

**ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK CETAKAN MATA
PUNCH PADA PENYAMBUNGAN PLAT BAHAN PEMBUAT
PANGCI MENGGUNAKAN PAKU KELING ALUMINIUM
DENGAN PANJANG 9 MM DAN DIAMETER 4 MM SEBAGAI
MEDIA PENYAMBUNG**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

FAQIH YAZID FARIZA ANSHORY
D200 181 024

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK CETAKAN MATA *PUNCH*
PADA PENYAMBUNGAN PLAT BAHAN PEMBUAT PANCI
MENGUNAKAN PAKU KELING ALUMINIUM DENGAN PANJANG 9
MM DAN DIAMETER 4 MM SEBAGAI MEDIA PENYAMBUNG**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

FAQIH YAZID FARIZA ANSHORY

D 200 181 024

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



**Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T.
NIDN. 0613027101**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK CETAKAN MATA *PUNCH*
PADA PENYAMBUNGAN PLAT BAHAN PEMBUAT PANGCI
MENGUNAKAN PAKU KELING ALUMINIUM DENGAN PANJANG 9
MM DAN DIAMETER 4 MM SEBAGAI MEDIA PENYAMBUNG**

OLEH

FAQIH YAZID FARIZA ANSHORY

D 200 181 024

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat, 10 Januari 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. Sunardi Wiyono, M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 2 Februari 2020

Penulis



FAQIH YAZID FARIZA ANSHORY
D 200 181 024

**ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK CETAKAN MATA PUNCH
PADA PENYAMBUNGAN PLAT BAHAN PEMBUAT PANCI
MENGUNAKAN PAKU KELING ALUMINIUM DENGAN PANJANG 9
MM DAN DIAMETER 4 MM SEBAGAI MEDIA PENYAMBUNG**

Abstrak

Seiring dengan perkembangan jaman maka perkembangan teknologi sangat diperlukan untuk mengikuti keinginan pasar guna meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pengerjaan material. Salah satunya adalah proses penyambungan pada material menggunakan punch tool. Penelitian ini melakukan proses penyambungan menggunakan paku keling aluminium dengan alat press dies double punch. Proses penyambungan pada material dilakukan dengan metode pressing. Paku keling yang digunakan adalah jenis paku keling tirus aluminium ukuran panjang 9 mm dan berdiameter 4 mm. Material yang digunakan berupa plat aluminium seri 1100. Penyambungan yang dilakukan menggunakan variasi bentuk cetakan yaitu cetakan berbentuk setengah silinder dan cetakan berbentuk lingkaran datar. Penyambungan dilakukan sebanyak 3 kali penyambungan pada setiap cetakan. Hasil dari penyambungan kemudian akan diukur perubahan diameternya menggunakan mikroskop digital. Hasil rata – rata perubahan diameter, pada cetakan mata punch setengah silinder, diameter pada Sambungan A sebesar 5,4957 mm, pada Sambungan B sebesar 4,9490 mm. Sedangkan pada cetakan mata punch berbentuk lingkaran datar, perubahan diameter pada Sambungan A sebesar 4,9087 mm, pada lubang B sebesar 4,7015 mm.

Kata kunci : Paku Keling, Variasi mata Punch, Press Dies Double Punch, Perubahan Diameter

Abstract

Along with the changing times, the development of technology is needed to follow the market's desire to improve the quality and efficiency of the process of material processing. One of them is the process of connecting to materials using the punch tool. This research carried out the connection process using aluminum rivets with a double punch dies press tool. The connection process to the material is done by pressing method. The rivets used are aluminum thin type rivets measuring 9 mm long and 4 mm in diameter. The material used in the form of 1100 series aluminum. Splicing is done using variations in the mold, which is a half-cylinder mold and flat circle mold. The connection is made 3 times for each connection. The results of the connection will then be measured changes in diameter using a digital microscope and analyzed its structure through micro-photo testing. The results of the average change in diameter, in a half-cylinder punch eye mold, the diameter of the Connection A is 5.4957 mm, the Connection B is 4.9490 mm. Whereas in a flat circle shaped punch eye mold, the change in diameter on the Connection A was 4.9087 mm, in hole B a 4.7015 mm.

Keywords: Rivets, Punch eye variations, Double Punch Press Dies, Changes in Diameter

