar dari kedudukan atas *Press Tool* yang juga memiliki panjang 300 mm.

Tebal : 20 mm, tinggi keseluruhan dari *Press Tool* yang telah dirancang adalah 260 mm, sedangkan tinggi mesin *Press Bending* saat gigi terbuka adalah 300 mm. jadi tersisa hanya 40 mm untuk kedudukan atas dan kedudukan bawah, sehingga kedudukan atas hanya bisa dibuat dengan ketebalan 20 mm. Gambar 5 memperlihatkan 3D kedudukan atas.

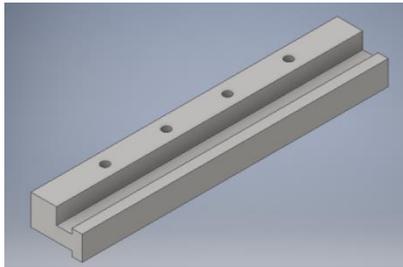


Gambar 5. Desain kedudukan atas

Kedudukan bawah yang berhasil dirancang memiliki ketebalan 20 mm dimana kedudukan bawah ini menggunakan sistem suaian. Suaian yang digunakan adalah suaian pas, alasan digunakan suaian punch adalah karena pada mesin *Press Bending* sudah memiliki kedudukan *Dies* yang menggunakan suaian pas, sehingga kedudukan bawah ini mengikuti alur suaian dari kedudukan bawah mesin *Press Bending*. Gambar 6 dan 7 memperlihatkan pelat kedudukan bawah dan suaianya.



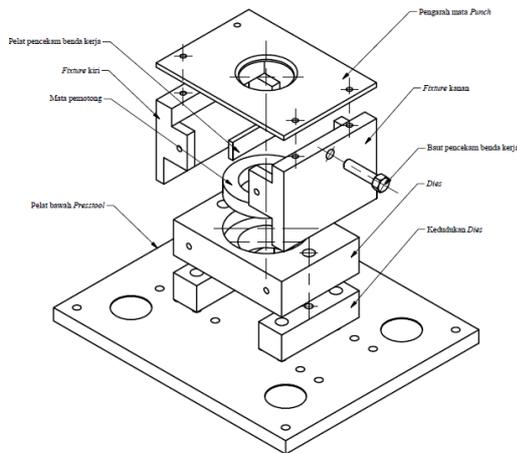
Gambar 6. Pelat kedudukan bawah



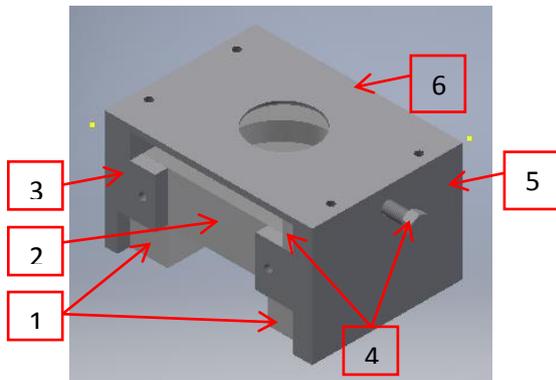
Gambar 7. Suaian kedudukan bawah

### 3.2 Desain dan Rancangan Jigs & Fixture

Perancangan *Jigs & Fixture* ini adalah untuk menyambungkan *Jigs & Fixture* dengan *Dies Press Tool*. Untuk keterangan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Bagian-bagian dies dengan jigs & fixture



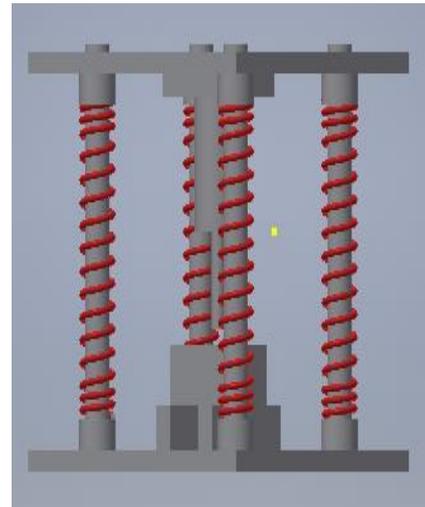
Gambar 9. Assembly Jigs & Fixture dengan Dies

