

PENGARUH JENIS SAMBUNGAN PELAT TERHADAP TERJADINYA CACAT KERUT PADA PROSES *CUP DRAWING*

Agus Dwi Anggono¹⁾, Agung Setyo Darmawan²⁾Budi Santoso³⁾
^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta
 agus.d.anggono@ums.ac.id

Abstract

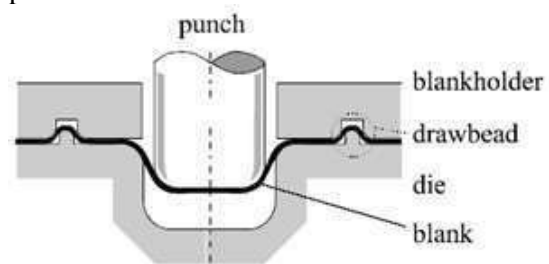
Blank is a very important part in the cup drawing process and influential in preventing the wrinkling defect. One type of blanks is tailor blanks (TBs). TBs is a flat sheet metal with a joining zone. The joining can be conducted by using welding or seam joining. Related to the joining types, the research is carried out by varying the joining i.e spot welding and seam joining. The research was started by manufacturing of dies with the dimensions parameters adopted from Numisheet 2014 Benchmark Model 4. Furthermore, making a blank is conducted by using spot welding and seam joint. There are three types specimens for experimental work. The sheet plate thickness was 0.2 mm. The results shows that the highest wrinkling defect was 1.5 mm high for the specimen TBs with spot welding. While, the lowest wrinkling defect was 0.38 mm for the original blank sheet without joining. The specimen with seam joining was fail on the joining zone during cup drawing.

Keywords: Tailor blanks, spot welding, seam joint, cup drawing, wrinkling

1. PENDAHULUAN

Cup Drawing merupakan serangkaian proses plat yang dibentuk menyerupai mangkuk atau topi dengan cara stamping metal atau yang sering kita kenal dengan sebutan *deep drawing* seperti diilustrasikan pada Gambar 1. Pada proses *cup drawing*, banyak dijumpai beberapa cacat pada proses pengerjaannya, yaitu patahan (*fracture*), kerutan (*wrinkle*), peregangan (*stretching*) dan perbedaan ketebalan (*thickness variation*) (Anggono & Riyadi 2014; Zein et al. 2014). Oleh karena itu untuk menghindari terjadinya cacat pada proses *cup drawing* salah satunya yaitu kerutan maka dilakukan variasi pada *dies*, gaya pemegang pelat, dan kecepatan pembentukan. Kerutan merupakan cacat yang tidak diinginkan terjadi pada proses pembentukan pelat. Hal itu dapat terjadi pada bagian tepi pelat dan pada dinding samping. Penyebab utama terjadinya cacat kerutan adalah ketidakmampuan pelat menahan gaya pemegangnya atau kecepatan pembentukan yang terlalu cepat (Anggono & Siswanto 2013). Berdasarkan pengamatan di dunia manufaktur, bahwa cacat kerutan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sifat mekanik dari lembar plat, geometri benda,

dan kondisi kontak permukaan termasuk efek pelumasan.



Gambar 1. Pembentukan pelat dengan bentuk mangkuk

(Srirat et al. 2012), meneliti tentang cacat yang mungkin terjadi pada bentuk mangkuk bundar, yaitu cacat pecah, aus dan deformasi plastis. Parameter keausan yang digunakan adalah komponen normal maksimal dari vektor traksi pada permukaan benda. Dalam hal ini, cacat kerutan terjadi ketika tidak ada gaya pemegang pelat yang digunakan pada saat proses pembentukan.