1. PENDAHULUAN

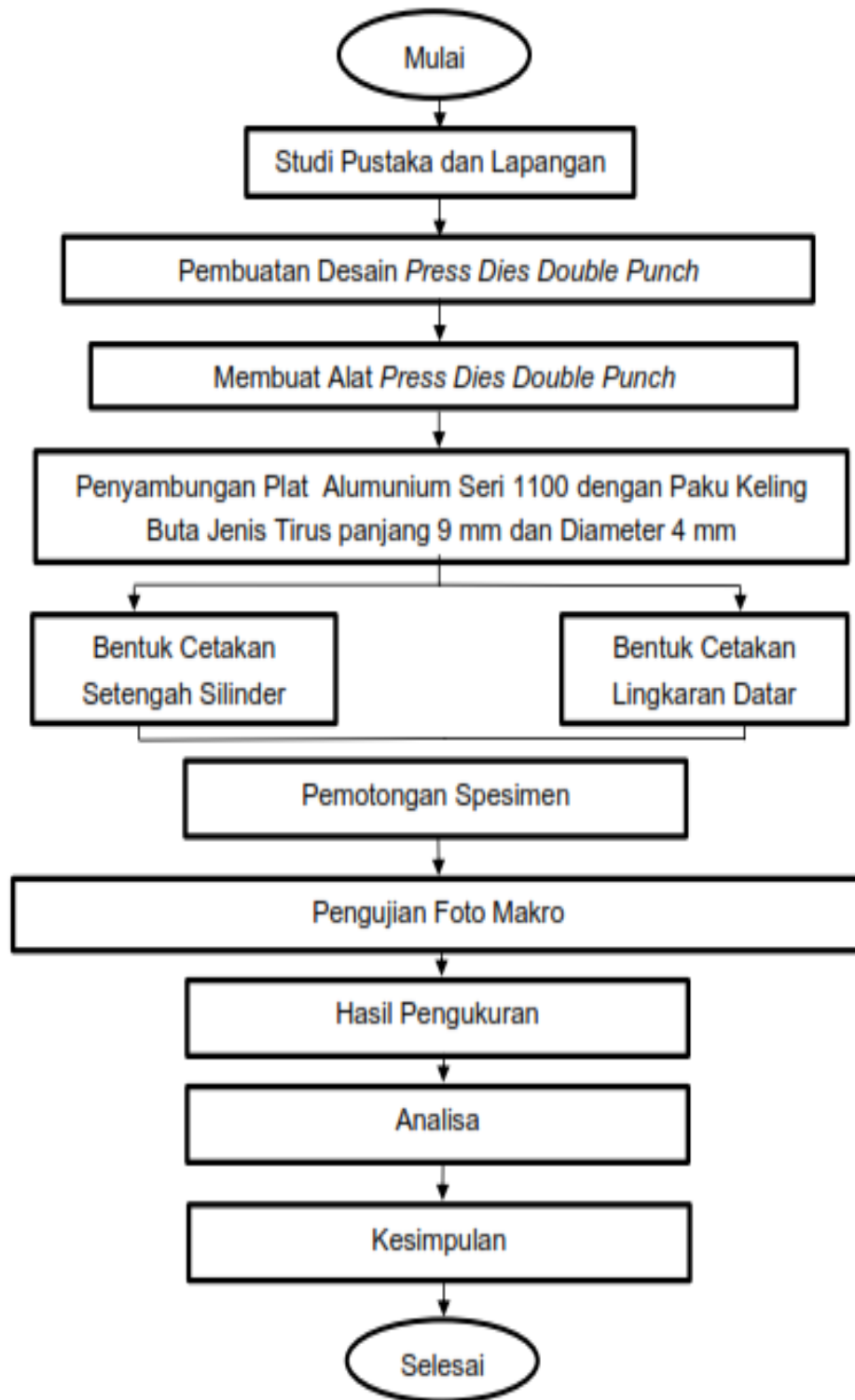
Seiring dengan perkembangan jaman maka perkembangan teknologi sangat diperlukan untuk mengikuti keinginan pasar salah satunya adalah industri manufaktur. Industri manufaktur merupakan salah satu industri yang memproduksi produk mentah menjadi produk setengah jadi maupun produk jadi. Panci termasuk dalam industri manufaktur yang mengolah dari bahan plat alumunium yang kemudian diproses menjadi panci melalui proses *sheet metal forming*. Metode yang dapat digunakan dalam pembuatan panci ini dapat menggunakan metode manual, stamping dan *metal spinning*. Panci kemudian dilakukan proses pelubangan, untuk sambungan keling pada gagang panci.

Sambungan adalah menghubungkan satu benda dengan lainnya. Ada dua jenis sambungan yaitu sambungan tetap (*permanent joint*) dan sambungan tidak tetap (*semi permanent joint*). Akan tetapi, hal yang akan kami lakukan untuk penelitian pada laporan ini adalah sambungan tetap (*permanent joint*) yang menggunakan sambungan paku keling (*rivet joint*) dengan teknologi *pressing*. Paku keling adalah batang silinder pendek dengan sebuah kepala di bagian atas, setiap bentuk kepala keling ini mempunyai kegunaannya tersendiri, masing-masing mempunyai kekhususan dalam penggunaannya. Metode *pressing* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bentuk mata *punch*.

Pengembangan penggunaan keling dewasa ini umumnya digunakan untuk plat-plat yang sukar dilas dan dipatri dengan ukuran yang relatif kecil. Penggunaan keling dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang salah satunya adalah pembuatan perabot rumah tangga contohnya pada panci yang akan disambungkan dengan gagang panci. Saat ini industri kecil pembuatan panci di Indonesia ini masih sedikit yang menggunakan pengelingan menggunakan teknologi *pressing*. Salah satunya industri pembuatan panci di Desa Kembang Kuning, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali. Di tempat ini pembuatan panci masih menggunakan metode manual dengan dipukul menggunakan alat semacam palu dan saat melakukan penyambungan antara panci dengan gagang panci. Penyambungan dengan cara manual membutuhkan waktu yang lama. Berdasarkan uraian di atas penulis akan meneliti seberapa efisien waktu penyambungan antara plat alumunium seri 1100 dengan menggunakan sambungan paku keling dengan metode *pressing*.

