

Pengaruh Embossing Terhadap Kekuatan Lentur dan Kekerasan Pada Sirip Roda Traktor Tangan

Yosrihard B¹., Muhammad Arsyad Suyuti^{2*}, Syaputra Dermawan³, Dewi Ratih M⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*muhammadarsyadsuyuti@poliupg.ac.id

Abstract: Tractor wheel fins are the most important part of a tractor for plowing a field. The damage to the tractor wheel fins is caused by the lack of ability of the tractor wheel fins to resist bending loads and is affected by the age of the fins themselves. Previous research has made bending tools that can also be used for shaping the hand wheel tractor iron fins with a hydraulic system, with one stage of the bending process, two radius-shaped embossing as reinforcement. Therefore, this study was conducted to find out how the influence of embossing on the flexural strength and hardness of the tractor wheel fins using a variation of the triangle embossing model, number of embossing 1, and embossing height 4, 5, 6 mm with St 42 carbon steel material, plate thickness 3.8 mm. Based on the results of research carried out the higher the embossing the maximum flexural load produced is greater, where the maximum maximum flexural load obtained by tractor wheel fins with a triangle embossing model, and 6 mm embossing height obtained flexural stress 147,143 N/mm². The hardness test results of tractor wheel fins with a triangular embossing model, height 6 has the greatest hardness of 171.43 HB.

Keywords: Wheel tractor fins, Bending stress, High Embossing, Hardness test, Bending test

Abstrak: Sirip roda traktor merupakan bagian terpenting dari sebuah traktor untuk membajak sawah. Rusaknya sirip roda traktor disebabkan karena kurangnya kemampuan sirip roda traktor menahan beban lentur serta dipengaruhi oleh usia sirip itu sendiri. Penelitian sebelumnya telah dibuat alat bantu bending yang juga dapat digunakan untuk pembentuk sirip roda besi traktor tangan dengan sistem hidrolik, dengan satu tahapan proses penekukan, dua *embossing* berbentuk radius sebagai tulangan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh *embossing* pada kekuatan lentur dan kekerasan sirip roda traktor dengan menggunakan variasi model *embossing* segitiga, jumlah *embossing* 1, serta tinggi *embossing* 4, 5, 6 mm dengan material baja karbon St 42, ketebalan pelat 3.8 mm. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan semakin tinggi *embossing* maka beban lentur maksimum yang dihasilkan semakin besar, dimana beban lentur maksimum terbesar diperoleh oleh sirip roda traktor dengan model *embossing* segitiga, dan tinggi *embossing* 6 mm didapatkan tegangan lentur 147,143 N/mm². Hasil uji kekerasan sirip roda traktor dengan model *embossing* segitiga, tinggi 6 memiliki kekerasan terbesar yaitu 171,43 HB.

Kata kunci : Sirip roda traktor; Tegangan lentur; Tinggi Embossing, Uji kekerasan, Uji lentur

I. PENDAHULUAN

Traktor tangan (*hand tractor*) merupakan sumber penggerak dari implement (peralatan) pertanian. Biasanya traktor tangan digunakan untuk menarik implement pengolah tanah seperti bajak. Sebagai alat pengolah tanah, traktor tangan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dengan kondisi lahan di Indonesia. Traktor tangan terdiri dari beberapa komponen penyusun, salah satunya sirip roda besi traktor yang menjadi salah satu komponen vital dari beberapa komponen yang ada. Hal ini dikarenakan sirip roda besi traktor berfungsi sebagai pencecah tanah pada lahan persawahan.

Dalam pembajakan tanah biasanya ditentukan oleh jenis tanaman dan ketebalan lapisan tanah atas. Kedalaman lapisan olah tanah untuk tanaman padi lebih kurang 18 cm bahkan ada tanah yang harus dibajak lebih dalam lagi sekitar 20 cm [1]. Salah satu masalah dari penggunaan bajak yaitu apabila di dalam tanah terdapat benda-benda keras maka akan memberikan tahanan yang lebih kuat terhadap sirip roda traktor sehingga dapat membuat sirip roda traktor menjadi melendut.