Gambar 9 adalah *assembly* dari *jig & fixture* dengan *dies*, adapun keterangan dari Gambar 9 adalah :

- 1 = Kedudukan dies (*Jig*)
- 2 = Dies
- 3 = Penjepit benda kerja sebelah kiri (*fixture*)
- 4 = Mekanisme pencahkan benda kerja (*fixture*)
- 5 = Penjepit benda kerja sebelah kanan (*fixture*)
- 6 = Pengarah mata *punch* (*Jig*)

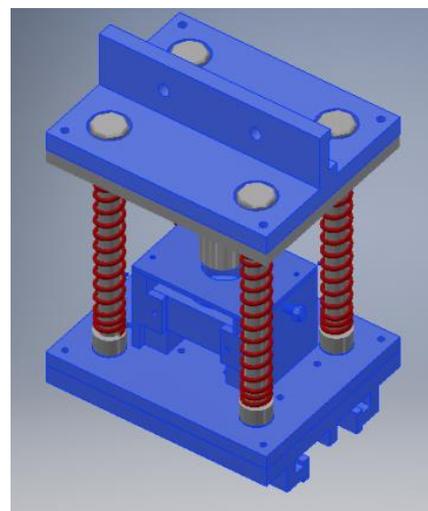
### 3.3 Assembly Desain

Desain dari Gambar 9 yang nantinya akan di *assembly* dengan *Press Tool* yang telah dibuat, desain *Press Tool* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Desain Press Tool

*Press Tool* itu yang akan digabungkan (*Assembly*) dengan kedudukan atas dan kedudukan bawah, serta digabungkan dengan *Jigs & Fixture* yang telah di desain. Sehingga *Press Tool* akan bisa digunakan pada mesin *Press Bending*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Assembly keseluruhan desain Press Tool

Desain ini memiliki kelebihan dan kekurangan, diantaranya sebagai berikut :

a. Kelebihan

- Kedudukan atas menutupi seluruh kedudukan atas *Press Tool*, sehingga pembebanan merata atau terdistribusi.
- Bentuk alat lebih simetris karena menggunakan 4 tiang, dan juga membuat desain ketiga lebih efisien dibanding desain pertama dan kedua.
- *Fixture* dengan pencekam, sehingga benda kerja tidak akan bergerak saat proses operasi.

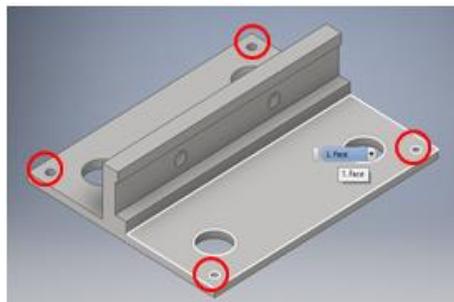
b. Kekurangan

- Boros material dalam pembuatan kedudukan atas dan 4 tiang
- Plat atau benda kerja yang bisa digunakan tidak lebih dari 50 mm

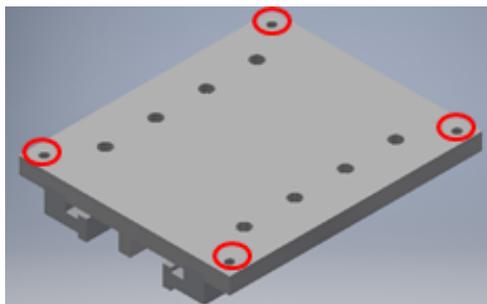
3.4 Penentuan Ukuran Baut Tiap Komponen

a. Ukuran baut kedudukan atas dan kedudukan bawah.