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Proses Penelitian

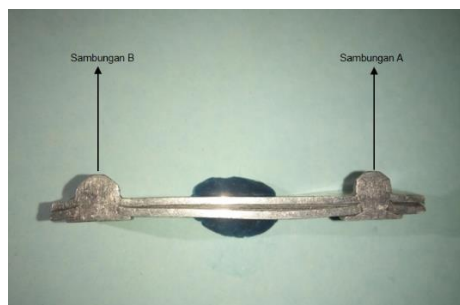
Langkah - langkah dalam penelitian yang dilakukan adalah:

- 1) Mencari referensi mengenai paku keling dan foto makro dari berbagai sumber seperti dari jurnal penelitian, buku, situs internet, dan industri.
- 2) Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian meliputi pembuatan alat *press double punch*, pembuatan *punch* dengan variasi mata *punch* berbentuk setengah silinder dan lingkaran datar. Pemilihan alat dan bahan berdasarkan literatur yang dipelajari oleh peneliti sebagai acuan dalam penelitian.
- 3) Melakukan proses *pressing* sesuai dengan langkah – langkah yang telah diketahui melalui referensi. Proses ini menggunakan paku keling buta jenis tirus dengan variasi mata *punch* berbentuk setengah silinder dan lingkaran datar. Plat aluminium yang akan disambungkan mempunyai tebal 1 mm.
- 4) Penyambungan pada plat dilakukan sebanyak tiga kali tiap variasi mata *punch*. Setelah dilakukan penyambungan kemudian memotong sambungan paku keling secara melintang pada bagian tengah untuk diukur perubahan diameter paku keling dan sebagai spesimen foto makro.
- 5) Hasil pengujian yang telah didapat kemudian dianalisa dan diberikan kesimpulan dari apa yang diperoleh dari data pengujian spesimen.

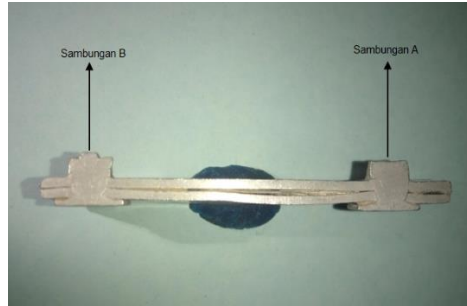
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Foto Makro

Pengujian foto makro dilakukan untuk mengukur perubahan diameter yang terjadi pada paku keling yang telah di pres yaitu bagian sambungan pada plat dengan variasi cetakan berbentuk setengah silinder dan lingkaran datar. Hasil pengelangan pada sambungan A dan Sambungan B menggunakan variasi cetakan dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.

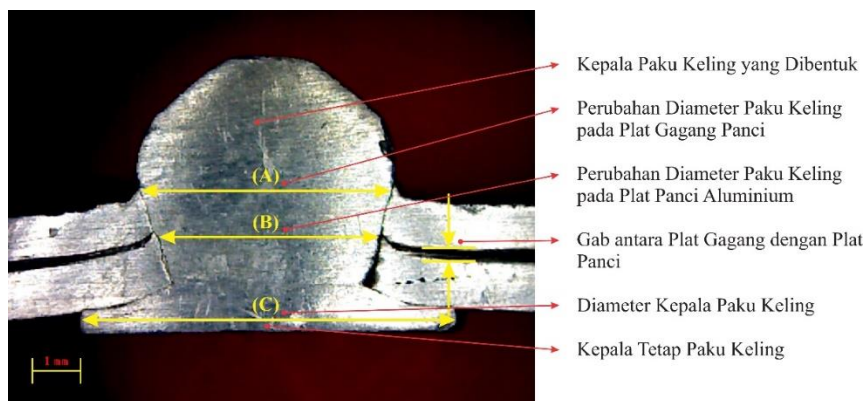


Gambar 2. Hasil pengelangan menggunakan cetakan setengah silinder



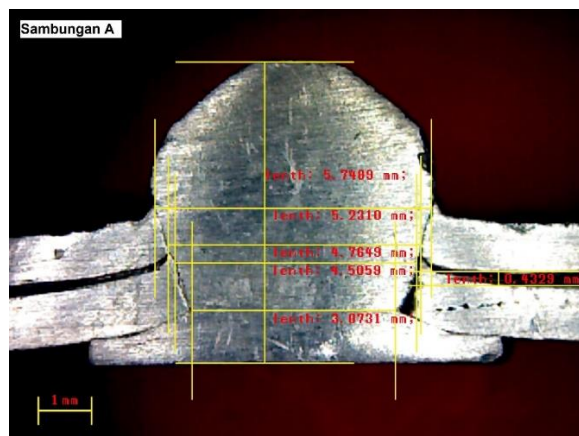
Gambar 3. Hasil pengelangan menggunakan cetakan lingkaran datar

3.1.1 Hasil Pengukuran Perubahan Diameter pada Spesimen Sambungan Plat Aluminium Menggunakan Cetakan Setengah Silinder

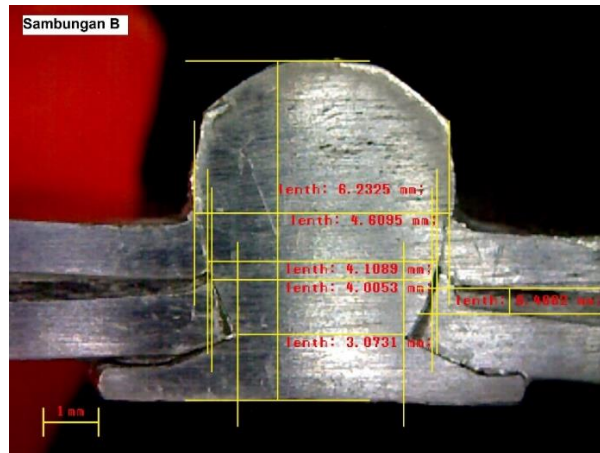


Gambar 4. Bagian – bagian yang diukur pada spesimen sambungan dengan cetakan setengah silinder

Contoh Spesimen sambungan menggunakan cetakan setengah silinder yang telah diukur menggunakan mikroskop digital dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Hasil pengukuran spesimen Sambungan A menggunakan cetakan setengah silinder