(Mole et al. 2014), mengatakan bahwa teknologi yang dikembangkan untuk kesuksesan pada proses pembentukan pelat yakni karakteristik material pelat dasar yang mampu mengalami deformasi besar. Hal itu berkaitan dengan *Forming Limits Diagram* (FLD) yang dipakai dalam praktek industri

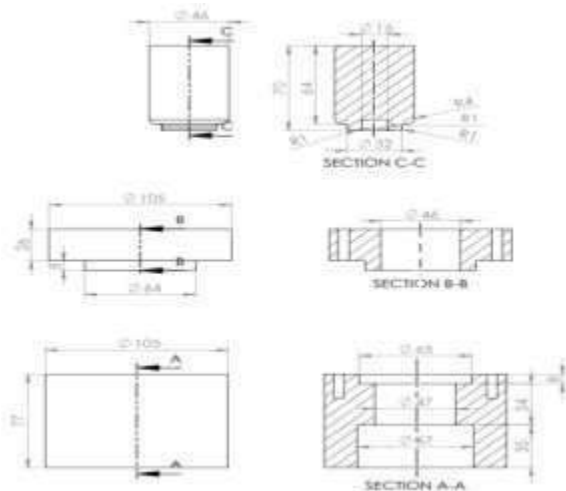
untuk mengetahui criteria kerusakan dalam proses produksi sebagai fungsi batas untuk analisis pembentukan. Mengetahui karakteristik material pelat melalui FLD maka dapat menghindari terjadinya cacat dan kegagalan dalam proses pembentukan karena proses dapat diatur supaya dalam kondisi yang aman.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi terjadinya cacat kerutan pada proses cup drawing pada plat sambungan las titik, tekuk, dan tanpa sambungan. Kemudian mengukur cacat kerutan tersebut untuk dibandingkan antar spesimen.

2. METODE PENELITIAN

Cetakan atau Dies

Cetakan didesain dengan menggunakan software Solidwork mengacu ukuran pada dokumen Numisheet 2014 BM4. Hasil gambar kerja seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

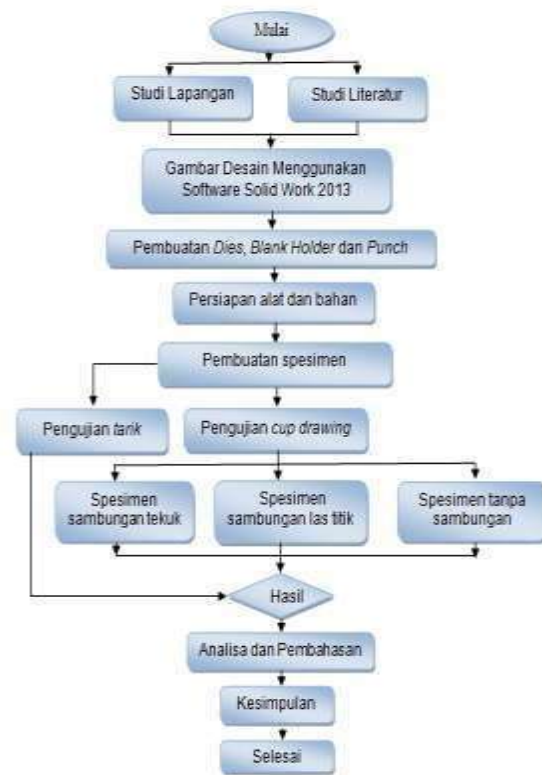


Gambar 2. (a) DesainPunch (b) DesainBlank Holder (c) DesainDies

Proses pemebntukan pelat dilakukan dengan metode *Cup Drawing* dengan menggunakan mesin press. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui cacat *wrinkling* yang terjadi dengan proses tanpa pelumasan. Dimensi dies yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah dengan diameter luar : 105 mm, d1 : 65 mm, d2 : 47 mm, d3 : 67 mm. Kedalaman h : 77 mm.

Dimensi *blank holder* yaitu dengan diameter dluar 1 : 105 mm, dluar2 : 64 mm, d1 : 46 mm. Kedalaman h1 : 26 mm, h2 : 8 mm. Material yang di uji adalah plat seng dengan sambungan las titik, tanpa sambungan, dan sambungan tekuk yang memiliki ketebalan plat masing-masing 0,2 mm.

