

Perbandingan Sifat *Drawability* Material Kaleng Kemasan Biscuit dan Cat Tembok

P. Y. M. Wibowo N. dan Adi Ganda Putra

Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik - Universitas Jenderal Achmad Yani
E-mail : wibonda@yahoo.com

Abstrak. Salah satu jenis sampah atau limbah yang banyak ditemukan disekeliling kita adalah kaleng bekas kemasan dari berbagai produk kemasan. Banyak cara yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan jenis sampah / limbah tersebut diantaranya adalah membentuk ulang untuk dijadikan suatu produk baru. Sifat *drawability* material merupakan salah satu hal yang penting dalam proses pembentukan logam lembaran. Dengan mengambil sampel kaleng bekas kemasan dari produk biscuit dan cat tembok, dalam studi ini ingin membandingkan sifat *drawability* atas kedua jenis material tersebut dengan cara melakukan beberapa jenis pengujian terhadap sampel. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa pada material kaleng bekas kemasan biscuit memiliki kadar karbon sebesar 0,03826% dan memiliki *r-value* < 1 yaitu sebesar 0,6 serta nilai *LDR* 2 yaitu sebesar 2,3. Sedangkan pada material kaleng bekas kemasan cat tembok memiliki kadar karbon sebesar 0,0318 % dengan nilai *r-value* 1 yaitu sebesar 1,8454 serta *LDR* 2 yaitu sebesar 3,296. Berdasarkan data-data tersebut dapat dikatakan bahwa material kaleng bekas kemasan cat tembok memiliki sifat *drawability* yang lebih baik bila dibandingkan dengan material kaleng bekas kemasan biscuit.

Kata kunci : kaleng bekas, kemasan biscuit / cat tembok, *drawability*, *LDR*

1 Pendahuluan

Dampak dari gaya hidup yang konsuméristis membawa banyak dampak yang salah satunya adalah sampah ataupun limbah yang semakin hari akan bertambah banyak dan menumpuk, baik jenis maupun volumenya. Hal itu membutuhkan penanganan dan pengelolaan yang benar dan tepat agar segala sesuatunya memberikan dampak yang baik pula. Pada dasarnya, sampah ataupun limbah pada satu sisi sangat berpotensi merugikan namun pada sisi lainnya apabila dikelola dan ditangani secara benar dan tepat akan dapat menguntungkan. Banyak saran dan ajakan untuk melakukan hal tersebut, salah satunya adalah *Hidayatullah Adronafis* dalam artikelnya yang berjudul "Sampah dan Pengelolaannya". Saran dan ajakan tersebut mengajak kita untuk selalu berpedoman pada 4R, yaitu mengganti barang yang ramah lingkungan (*replace*), mengurangi sampah (*reduce*), menggunakan sisa sampah yang masih bisa dipakai (*re-use*) dan mendaur ulang sampah (*recycle*). Khususnya *recycle* memang tidak mudah dilakukan, karena selain tidak semua jenis dan bentuk sampah dapat dilakukan proses tersebut juga kadang dibutuhkan teknologi dan penanganan khusus untuk itu.

Kaleng bekas kemasan merupakan salah satu jenis sampah yang sering ditemukan dalam

kehidupan kita sehari-hari. Sampah tersebut terbuat dari lembaran logam yang dibentuk sesuai dengan bentuk kemasan yang diinginkan. Pemanfaatan kembali dengan proses daur ulang sampah kaleng bekas kemasan sudah banyak dilakukan, diantaranya adalah dengan memanfaatkan sebagai pot tanaman maupun meleburkannya kembali untuk dibuat menjadi produk coran. Adapula yang mendaur ulang melalui proses pembentukan logam lembaran menjadi produk lain seperti penyangga obat nyamuk bakar. Ketepatan dalam menentukan pemanfaatan ataupun proses pendaurulangan akan dapat memberikan keuntungan dan nilai tambah yang maksimal. Untuk dapat mencapai suatu ketepatan dalam proses pendaurulangan material kaleng bekas kemasan khususnya dengan menggunakan proses pembentukan logam lembaran (*sheet metal forming*), mengetahui sifat *drawability* material dari jenis-jenis kaleng bekas kemasan menjadi salah satu yang penting. Sifat *drawability* material merupakan perbandingan antara diameter awal material (*blank*) dengan diameter benda hasil proses penarikan dalam (*deep drawing*). Perbandingan ini dikatakan sebagai koefisien pembatas penarikan ($LDR = \text{Limit Drawing Ratio}$), yang dinyatakan sebagai bakalan terbesar (D) yang dapat ditarik dalam, melalui suatu cetakan (d) tanpa sobek. Berdasarkan hal tersebut, dalam studi ini akan dilakukan perbandingan sifat *drawability* atas dua jenis material kaleng bekas kemasan yaitu kaleng bekas kemasan biscuit dan kaleng bekas kemasan cat tembok.