Gambar 6. Hasil pengukuran spesimen Sambungan B menggunakan cetakan setengah silinder

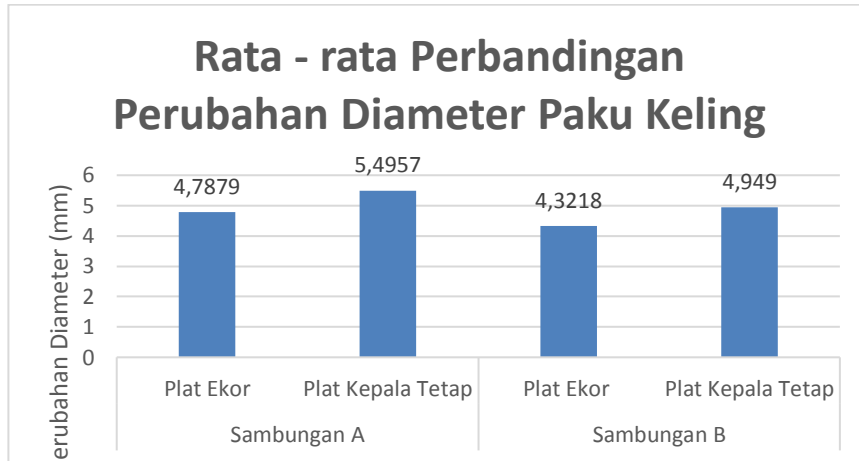
Hasil pengukuran perubahan diameter paku keling yang dilakukan pada setiap spesimen hasil dari *pressing* dengan cetakan setengah silinder, seperti yang ditampilkan tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Hasil pengukuran perubahan diameter paku keling pada spesimen sambungan plat aluminium dengan cetakan setengah silinder.

Spesimen	Diameter Paku Keling (mm)	Perubahan Diameter (mm)			
		Sambungan A		Sambungan B	
		Plat Ekor	Plat Kepala Tetap	Plat Ekor	Plat Kepala Tetap
1	4	4,9375	5,6454	4,7131	5,2138
2	4	4,9203	5,6108	4,2470	5,0239
3	4	4,5059	5,2310	4,0053	4,6095
Rata – Rata		4,7879	5,4957	4,3218	4,9490

Tabel 1 menunjukkan bahwa perubahan diameter paku keling hasil dari proses penyambungan dengan menggunakan cetakan setengah silinder mengalami perubahan pada setiap spesimen. Data rata – rata hasil pengukuran menunjukkan

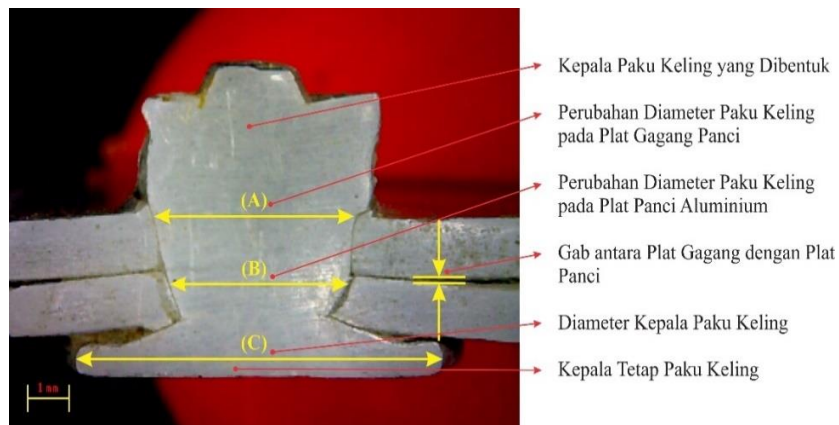
bahwa perubahan diameter pada sambungan B lebih kecil dari pada sambungan A. Hal ini dipengaruhi karena adanya perbedaan ukuran cetakan yang bentuknya kurang kurang presisi antara cetakan untuk sambungan A dan Sambungan B. Hasil rata – rata dari pengukuran tersebut jika dibuat grafik, maka grafik yang terbentuk seperti grafik 1 sebagai berikut :



Grafik 1. Hasil rata – rata pengukuran perubahan diameter paku keling dengan bentuk cetakan setengah silinder

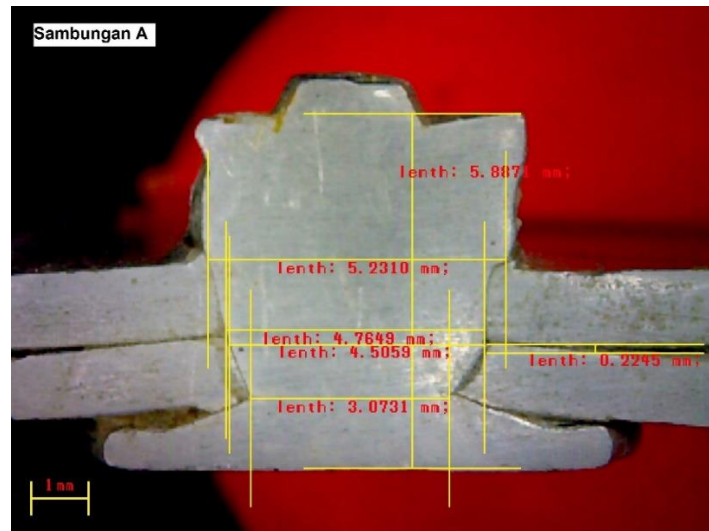
Dari tabel 1 dan grafik 1 menunjukan adanya perbedaan panjang pelebaran yang dihasilkan. Rata-rata perubahan diameter pada plat kepala tetap memiliki perubahan diameter yang lebih besar dari pada perubahan diameter plat ekor. Proses *pressing* yang baik yaitu proses dengan hasil panjang pelebaran yang lebih besar karena semakin lebar makan kunciian terhadap sambungan akan semakin kuat.