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alir yang akan ditampilkan pada Gambar 3. Dalam gambar tersebut akan ditampilkan secara berurutan proses dari penelitian yaitu mulai dari pembuatan spesimen sampai dengan pengujian pembentukan.



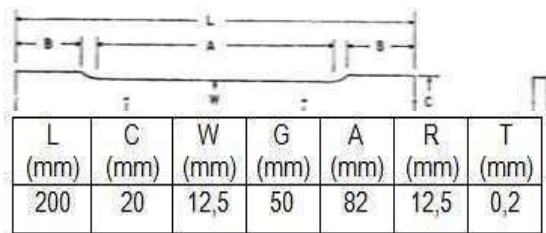
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Spesimen

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini ada 3 macam yaitu tanpa sambungan, sambungan las titik dan sambungan tekuk, seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data spesimen pelat

Jenis	Material	Tebal (mm)
sambungan Las titik	Aluminium	0.2
Sambungan Tekuk Tanpa sambungan	Aluminium	0.2

Pemotongan spesimen disesuaikan dengan standart uji tarik, yaitu ASTM E-8 seperti pada Gambar 4.



disiapkan plat dengan ketebalan 0,2 mm menggunakan jenis plat aluminium paduan. Diawali dengan gambar pola lingkaran berdiameter 64,8 mm pada lembaran plat awal, kemudian dipotong sesuai pola yang telah dibuat. Hasil pemotongan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar5.Spesimen Cup Drawing

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dengan standart ASTM tipe E 8. Tahapan pada proses pengujian tarik yaitu sebagai berikut:

- Mesin ujit arik harus dalam posisi netral dengan ditunjukkan indicator pada angka nol.
- Memasang specimen uji tarik pada cekam dengan cara dijepit tepat pada pegangan atas dan bawah specimen uji tarik tersebut dengan kuat.
- Menjalankan proses penarikan pada alat uji tarik.

- Mengetahui dan Mencetak data hasil pengujian tarik dari komputer.
- Lakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan variasi sambungan las yang berbeda.
- Mengolah dan menganalisa hasil data pengujian tarik.

Pengujian Cup Drawing

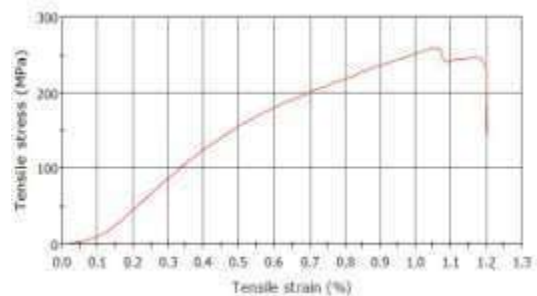
Tahapan proses pengujian *Cup drawing* adalah sebagai berikut:

- Mempersiapkan spesimenuji.
- Melakukan pengaturan pada pemegang pelat, letak material dan cetakan.
- Cetakan dibersihkan terlebihdahulu.
- Pengujiandilakukan dengan menggunakan punch diameter 45 mm.
- Atur ketinggian alat press agar *dies set* dapat masuk pada dudukan.
- Pelat diletakkan pada cetakan.
- Mengatur besaran gaya pada pemegang pelat.
- Proses pengepresan berlangsung sehingga material terdorong sampai ke lubang bawah cetakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

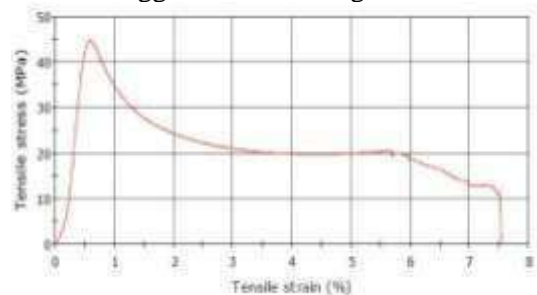
Hasil Uji Tarik Material

- Alumunium dengan ketebalan 0,2 mm menggunakan sambungan las titik.