2 Tahapan Penelitian

Material yang digunakan sebagai spesimen uji adalah material kaleng bekas kemasan biscuit dan bekas kemasan cat tembok seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pembuatan spesimen uji dilakukan melalui dua proses, yaitu proses pemotongan (*shearing*) dari kaleng bekas cat tembok dan kemudian dilakukan proses perataan / pelurusan (*straightening*) dari lembaran kaleng yang telah dihasilkan dari proses yang pertama. Proses *shearing* kemudian dilakukan kembali untuk membuat *geometri spesimen* uji seperti yang telah ditentukan.



Gambar 1 Contoh kaleng bekas kemasan biscuit dan cat tembok serta specimen uji

Langkah berikutnya yang dilakukan adalah pengujian material yang meliputi: spektrometri, uji tarik dan uji *deep drawing*. Mesin yang digunakan untuk melakukan pengamatan spektrometri dibuat oleh ARL (*Applies Research Laboratory*) buatan Swiss dengan menggunakan spektrum laser yang ditembakkan ke arah spesimen, sehingga diketahui komposisi unsur yang terkandung di dalam material uji. Untuk uji tarik, mesin uji yang digunakan adalah mesin uji tarik *AMSLER* dengan kapasitas 50 tonF yang dilengkapi dengan *extensometer*, dan standar uji yang digunakan adalah ASTM A370. Sedangkan uji *deep drawing* dilakukan dengan membentuk spesimen uji menjadi mangkuk (*cup*) dan mesin yang digunakan adalah *Universal Sheet Testing Machine* buatan *Tokyo Testing Machine, Co.* dengan kapasitas maksimum 12 tonF. Dalam pengujian *deep drawing*, material / spesimen berupa plat tipis yang dipotong melingkar (*circular sheet blank*)

berdiameter 90 mm yang akan dibentuk menjadi mangkuk (*cup*). Diameter *punch* dan *dies* pada mesin uji ini adalah 40 mm dan 41,3 mm serta gaya *blank holder* yang digunakan sebesar 200 kgf, 300 kgf dan 400 kgf. Mesin-mesin uji yang dipergunakan dalam studi ini seperti tampak pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Mesin-mesin uji yang digunakan

Data yang digunakan sebagai indikator perbandingan sifat *drawability* dari kedua jenis material tersebut adalah kondisi / hasil pengujian *deep drawing* berdasarkan pengamatan visual atas terjadinya pecah (*fracture*) ataupun kerut (*wrinkle*). Pembahasan atas kondisi / hasil tersebut didasarkan atas data komposisi kimia (khususnya kandungan karbon), *plastic strain ratio* (*r-value*) dan *limit drawing ratio* (*LDR*) dari *r-value* yang telah diketahui. Pada studi ini, untuk mengetahui *r-value* menggunakan persamaan 1, hal tersebut menurut George Dieter bahwa karena pengukuran tebal material sulit dilakukan dengan teliti pada lembaran tipis, maka untuk mengetahui *plastic strain ratio* (*r-value*) dapat digunakan persamaan dengan menggunakan hubungan volume konstan, yaitu:

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{\epsilon_w}{\epsilon_t} \\
 &= \frac{\epsilon_w}{-(\epsilon_w + \epsilon_t)} \\
 &= \frac{\ln(w_0/w)}{-\ln\left(\frac{w_0 L_0}{wL}\right)} = \frac{\ln(w_0/w)}{\ln\left(\frac{wL}{w_0 L_0}\right)}
 \end{aligned}$$

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengujian dan perhitungan yang diperoleh secara garis besar terlihat pada Tabel 1 dan beberapa contoh specimen hasil pengujian seperti terlihat pada Gambar 3. Data spektrometri menunjukkan bahwa jenis unsur yang terkandung pada kedua jenis material tersebut adalah sama namun terdapat perbedaan pada komposisinya. Kadar karbon yang terkandung pada material kaleng bekas kemasan biskuit sebesar 0,03826 % dan pada material kaleng bekas cat tembok sebesar 0,0318 %. Berdasarkan data kandungan kadar karbon tersebut walaupun pada material kaleng bekas kemasan biskuit memiliki nilai kandungan yang lebih besar namun kedua jenis material dapat dikategorikan sebagai baja karbon rendah ($C < 0,3\%$) dan mempunyai sifat mampu untuk dibentuk secara baik. Hal tersebut didasarkan pada pernyataan Tata Surdia, et.al, bahwa lembaran baja tipis yang dapat dibentuk secara baik maksimum mengandung 0,18 % karbon, tetapi karena kadar karbon membuat regangan plastisnya menurun, sehingga sebaiknya kadar karbon diturunkan sampai kira-kira 0,03%. Sedangkan dari hasil pengujian tarik diketahui bah-