3.1.2 Hasil Pengukuran Perubahan Diameter pada Spesimen Sambungan Plat Aluminium Menggunakan Cetakan Lingkaran Datar

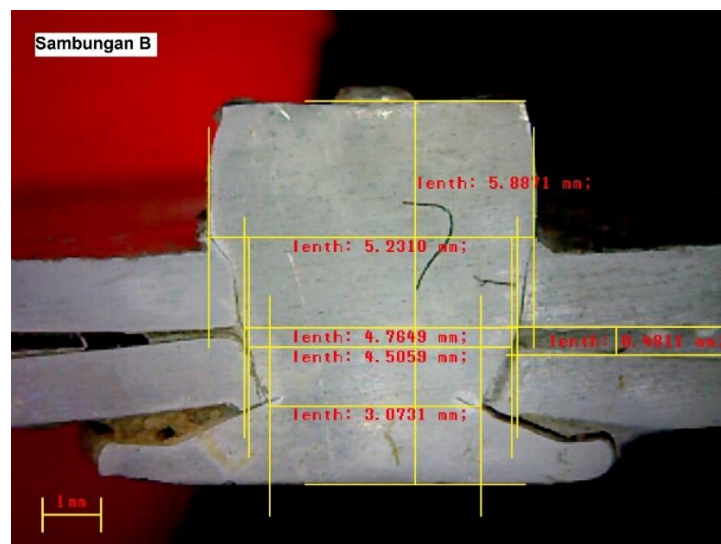


Gambar 7. Bagian – bagian yang diukur pada spesimen sambungan dengan cetakan lingkaran datar

Contoh Spesimen sambungan menggunakan cetakan lingkaran datar yang telah diukur menggunakan mikroskop digital dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Hasil pengukuran spesimen Sambungan A menggunakan cetakan lingkaran datar



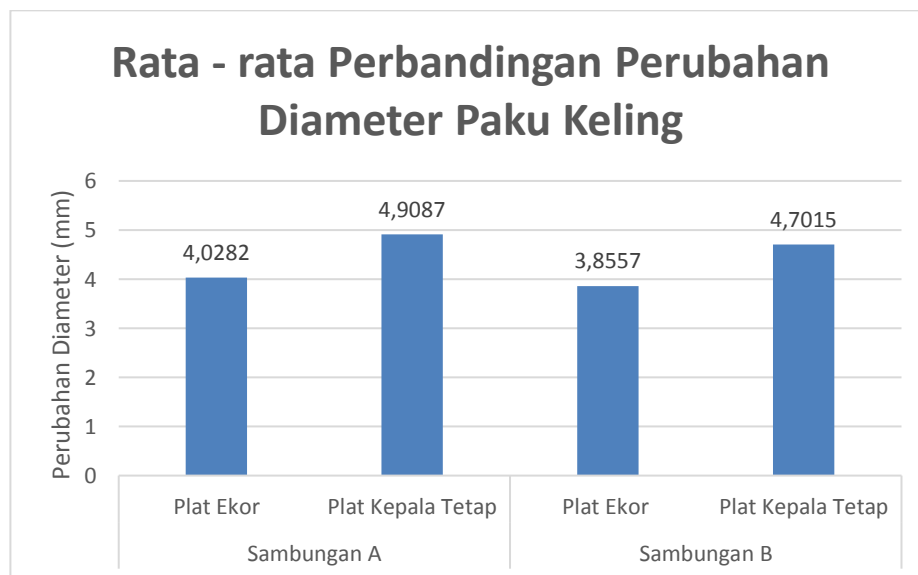
Gambar 9. Hasil pengukuran spesimen Sambungan B menggunakan cetakan lingkaran

Hasil pengukuran perubahan diameter paku keling yang dilakukan pada setiap spesimen hasil dari *pressing* dengan cetakan lingkaran datar, seperti yang ditampilkan tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Hasil pengukuran perubahan diameter paku keling pada spesimen sambungan plat aluminium dengan cetakan lingkaran datar.

Spesimen	Diameter Paku Keling (mm)	Perubahan Diameter (mm)			
		Sambungan A		Sambungan B	
		Plat Ekor	Plat Kepala Tetap	Plat Ekor	Plat Kepala Tetap
1	4	3,9707	4,6613	4,0571	4,8512
2	4	3,7636	4,7994	3,8154	4,6095
3	4	4,3505	5,2655	3,6946	4,6440
Rata – Rata		4,0282	4,9087	3,8557	4,7015

Tabel 2 menunjukan bahwa perubahan diameter paku keling hasil dari proses penyambungan dengan menggunakan cetakan setengah silinder mengalami perubahan pada setiap spesimen. Data rata – rata hasil pengukuran menunjukan bahwa perubahan diameter pada sambungan B lebih kecil dari pada sambungan A..