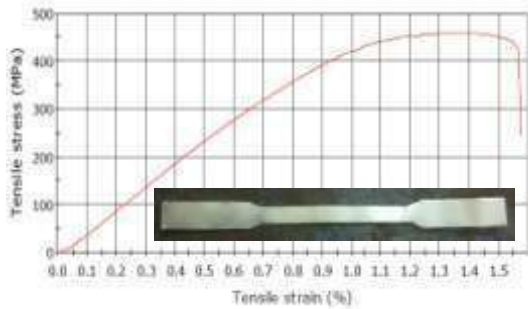


Gambar 5.Grafik tegangan regangan hasil uji tarik spesimen las titik

- Alumunium dengan ketebalan 0,2 mm menggunakan sambungan tekuk.



Gambar 6. Grafik tegangan regangan hasil uji tarik spesimen sambungan tekuk
c. Aluminium dengan ketebalan 0,2 mm tanpa sambungan.



Gambar 7. Grafik tegangan regangan hasil uji tarik spesimen tanpa sambungan.

Pembahasan

Dari gambar grafik hasil pengujian tarik material dapat disimpulkan bahwa material plat tanpa sambungan adalah material yang paling kuat, hal ini dikarenakan dari grafik menyebutkan nilai tegangan yang dimiliki material ini 430 MP ada nilai regangan dari material ini mencapai 1,58 %. Kemudian untuk material plat dengan sambungan las titik adalah material yang memiliki kekuatan yang lebih rendah daripada material plat tanpa sambungan. Hal ini dikarenakan nilai tegangan yang dimiliki material plat ini hanya mencapai 258 MP ada nilai regangan 1,2 %. Sedangkan untuk material plat dengan sambungan tekuk mengalami kegagalan pada sambungan tekuk dan mulai terlepas pada saat pengujian tarik sehingga grafik yang terbentuk seolah-olah memiliki regangan yang besar yang mencapai 7,55%.



Gambar 8. Perbandingan tegangan-regangan untuk semua spesimen.

Hasil Pengujian Cup Drawing

- a. Hasil pengujian cup drawing specimen dengan sambungan las titik.



Gambar 9. Hasil pengujian cup drawing sambungan las titik.

- b. Hasil pengujian cup drawing specimen tanpa adanya sambungan.



Gambar 10. Hasil pengujian cup drawing tanpa sambungan.

- c. Hasil pengujian cup drawing specimen sambungan tekuk.



Gambar 11. Hasil pengujian cup drawing sambungan tekuk

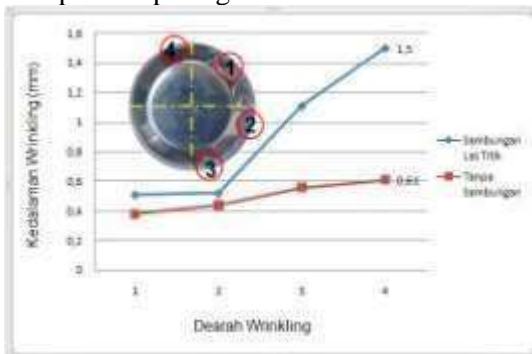
Dari hasil pengukuran kedalaman cacat wrinkling maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Cacat Kerut.

Daerah observasi	Cacat kerut maksimal (mm)		
	Las titik	Tanpa sambungan	Tekuk
1	1.5	0.61	Rusak
2	1.11	0.56	Rusak
3	0.52	0.44	Rusak
4	0.51	0.38	Rusak

Berdasarkan hasil pengujian di atas, memberikan keterangan bahwa pada material dengan sambungan tekuk mengalami kegagalan pada sambungan. Hal ini dikarenakan tegangan pada material ini sangat rendah, adanya gaya gesek yang tinggi, dan kurang kuat pada hasil sambungan tersebut sehingga mengakibatkan kegagalan dalam pengujian, mengingat material ini adalah material yang paling rendah nilai tegangannya. Pada proses pengujian, material ini terdorong cetakan sehingga terjadi lepasan pada sambungan. Sedangkan pada material dengan sambungan las titik mengalami cacat kerut pada pengujian. Dapat terlihat pada hasil percobaan ini banyak terjadi kerutan pada hasil pembentukan. Fenomena ini dipengaruhi oleh gaya tekan dari pemegang pahat yang kurang kuat, sehingga pemegang pelat tidak mampu menjepit pelat dengan tekanan yang cukup. Analisis kekurangan gaya penekan pada pelat mengakibatkan cacat kerut pada bagian kubah dan dinding. Begitu juga dengan material tanpa adanya sambungan.