Menurut George E. Dieter, biaya kadang-kadang dapat dikurangi dengan menggunakan lembaran logam yang lebih tipis dari normal jika kekuatan dan kekakuan yang meningkat dengan menekuk dan membentuk lembar tulang [2].

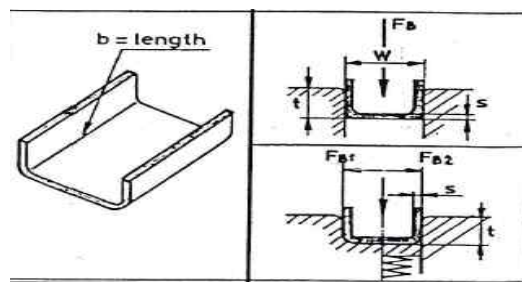
Pemeriksaan secara eksperimen dan menggunakan software telah dilakukan dengan berbagai jenis lembaran metal pada proses embossing. Hasil menunjukkan dalam teknik ini digunakan untuk memperbaiki kekakuan dari lembaran pelat. Selanjutnya untuk meningkatkan kekakuan harus mempertimbangkan beberapa parameter seperti jumlah, posisi, tinggi dan jarak dari emboss. Teknik ini juga tidak hanya menekankan meningkatnya kekakuan dari lembaran metal tapi bisa juga untuk membuat lembaran menjadi bentuk yang diinginkan seperti panel, pintu mobil, komponen lainnya [3][4].

Berdasarkan uraian diatas maka, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh embossing terhadap kekuatan lentur dan kekerasan sirip roda traktor. Dalam penelitian ini proses pembentukan sirip roda traktor menggunakan alat metal forming yaitu *punch* dan *dies*, untuk mengetahui besar gaya yang dibutuhkan untuk membentuk sirip roda traktor dengan satu *embossing*. Gaya yang dibutuhkan untuk menekuk bagian ujung sirip roda traktor.

$$F_{B1} = 0,8 \cdot b \cdot s \cdot R_m$$

$$F_{B2} = 0,5 \cdot b \cdot s \cdot R_m$$

Dimana : F_B = Gaya tekuk (N), b = Lebar tekukan (mm), s = Tebal pelat (mm) dan R_m = Tegangan bengkok bahan (N/mm^2)

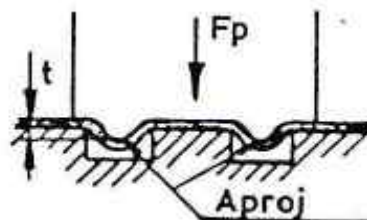


Gambar 1. Gaya pada tekukan 'U-Bending in the die

Dari hasil hitungan besar gaya yang dibutuhkan untuk menekuk bagian ujung sirip roda traktor selanjutnya menghitung besar gaya yang dibutuhkan untuk membentuk *emboss*.

$$F_p = A_{proj} \cdot R_m$$

Dimana : F_p = Gaya tekuk (N), A_{proj} = Luas Embossing (mm^2), dan R_m = Kekuatan tarik bahan (N/mm^2).



Gambar 2. Pembentukan Embossing

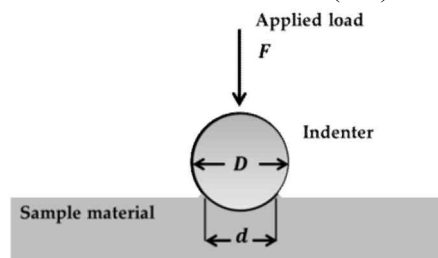
Pengujian lentur adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis serta untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan lentur dari sirip roda traktor yang sudah diberikan *emboss*. Jika semua balok yang ditumpu pada kedua

ujungnya dan mendapat beban tangensial, maka pada balok tersebut akan mengalami tegangan yang dinamakan tegangan lentur (tegangan bengkok) [5].