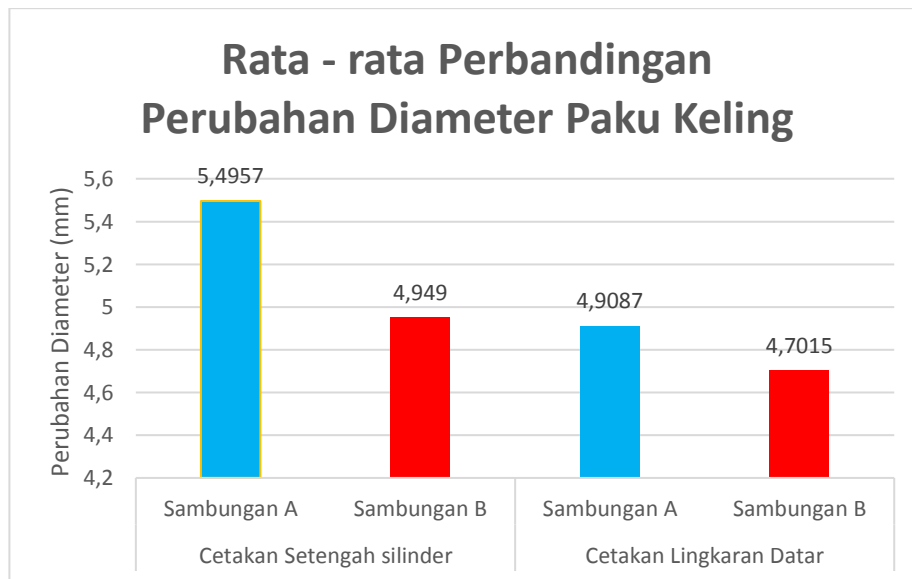


Grafik 2. Hasil rata – rata pengukuran perubahan diameter paku keling dengan bentuk cetakan setengah silinder

Dari tabel 2 dan grafik 2 menunjukkan adanya perbedaan panjang pelebaran yang dihasilkan. Perbedaan ini karena adanya sedikit perbedaan bentuk cetakan yang kurang presisi dan saat melakukan proses *pressing* alat *press dies* tidak secara sempurna saat *upper plate* menyentuh batas atas dari mesin pres.

3.1.3 Perbandingan Rata - Rata Perubahan Diameter Paku Keling pada Spesimen Plat Aluminium Berdasarkan Variasi Bentuk Cetakan Mata *Punch*

Hasil perbandingan rata - rata perubahan diameter paku keling pada spesimen plat aluminium berdasarkan variasi bentuk cetakan mata *punch* ditunjukkan pada grafik 3. Grafik menampilkan perbandingan rata – rata perubahan diameter paku keling antara sambungan A dan sambungan B untuk perubahan diameter pada ekor paku keling yang berfungsi sebagai pengunci sambungan.



Grafik 3 Hasil perbandingan rata – rata panjang pelebaran ekor paku keling berdasarkan variasi cetakan mata *punch*

Grafik 3 menunjukkan perbandingan rata – rata perubahan diameter paku keling yang terjadi pada spesimen sambungan plat aluminium dengan variasi cetakan mata *punch*. Grafik tersebut menunjukkan bahwa, rata – rata panjang pelebaran ekor paku keling akibat penyambungan dengan cetakan mata *punch* berbentuk setengah silinder memiliki perubahan diameter yang lebih besar dari rata – rata perubahan diameter akibat penyambungan menggunakan cetakan mata *punch* berbentuk lingkaran datar. Perubahan diameter yang terjadi pada penyambungan tersebut dipengaruhi pemasangan *punch* dan *dies* kurang sejajar, jadi jarak *punch*

dan *dies* akan mengalami perubahan. Besarnya perubahan diameter juga dapat diakibatkan oleh bentuk cetakan yang berbeda. Perbedaan bentuk cetakan mata *punch* akan menghasilkan perbedaan hasil penyambungan. Penggunaan cetakan mata *punch* berbentuk setengah silinder akan menghasilkan perubahan diameter paku keling yang lebih besar daripada menggunakan cetakan yang berbentuk lingkaran datar. Pada cetakan setengah silinder penekanan yang terjadi hanya terpusat pada titik tertentu yaitu bagian tengah dari ekor paku keling dan bentuk ekor yang semula tabung pejal akan berubah mengikuti bentuk cetakan setengah silinder. Sedangkan pada cetakan berbentuk cetakan datar penekanan terjadi secara merata pada seluruh permukaan ekor paku keling dikarenakan bentuk cetakan yang datar sehingga bentuk ekor paku keling memadat karena adanya penekanan merata pada ekor paku keling. Hasil rata – rata perubahan diameter paku keling dari penyambungan menggunakan cetakan mata *punch* berbentuk setengah silinder menghasilkan perubahan diameter yang lebih baik daripada menggunakan cetakan mata *punch* berbentuk lingkaran datar, karena semakin besar perubahan diameter yang terjadi maka sambungan yang terjadi akan semakin kuat dalam pengunciannya.

3.1.4 Hasil Pengukuran Kelonggaran Sambungan pada Spesimen Sambungan Plat Alumunium Menggunakan Cetakan Setengah Silinder

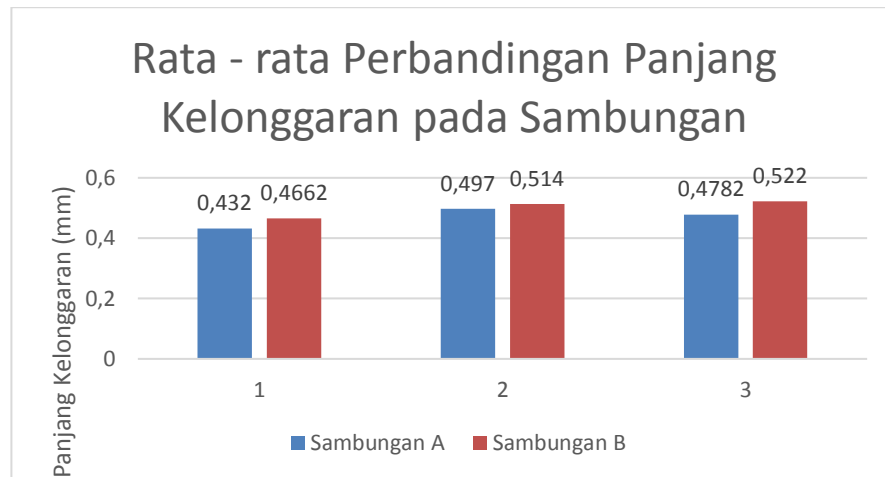
Hasil pengukuran kelonggaran sambungan plat pada setiap spesimen hasil dari *pressing* dengan cetakan setengah silinder, seperti yang ditampilkan pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Hasil pengukuran panjang kelonggaran pada spesimen sambungan plat menggunakan cetakan setengah silinder