Posisi baut yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Posisi baut kedudukan atas



Gambar 13. Posisi baut kedudukan bawah

Pada kedudukan atas menggunakan baut M8 x 1.25 (pada lingkaran merah) dan baut pada kedudukan atas serta kedudukan bawah menggunakan Mur, berbeda dengan baut pada *Jigs & Fixture* yang tidak menggunakan Mur, karena tebal kedudukan atas dan bawah adalah 20 mm, dan tebal pelat atas serta pelat bawah *Press Tool* adalah 15 mm, jadi panjang baut (L) minimal harus 40 mm - 45mm agar bisa dipasang Mur nantinya, untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Ukuran baut untuk kedudukan atas dan bawah *Press Tool* [4].

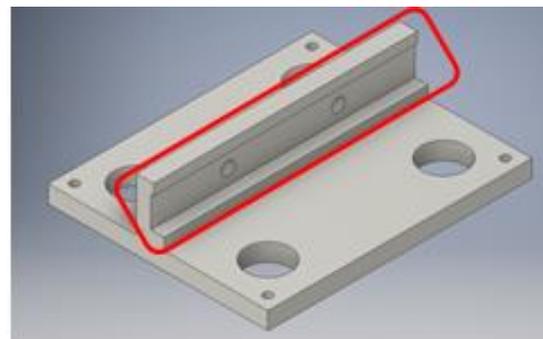
Ulir M x P	L (mm)	I (mm)	A (mm)	E (mm)	B (mm)
	8	Full thread	13	8	6
	10	Full thread	13	8	6
	12	Full thread	13	8	6
	14	Full thread	13	8	6
	15	Full thread	13	8	6
	16	Full thread	13	8	6
	18	Full thread	13	8	6
	20	Full thread	13	8	6
	22	Full thread	13	8	6
	25	Full thread	13	8	6
	30	Full thread	13	8	6
	35	Full thread	13	8	6
	40	28	13	8	6
	45	28	13	8	6
	50	28	13	8	6
	55	28	13	8	6
M8 x 1,25	60	28	13	8	6
	65	28	13	8	6
	70	28	13	8	6
	75	28	13	8	6
	80	28	13	8	6
	85	28	13	8	6

Pada mesin *Press Bending* memiliki kedudukan yang berfungsi untuk memegang gigi-gigi penekuknya, dan kedudukan itu di cekam oleh baut, seperti terlihat pada Gambar 14 (Lingkaran Merah).



Gambar 14. Baut pencekam mesin *Press Bending*

Maka kedudukan atas *Press Tool* mengikuti alur kedudukan atas dari mesin *Press Bending*, dengan menggunakan baut yang sudah ada pada mesin *Press Bending*. Seperti terlihat pada Gambar 15.



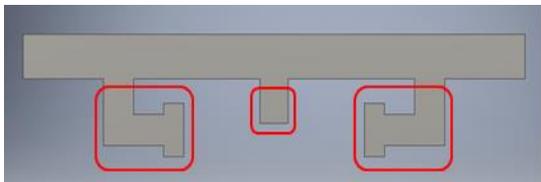
Gambar 15. Alur kedudukan atas *Press Tool*

Selain kedudukan atas, *base* dari mesin *Press Bending* juga akan digunakan sebagai kedudukan bawah pada mesin *Press Tool* nantinya, dimana penyambungan yang digunakan tidak menggunakan baut, karena tidak adanya lubang baut pada *base* mesin *Press Bending* tersebut, namun terdapat jalur-jalur kosong untuk meletakkan *dies*, sehingga jalur kosong inilah yang akan digunakan sebagai penyambungannya yaitu menggunakan suaian pas, dapat dilihat pada Gambar 16.