wa kekuatan tarik dari kedua jenis material tersebut adalah sebesar $52,95 \text{ kgf/mm}^2$ pada material kaleng bekas kemasan *biscuit* dan pada material kaleng bekas kemasan cat tembok sebesar $36,54 \text{ kgf/mm}^2$. Dengan menggunakan data pengujian tarik dan persamaan 1 di atas, diketahui bahwa *plastic strain ratio* (*r-value*) dari material kaleng bekas kemasan biscuit diketahui sebesar 0,6 dan pada material kaleng bekas kemasan cat tembok sebesar 1,8454. Selain itu juga diketahui *limit drawing ratio* (*LDR*) dari kedua jenis material tersebut, yaitu pada material kaleng bekas kemasan biscuit sebesar 2,3 dan pada material kaleng bekas kemasan cat tembok sebesar 3,296. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa kekuatan tarik material kaleng bekas kemasan biscuit lebih besar dibandingkan dengan material kaleng bekas kemasan cat tembok, sedangkan *r-value* dan *limit drawing ratio* pada material kaleng bekas kemasan cat tembok mempunyai nilai yang lebih besar. Besarnya *r-value* menunjukkan batas regang dan ukuran ketahanan material kaleng bekas cat tembok terhadap penipisan, yang berpengaruh terhadap mampu bentuk khususnya *drawability*. Menurut Tata Surdia et.al, bahwa *drawability* yang baik dari baja adalah bila memiliki nilai $r > 1$. Semakin besar nilai *r* maka *drawability*-nya semakin baik. Pernyataan senada juga disampaikan oleh Mardjono Siswosuwarno yang menyatakan bahwa nilai *r* mempunyai pengaruh pada *LDR*. Selain itu Mardjono Siswosuwarno juga menyatakan bahwa material yang memiliki kemampuan *drawing* (*drawability*) baik, maka nilai *LDR*-nya akan berada diatas 2 ($LDR > 2$). Nilai *LDR* adalah batas tarik maksimum material yang mengalami proses *deep drawing*. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dikatakan bahwa material kaleng bekas cat tembok memiliki *drawability* yang baik karena memiliki nilai $r > 1$ dan nilai $LDR > 2$, sedangkan material kaleng bekas biscuit memiliki *drawability* yang kurang baik karena memiliki nilai $r < 1$ dan nilai $LDR < 2$.



Gambar 3 Beberapa spesimen hasil pengujian tarik dan pengujian *deep drawing*

Berdasarkan Gambar 3 dan data hasil pengujian *deep drawing* pada Tabel 2 di atas, terlihat adanya perbedaan kondisi hasil antara kedua jenis material. Pada material kaleng bekas kemasan biscuit mengalami pecah (*fracture*) pada semua kondisi penekanan *blank holder*. Ketinggian *cup* yang mampu dihasilkan hanya berkisar 3 mm dengan besar gaya

Tabel 1 Data Hasil Pengujian dan Perhitungan dari Kedua Jenis Material

Hasil / Indikator	Material Kaleng Bekas Biskuit	Kemasan Cat Tembok
Kadar karbon (C)	0,03826 %	0,0318 %
Kuat tarik	52,95 kgf/mm ²	36,54 kgf/mm ²
<i>r-value</i>	0,6	1,8454
LDR	2,3	3,296
Dia. <i>blank</i> (maksimum)	92 mm	132 mm
Ketinggian cup yang dapat dicapai	3 mm	11 mm
Kondisi / hasil pengujian <i>deep drawing</i>	Kerut dan atau pecah	pecah (<i>fracture</i>)

Tabel 2 Data hasil pengujian *deep drawing*

Gaya <i>Blank-Holder</i> (kgf)	Kaleng Bekas Kemasan Cat Tembok			Kaleng Bekas Kemasan Biskuit		
	Tinggi <i>Cup</i> (mm)	Gaya Penekanan (kgf)	Kondisi / Hasil	Tinggi <i>Cup</i> (mm)	Gaya Penekanan (kgf)	Kondisi / Hasil
200	1	12,5		1	25	
	2	200		2	250	
	3	400	Kerut	3	450	Pecah
	4	525	(<i>wrinkle</i>	-	-	(<i>fractur</i>
	5	675)	-	-	<i>e</i>)
	6	800		-	-	
	7	850		-	-	
300	1	25		1	12,5	
	2	175		2	150	
	3	387,5		3	425	
	4	500		-	-	
	5	650	Kerut	-	-	Pecah
	6	775	(<i>wrinkle</i>	-	-	(<i>fractur</i>
	7	900)	-	-	<i>e</i>)
	8	1012,5		-	-	
	9	1137,5		-	-	
	10	1175		-	-	
400	1	12,5		1	12,5	
	2	100		2	75	
	3	375		3	425	
	4	525		-	-	
	5	675		-	-	
	6	800	Pecah	-	-	Pecah
	7	950	(<i>fracture</i>)	-	-	(<i>fractur</i>
	8	1100		-	-	<i>e</i>)
	9	1200		-	-	
	10	1312,5		-	-	
	11	1350		-	-	