Spesimen	Panjang Kelonggaran (mm)	
	Sambungan A	Sambungan B
1	0,4329	0,4662
2	0,4974	0,5145
3	0,4782	0,5220
Rata - Rata	0,4695	0,5009

Tabel 3 menunjukkan bahwa panjang kelonggaran pada sambungan hasil dari proses penyambungan dengan menggunakan cetakan setengah silinder. Dari

setiap spesimen mengalami perbedaan ukuran kelonggaran yang terjadi pada Sambungan A dan Sambungan B. Hasil rata-rata dari pengukuran tersebut apabila dibuat grafik, maka grafik yang terbentuk seperti grafik 4 sebagai berikut :



Grafik 4. Hasil Perbandingan rata-rata panjang kelonggaran pada sambungan dengan cetakan setengah silinder

Dari tabel 3 dan grafik 4 menunjukkan adanya perbedaan panjang kelonggaran yang terjadi pada Sambungan A dan Sambungan B. Hal ini terjadi karena perbedaan ukuran bentuk cetakan dan alat *press dies* yang tidak pas.

3.1.5 Hasil Pengukuran Kelonggaran Sambungan pada Spesimen Sambungan Plat Alumunium Menggunakan Cetakan Lingkaran Datar

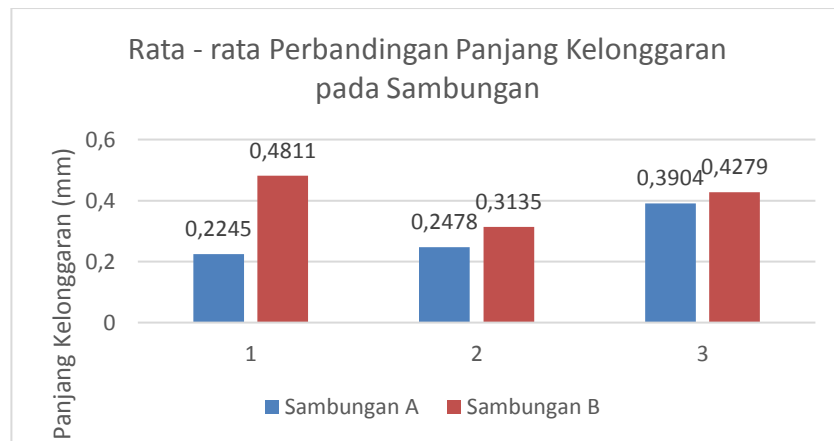
Hasil pengukuran kelonggaran sambungan plat pada setiap spesimen hasil dari *pressing* dengan cetakan lingkaran datar, seperti yang ditampilkan pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4. Hasil pengukuran panjang kelonggaran pada spesimen sambungan plat menggunakan cetakan lingkaran datar

Spesimen	Panjang Kelonggaran (mm)	
	Sambungan A	Sambungan B
1	0,2245	0,4811
2	0,2478	0,3135
3	0,3904	0,4279
Rata - Rata	0,2875	0,4075

Tabel 4 menunjukkan bahwa perubahan diameter paku keling hasil dari proses penyambungan dengan menggunakan cetakan lingkaran datar. Hasil rata-

rata dari pengukuran tersebut apabila dibuat grafik, maka grafik yang terbentuk seperti grafik 5 sebagai berikut :

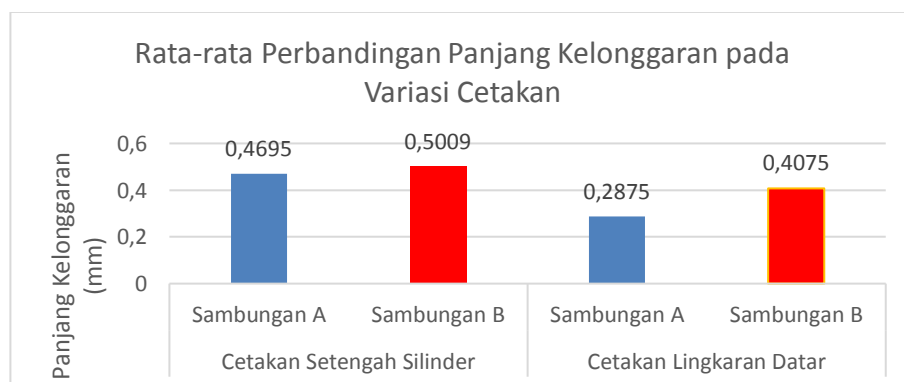


Grafik 5. Hasil Perbandingan rata-rata panjang kelonggaran pada sambungan dengan cetakan lingkaran datar

Dari tabel 4 dan grafik 5 menunjukkan adanya perbedaan panjang kelonggaran yang terjadi pada Sambungan A dan Sambungan B. Hal ini terjadi karena perbedaan ukuran bentuk cetakan dan alat *press dies* yang tidak pas.