Dari tabel 2. Hasil pengukuran kedalaman cacat kerut selanjutnya dapat dibuat grafik. Pada grafik hanya ditampilkan pengukuran kedalaman kerutan yang terjadi dari 4 daerah pengamatan yang di ukur. Berikut grafik distribusi cacat wrinkling setiap blank pada gambar 11.



Gambar 11. Grafik Distribusi Cacat (*Wrinkling*) setiap blank.

Dari data gambar grafik, material dengan sambungan tekuk mengalami lepasan atau gagal pada sambungan. Fenomena cacat kerut terjadi pada material tanpa sambungan

dan material yang menggunakan sambungan las titik.

Pada percobaan ini dapat diketahui bahwa hasil pengukuran kedalaman cacat kerut pada material yang menggunakan sambungan las titik memiliki hasil kedalaman cacat kerut maksimal sebesar 1,5 mm. Sedangkan untuk material tanpa menggunakan sambungan, memiliki hasil kedalaman cacat kerut maksimal yaitu 0,61 mm.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa pengujian serta pembahasan terhadap pengaruh variasi sambungan pada pelat terhadap cacat kerut pada proses *cup drawing* data yang diperoleh, dapat disimpulkan, bahwa, berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan, pelat dapat mempengaruhi hasil *cup drawing*, apabila plat yang digunakan memiliki sambungan tekuk saja maka hasilnya akan mengalami lepas pada sambungan atau sambungan tidak mampu menahan gaya tarikan yang terima pelat. Dan apabila plat yang digunakan memiliki sambungan dengan pengelasan las titik maka proses *cup drawing* berhasil dilakukan meskipun terdapat cacat kerutan. Demikian juga dengan pelat tanpa sambungan.

Dari hasil data percobaan yang diperoleh, maka dapat diidentifikasi cacat kerutan pada proses *cup drawing*. Material plat dengan menggunakan sambungan las titik yaitu dengan kedalaman kerutan 1,5 mm, 1,11 mm, 0,52 mm, dan 0,51 mm dan material dengan plat tanpa menggunakan sambungan yaitu 0,61 mm, 0,56 mm, 0,44 mm, dan 0,38 mm. Sedangkan pada material plat dengan sambungan tekuk mengalami lepasan pada sambungan atau gagal pada sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggono, A.D. & Riyadi, T.W.B., 2014. Finite Element Simulation of the Drawability of Tailor-Welded Blank. *Applied Mechanics and Materials*, 660, pp.3–7. Available at: <http://www.scientific.net/AMM.660.3>.

- Anggono, A.D. & Siswanto, W.A., 2013. Simulation of Ironing Process for Earring Reduction in Sheet Metal Forming. *Applied Mechanics and Materials*, 465-466, pp.91–95. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84891956604&partnerID=tZOtx3y1>.
- Mole, N., Cafuta, G. & Stok, B., 2014. Journal of Materials Processing Technology A 3D forming tool optimisation method considering springback and thinning compensation. , 214, pp.1673–1685.
- Srirat, J., Kitayama, S. & Yamazaki, K., 2012. Simultaneous Optimization of Variable Blank Holder Force Trajectory and Tools Motion in Deep Drawing via Sequential Approximate Optimization. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, 6(7), pp.1081–1092. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84867267344&partnerID=40&md5=89487f2ac7b99aadbd02e801398dbe36>.
- Zein, H., Sherbiny, M. El & El, M., 2014. Thinning and spring back prediction of sheet metal in the deep drawing process. *Materials and Design*, 53, pp.797–808. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2013.07.078>.