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Dimana : σ = tegangan lentur (N/mm^2), M = momen lentur (N.mm) dan W = momen tahanan lentur (mm^3)

Pengujian kekerasan merupakan salah metode yang umum digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan suatu material. Pengujian kekerasan adalah tahanan yang diterima oleh bahan terhadap desakan, disebabkan oleh sebuah alat pendesak dengan bentuk tertentu dibawah gaya tertentu. Pengujian kekerasan dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain *Hard Brinell* (HB), *Hard Vickers* (HV), HRB (*Hard Rockwell Ball*) dan HRC (*Hard Rockwell Cone*). Dari beberapa metode tersebut yang umum digunakan adalah *Hard Brinell* (HB).



Gambar 3. Prinsip Pengujian Kekerasan Menurut Brinell

Kekerasan *Hard Brinell* (HB) diperoleh dari perbandingan antara gaya (N) dan luas penampang bekas penekanan (A) yang dapat diformulasikan sebagai berikut [5]:

$$HB = \frac{F}{A} \text{ kgf/mm}^2 = \frac{9.8 \times F}{A} \text{ N/mm}^2$$

II. METODE PENELITIAN

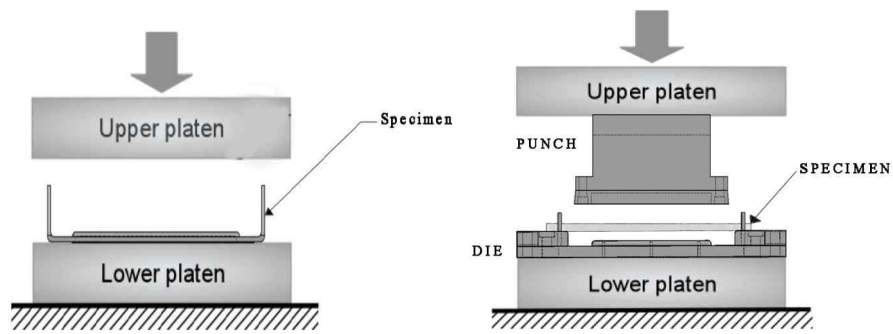
Penelitian ini dilakukan dibengkel Mekanik, Laboratorium CNC dan Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun langkah-langkah proses penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Persiapan material. Persiapan material ini bertujuan untuk memastikan bahwa material yang digunakan dalam penelitian yaitu St 42. Sehingga sebelum pembuatan sirip roda traktor maka terlebih dahulu dilakukan pengujian tarik dan kekerasan untuk mengetahui sifat mekanis material tersebut diantaranya: kekuatan tarik dan kekerasan.
2. Pembuatan sampel sirip roda traktor. Pembuatan sampel sirip roda traktor dengan menggunakan mesin potong pelat. Ukuran bahan yang dipersiapkan panjang 340 mm dan lebar 80 mm dengan seperti gambar berikut ini:



Gambar 4. Bahan sirip roda traktor

3. Melakukan pembentukan sirip roda traktor tangan menggunakan *punch* dan *dies*. Proses pembentukan sirip roda traktor menggunakan *punch* dan *dies* yang dipasang pada mesin *Press Brake V Bending* dengan memvariasikan tinggi *embossing* yaitu 4, 5, dan 6 mm model segitiga.



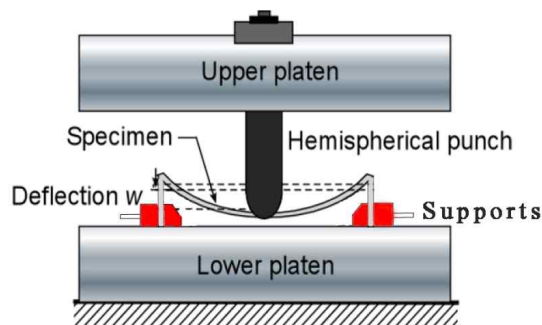
Gambar 5. Metode eksperimen pembentukan *emboss* pelat lembaran dengan punch dan dies

Hasil dari pembentukan sirip roda traktor tangan menggunakan *punch* dan *dies* adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil eksperimen