3.1.6 Perbandingan Rata-rata Pengukuran Panjang Kelonggaran Sambungan pada Spesimen Sambungan Plat Alumunium Berdasarkan Variasi Bentuk Cetakan Mata *Punch*

Hasil perbandingan rata - rata panjang kelonggaran pada spesimen sambungan plat aluminium berdasarkan variasi bentuk cetakan mata *punch* ditunjukkan pada grafik 6 sebagai berikut :



Grafik 6. Hasil Perbandingan rata-rata panjang kelonggaran pada sambungan berdasarkan variasi bentuk cetakan mata *punch*

Grafik 6 menunjukkan perbandingan rata-rata panjang kelonggaran yang terjadi pada Sambungan A dan Sambungan B dengan variasi bentuk cetakan mata

punch. Dari hasil percobaan dapat dilihat bahwa kelonggaran pada bentuk cetakan lingkaran datar memiliki tingkat kelonggaran yang lebih kecil daripada cetakan berbentuk setengah silinder. Jadi dapat dilihat bahwa cetakan lingkaran datar memiliki tingkat kerapatan yang lebih baik jika dibandingkan dengan cetakan setengah silinder.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pada hasil uji foto makro menunjukkan perbedaan perubahan diameter spesimen paku keling dengan cetakan berbentuk setengah silinder dan cetakan yang berbentuk lingkaran, dimana pada cetakan setengah silinder memiliki rata - rata perubahan diameter paku keling pada sambungan A untuk plat ekor sebesar 4,7879 mm dan plat kepala tetap sebesar 5,4957 mm, sedangkan pada sambungan B untuk plat ekor sebesar 4,3218 mm dan plat kepala tetap sebesar 4,9490 mm. Sedangkan pada cetakan lingkaran datar memiliki rata - rata perubahan diameter paku keling pada sambungan A untuk plat ekor sebesar 4,0282 mm dan plat kepala tetap sebesar 4,9087 mm, sedangkan pada sambungan B untuk plat ekor sebesar 3,8557 mm dan plat kepala tetap sebesar 4,7015 mm.
- 2) Hasil dari pengukuran panjang kelonggaran menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari panjang kelonggaran menggunakan cetakan setengah silinder untuk Sambungan A sebesar 0,4695 mm dan Sambungan B sebesar 0,5009 mm, sedangkan dengan cetakan lingkaran datar untuk Sambungan A sebesar 0,2875 mm dan Sambungan B sebesar 0,4075 mm. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan cetakan lingkaran datar memiliki tingkat kerapatan sambungan yang lebih baik dari pada menggunakan cetakan setengah silinder.
- 3) Proses *pressing* menggunakan variasi mata *punch* mempengaruhi hasil sambungan yang terbentuk. Bentuk cetakan yang baik digunakan pada proses penyambungan adalah cetakan yang berbentuk setengah silinder karena menghasilkan sambungan memiliki tingkat penguncian yang lebih tinggi sehingga kemungkinan sambungan lepas sangat kecil, namun memiliki

kelemahan yaitu memiliki tingkat kelonggaran sambungan yang lebih besar jika dibandingkan dengan cetakan lingkaran datar.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian penyambungan plat aluminium seri 1100 yang telah dilubangi dan di sambung dengan menggunakan variasi bentuk cetakan mata *punch* yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Material yang akan diuji foto makro dan diukur tingkat perubahan diameter pada kepala paku kelingnya harus terlebih dahulu dipotong melintang tepat pada tengah – tengah spesimen sambungan.
- 2) Material yang akan diuji harus terlebih dahulu di amplas setelah itu digosok menggunakan autosol untuk mendapatkan tingkat kehalusan yang diinginkan.
- 3) Mendesain kembali alat *press dies* yang digunakan dengan menambahkan beberapa pegas pada *guide pins* agar tidak terjadi pergeseran yang akan mengakibatkan terjadinya perbedaan bentuk penyambungan pada kedua spesimen sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ekiti, Edo. 2015. *Evaluation of Aluminium, Copper and Aluminium-30% Copper Alloy Rivets*. Jurnal Ilmiah, Vol.6, No.10, 2015
- R.S. Khurmi, J.K. Gupta. *A textbook of “Machine Design” I*. New Delhi Eurasia Publishing House (Pvt). Ltd. 2005
- Santoso, Wahyu, dkk. *Perancangan Sambungan Paku Keling pada Pressure Vessel (Bejana Bertekanan) Bermuatan Aspal*. Indralaya 2014
- Patra Ryan, Basuki Dwi. *Analisis Kekuatan Paku Keling pada Sub- Assembly Kampas Rem Bus*. Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 3, No. 1, Tahun 2015
- Huagang Liu, Rongxue Li, Xiangyang Liu. *Hydraulic Riveting Machine Hydraulic System Design in Automobile Beam Production Line*. Vol. 507, pp 162-166, Tahun 2012
- Zhang Tiehua, He Cunxing. *The hydraulic and pneumatic transmission* [M]. Wuhan: press of Huazhong University of Science and Technology, 3000
- Ardian, M.Pd, Aan. *Handout Teori Pembentukan Bahan*, Universitas Negeri Yogyakarta : Yogyakarta.
- Sudarmawan Theryo, Rony. *Teknologi Press Dies Panduan Desain*. Kanisius : Yogyakarta. 2009.
- Purna Irawan, Agustinus. *Diktat Elemen Mesin*. Teknik Mesin. Universitas Tarumanegara.