penekan saat uji *deep drawing* hanya berkisar 425 – 450 kgf. Sementara itu pada material kaleng bekas kemasan cat tembok ketinggian *cup* yang mampu dihasilkan adalah berkisar 11 mm sebelum mengalami pecah (*fracture*) dengan besar gaya *blank holder* sebesar 400 kgf. Sedangkan pada gaya *blank holder* 200 kgf dan 300 kgf, ketinggian *cup* yang mampu dihasilkan berkisar 7 – 10 mm dengan kondisi kerut (*wrinkle*) dan belum mengalami pecah (*fracture*). Besar gaya penekan sampai specimen uji mengalami pecah (*fracture*) mencapai 1350 kgf. Hal tersebut menunjukkan bahwa material kaleng bekas kemasan cat tembok mempunyai sifat *drawability* yang lebih baik bila dibandingkan terhadap material kaleng bekas kemasan biscuit. Faktor kemampuan material terhadap penipisan (*r-value*) yang dimiliki kedua jenis material tersebut mempunyai pengaruh yang lebih dominan.

4 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil serta pembahasan di atas, kesimpulan yang didapatkan pada studi ini adalah sebagai berikut :

1. Kandungan karbon pada kedua jenis material tersebut *relative* sama yaitu sebesar 0,03826% dan 0,0318%, keduanya dikategorikan sebagai baja karbon rendah ($C < 0,3\%$) serta memenuhi kriteria mampu dibentuk secara baik (C kira-kira 0,03%).
2. Kemampuan material terhadap penipisan (*r-value*) yang dimiliki kedua jenis material tersebut mempunyai pengaruh yang lebih dominan. Berdasarkan kriteria *drawability* yang baik ($r-value > 1$) maka material kaleng bekas kemasan cat tembok memiliki *drawability* yang baik karena *r-value* yang dimiliki sebesar 1,8454. Sedangkan pada material kaleng bekas kemasan biscuit *drawability*-nya kurang baik, karena *r-value* yang dimiliki sebesar 0,6.
3. Nilai *limit drawing ratio* (*LDR*) dari kedua jenis material berdasarkan kriteria *drawability* yang baik ($LDR > 2$) maka keduanya memiliki dapat dikatagorikan memiliki *drawability* yang baik, karena kedua jenis material memiliki *LDR* sebesar 2,3 dan 3,296.
4. Hasil pengujian *deep drawing* menunjukkan bahwa material kaleng bekas kemasan cat tembok memiliki *drawability* yang lebih baik bila dibandingkan dengan material kaleng bekas kemasan biscuit. Hal tersebut terlihat dari kondisi / hasil uji, baik terjadinya pecah (*fracture*) maupun kerut (*wrinkle*) maupun ketinggian *cup* yang mampu dihasilkan serta besar gaya penekanan.

Daftar Pustaka

- 1 Annual Book of ASTM standard, ASTM, vols 03.01, 1987.
- 2 CW. Wegst, *Stahlschulussel* halaman 87, Marbach 1977
- 3 Dieter, George E., *Metalurgi Mekanik*, terjemahan Sriati Djaprie, Edisi ketiga, Jilid 2, Erlangga, Jakarta, 1986.
- 4 Mejrads. M., *Analysis of Deep Drawing*, Mech.Eng.Dept, Concordia University. <http://www.users.encs.concordia.ca/mmedrajmech421lecture10sheetmetalworking.htm>.
- 5 Moerbani. J., *Teori tentang Deep Drawing (Punching Tool 2)*, ATMI – St. Mikael Surakarta, 1990.
- 6 Schuler, Louis, *Metal Forming Handbook*, 4th Revised Edition, The Machinery Publishing Company, Stuttgart, 1966.

- 7 Siegert. K., Wagner. S., *TALAT Lecture 3704, Deep Drawing*, Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart.
- 8 Siswosuwarno. Mardjono, *Pembentukan Logam Lembaran : Geometri Proses dan Perkakas*, Jurusan Teknik Mesin - ITB, Bandung.
- 9 Sofyan. D, *Sifat Drawability Lembaran Baja Karbon Rendah, POROS volume 2* Jurusan Teknik Mesin – Fak. Teknik - Universitas Tarumanegara, 1999.
- 10 Tata Surdia, Shinroku Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, cetakan ke empat, Pradnya Paramita, Jakarta, 1999.