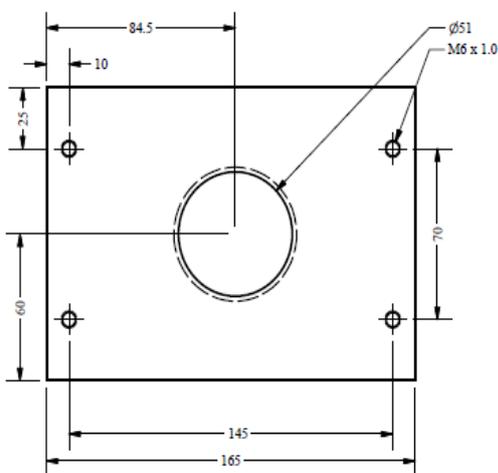
Gambar 16. Suaian pada *base* mesin *Press Bending*

Dari Gambar 16 kedudukan bawah dibuat berdasarkan bentuk suaian pada *base* mesin *Press Bending*, dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Suaian pas kedudukan bawah

b. Ukuran baut *Jigs & Fixture*

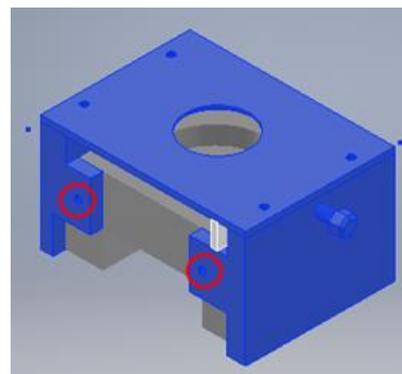


Gambar 18. Ukuran lubang baut *Jigs*

Pada *Jigs & Fixture* terdapat beberapa baut dengan ukuran yang berbeda, diantaranya baut pada *Jigs* yang digunakan adalah M6 x 1.0 dengan panjang ulir 10 mm, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran baut untuk *Jigs* [4]

Ulir M x P	L (mm)	I (mm)	A (mm)	E (mm)	B (mm)
6	Full thread	10	6	5	
8	Full thread	10	6	5	
10	Full thread	10	6	5	
12	Full thread	10	6	5	
14	Full thread	10	6	5	
15	Full thread	10	6	5	
16	Full thread	10	6	5	
18	Full thread	10	6	5	
20	Full thread	10	6	5	
22	Full thread	10	6	5	
25	Full thread	10	6	5	
30	Full thread	10	6	5	
35	24	10	6	5	
40	24	10	6	5	
45	24	10	6	5	
50	24	10	6	5	
55	24	10	6	5	
60	24	10	6	5	



Gambar 19. Posisi baut pada *Jig & Fixture*

Lingkaran merah pada Gambar 19 menggunakan baut dengan kode M6 x 1.0. dengan panjang L = 16 mm, I = *Full Thread*, A = 10 mm, E = 6 mm, dan B = 5 mm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Dimensi baut untuk *Fixture* [4]

Ulir M x P	L (mm)	I (mm)	A (mm)	E (mm)	B (mm)
6	Full thread	10	6	5	
8	Full thread	10	6	5	
10	Full thread	10	6	5	
12	Full thread	10	6	5	
14	Full thread	10	6	5	
15	Full thread	10	6	5	
16	Full thread	10	6	5	
18	Full thread	10	6	5	
20	Full thread	10	6	5	
22	Full thread	10	6	5	
25	Full thread	10	6	5	
30	Full thread	10	6	5	
35	24	10	6	5	
40	24	10	6	5	
45	24	10	6	5	
50	24	10	6	5	
55	24	10	6	5	

## 4. Pembahasan

### 4.1. Perhitungan Kekuatan Pencekam Baut

Berdasarkan hasil perhitungan gaya potong pada press tool, gaya potong yang dibutuhkan adalah sebesar 130.9 kN. Pada mesin press bending tidak ada 130.9 kN, yang terdekat adalah 160 kN, perhatikan gambar 3.4 untuk spesifikasi mesin press bending. Pada gambar 4.6 dan gambar 4.7 telah ditetapkan bahwa ada 4 buah baut pada kedudukan atas, dan ada 4 buah baut pada kedudukan bawah, sehingga gaya yang diterima dibagi 4 sehingga menjadi 40 kN pada tiap baut. Perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan factor keamanannya ( $S_f$ ).

Diketahui :

- $F_b$  = Besar gaya yang diterima oleh baut
- $F_m$  = Besar gaya anggota yang disambung
- $K_b$  = Konstanta kekakuan baut (N/mm)
- $K_m$  = Konstanta kekakuan yang disambung (N/mm)
- $l/d$  = 1.2 (Asumsi berdasarkan grafik konstanta kekakuan)
- $K_m/E.d$  = 2 (Asumsi berdasarkan grafik konstanta kekakuan)
- $E$  = 500 N/mm<sup>2</sup> (ST50)
- $F_i$  = Gaya awal (40.000 N)
- $F$  =  $F_b + F_m$
- $L$  = Tebal anggota pelat yang disambung (35 mm)
- $A_b$  = Luas penampang baut yang diukur pada diameter rata-rata
- $D$  = Diameter nominal baut (8 mm)
- $D_m$  = Diameter rata-rata
- $D_r$  = Diameter akar
- $T$  =  $L_b$  = Tinggi tabung = Panjang baut (45 mm)
- $\delta_b$  = Defleksi baut
- $\sigma$  = Tegangan normal pada ulir

Tabel 4 memperlihatkan hasil perhitungan elemen mesin baut secara manual.

Tabel 4. Hasil perhitungan manual

Keterangan	Hasil	Satuan
$K_m$	8000	N/mm
$D_r$	6.7731310	mm
$D_m$	7.3865655	mm
$r$	3.693	mm
$A_b$	3940.4207	mm <sup>2</sup>
$K_b$	56291.7243	N/mm
$F_b$	19998.4559	N
$F$	0.571	N

$\delta_b$	0.000010143	mm
$A_s$	14.2278	mm <sup>2</sup>
$\sigma$	1405.59018	N/mm <sup>2</sup>

Berdasarkan ketetapan material baut, baut M8 x 1,25 adalah ASTM A307. Karena dari ukuran panjang baut ( $L$ ) = 45 mm jika konversikan ke inci yaitu sebesar 1,76 in. sehingga berdasarkan tabel 2.2 diantar 0.25-4 in, kekuatan tarik material yaitu sebesar 60 ksi = 60000 Psi = 413,7 MPa, jadi *safety factor* ( $S_f$ ) adalah :

$$S_f = S_y / \sigma$$

$$= \frac{S_y}{F_b / A_s}$$

$$= \frac{S_y \times A_s}{F_b}$$

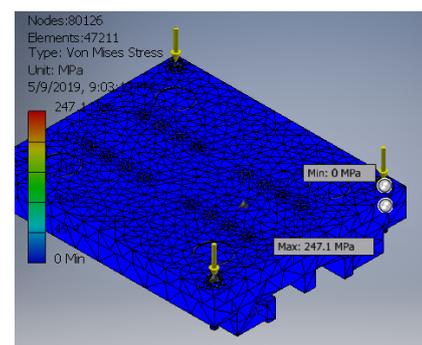
$$= \frac{413,7 \text{ N/mm}^2 \times 14,2278 \text{ mm}^2}{19998,4559 \text{ N}}$$

$$= 0,2943$$

0.2943 adalah  $S_f$  1 baut, kedudukan atas dan kedudukan bawah masing-masing menggunakan 4 buah baut, sehingga hasilnya adalah  $0.2943 \times 4 = 1.1772$ .

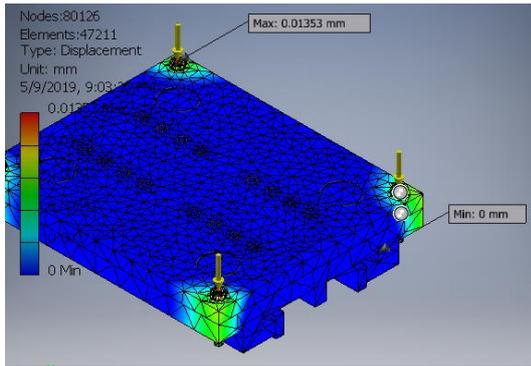
### 4.2. Analisis Tegangan Menggunakan Autodesk Inventor

Pembebanan yang dilakukan pada simulasi Autodesk Inventor berdasarkan pembebanan pada hasil perhitungan Press Tool (gaya yang dibutuhkan untuk memotong pelat 2 mm) yaitu sebesar 130.9 Kn.



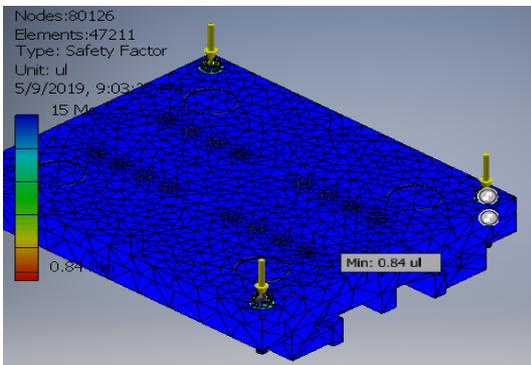
Gambar 20. Von Mises Stress Kedudukan Bawah

Dari Gambar 20 tegangan maksimum 247 MPa. Jika dibandingkan dengan perhitungan manual pada baut tegangan pada ulir yaitu sebesar 1405.59 MPa, memiliki selisih yang cukup jauh antara perhitungan manual dan analisis *inventor*, hal ini mungkin terjadi karena dalam perhitungan manual menggunakan asumsi pada penentuan nilai  $K_m$  (konstanta kekakuan bagian yang disambung).



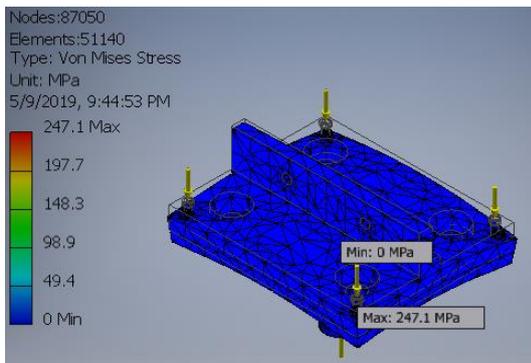
Gambar 21. Defleksi Kedudukan Bawah

Pada Gambar 21 dapat dilihat bahwa defleksi yang terjadi sangat kecil yaitu sebesar 0.013 mm, dan defleksi terjadi disekitar sambungan baut. Pada perhitungan manual defleksi yang terjadi lebih kecil lagi yaitu sebesar 0.000010143 mm.



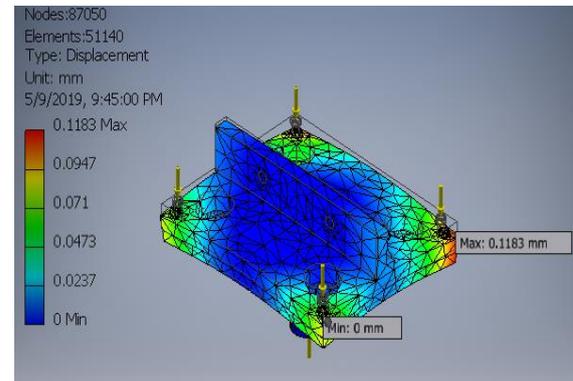
Gambar 22. Safety Factor Kedudukan Bawah

Safety faktor baut pada pelat kedudukan bawah sebesar 0.84 pada 1 baut, dan pada perhitungan manualnya sebesar 0.2943 pada satu baut, jika di gunakan 4 buah baut berarti pada analisis *inventor* Safety faktornya adalah sebesar :  $0.84 \times 4 = 3.36$  dan pada perhitungan manual sebesar :  $0.2943 \times 4 = 1.17$ . perbedaan nilai ini karena pada perhitungan manual menggunakan ketentuan yang telah ada , sedangkan pada *inventor real* dengan ukuran dan tebal serta material yang telah ditentukan.



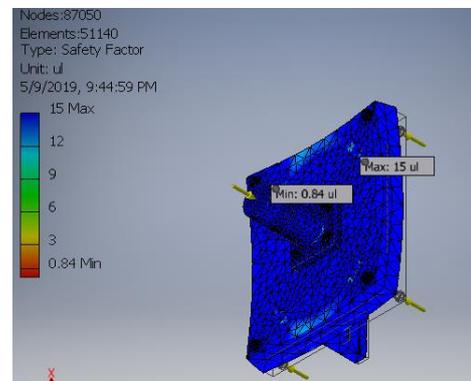
Gambar 23. Von Mises Stress Kedudukan Atas

Dari Gambar 23 tegangan minimum pada baut yaitu sebesar 0 MPa dan maksimum 247.1 MPa. Jika dibandingkan dengan perhitungan manual pada baut tegangan pada ulir yaitu sebesar 1405.59 MPa, memiliki selisih yang cukup jauh antara perhitungan manual dan analisis *inventor*, hal ini mungkin terjadi karena dalam perhitungan manual menggunakan asumsi pada penentuan nilai Km (konstanta kekakuan bagian yang disambung).



Gambar 24 Defleksi pada kedudukan atas

Pada Gambar 24 dapat dilihat bahwa defleksi yang terjadi sangat kecil yaitu sebesar 0.1183 mm, dan defleksi terjadi disekitar sambungan baut. Pada perhitungan manual defleksi yang terjadi lebih kecil lagi yaitu sebesar 0.000010143 mm.



Gambar 25. Safety Factor Kedudukan Atas

Safety faktor baut pada pelat kedudukan bawah sebesar 0.84 pada 1 baut, dan pada perhitungan manualnya sebesar 0.2943 pada satu baut, jika di gunakan 4 buah baut berarti pada analisis *inventor* Safety faktornya adalah sebesar :  $0.84 \times 4 = 3.36$  dan pada perhitungan manual sebesar :  $0.2943 \times 4 = 1.17$ . perbedaan nilai ini karena pada perhitungan manual menggunakan ketentuan yang telah ada sedangkan pada *inventor real* dengan ukuran dan tebal serta material yang telah ditentukan.

## 5. Simpulan

Pada kedudukan atas dan kedudukan bawah terdapat perbedaan antara hasil perhitungan manual dengan *analysis inventor*, *Safety* faktor baut pada pelat kedudukan bawah sebesar 0.84 pada 1 baut, dan pada perhitungan manualnya sebesar 0.2943 pada satu baut, jika di gunakan 4 buah baut berarti pada analisis *inventor Safety* faktornya adalah sebesar :  $0.84 \times 4 = 3.36$  dan pada perhitungan manual sebesar :  $0.2943 \times 4 = 1.17$ . perbedaan nilai ini karena pada perhitungan manual menggunakan ketentuan yang telah ada, sedangkan pada *inventor real* dengan ukuran dan tebal serta material yang telah ditentukan.

## Daftar Pustaka

- [1] "*Tool Design 1*", Institut Teknologi Bandung. Proyek Politeknik Mekanik Swiss, Bandung.
- [2] "*Tool Design 2*", Institut Teknologi Bandung. Proyek Politeknik Mekanik Swiss, Bandung.
- [3] Hoffman, Edward G, *JIG AND FIXTURE DESIGN Fourth Edition*, Delmar Publisher, 1996.
- [4] Donaldson Cyril, H. LeCain George, V.C.Goold, "*Tool Design Third Edition*", 1973, New York.
- [5] Chou, Subramanyam, B.Rajashekar, *A Mathematical Aproach To Automatic Conviguration Of Machining Fixture : Analysis and Syinthesis*, Transaction of The ASME, *Journal of Engineering For Industry*, 1989.