Parameter	Satuan
Ukuran spesimen	270 mm x 80 mm
Tebal pelat	3,8 mm
Bentuk <i>embossing</i>	Segitiga
Lebar <i>embossing</i>	5 mm
Jumlah <i>embossing</i>	Tanpa dan 1 <i>Embossing</i>
Tinggi <i>embossing</i>	4, 5 dan 6 mm
Panjang <i>embossing</i>	200 mm

- Pengujian kekuatan lentur sirip roda traktor. Setelah proses pembentukan sirip roda traktor selesai maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian kekuatan lentur menggunakan mesin *universal testing machine* (UTM) Merek *Galdabini* PM100 kapasitas 100 KN.



Gambar 6. Metode pengujian lentur

- Pengujian kekerasan sirip roda traktor menggunakan mesin *Affri Hardness Tester* dengan metode *Brinnel*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis Uji Lentur

Pengujian lentur dilakukan dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM), dimana sirip roda traktor ditekan sampai gaya maksimum. Pada saat dilakukan pengujian, maka data-data seperti gaya maksimum terdeteksi pada jarum jam pengukuran dan defleksi yang terjadi dapat dilihat pada DTI (*Dial Test Indicator*). Dalam penelitian ini data dari pengujian lentur yang diamati adalah gaya maksimum, dan defleksi yang terjadi.

Tabel 2. Hasil pengujian lentur sirip roda traktor satu *embossing* dan tanpa *embossing*

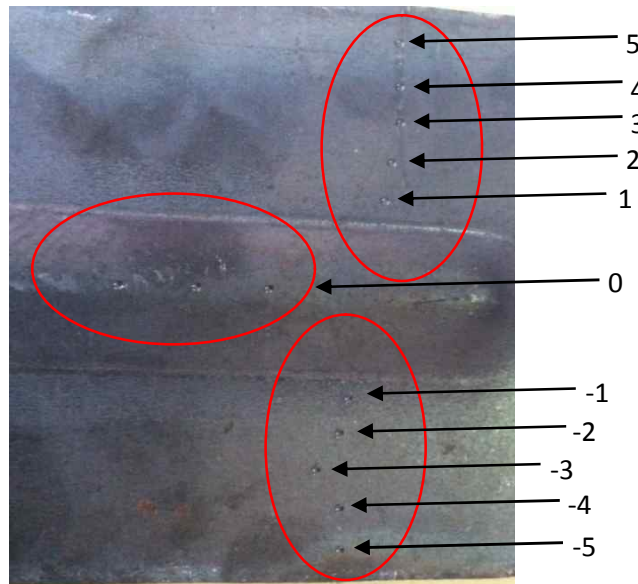
No	Model Embossing	Jumlah Embossing	Tinggi Embossing (mm)	F max (N)	Momen Lentur (N.mm)	Momen tahanan lentur (mm ³)	Tegangan Lentur (N/mm ²)
1	Δ	1	4	2500	82000	631,5093	129,8476
2	Δ	1	5	2800	91840	631,5093	145,4294
3	Δ	1	6	2833	92922,4	631,5093	147,1434
4	P	-	-	1766	57924,8	631,5093	91,72438

Berdasarkan hasil pengujian lentur pada Tabel 2 menunjukkan bahwa untuk sirip roda traktor untuk model *embossing* segitiga dengan tinggi 6 mm memiliki kekuatan lentur paling besar yaitu 147,143 N/mm² jika dibandingkan dengan sirip roda traktor model *embossing* segitiga tinggi 4, dan 5 mm.

Untuk sirip roda traktor tanpa *embossing* memiliki kekuatan lentur sebesar 91,724 N/mm². Dengan demikian dapat diketahui bahwa sirip roda traktor model *embossing* segitiga dengan tinggi *embossing* 6 mm memiliki kekuatan lentur lebih besar dibandingkan dengan sirip roda traktor yang lain.

B. Hasil Analisis Uji Kekerasan

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian kekerasan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *embossing* terhadap kekerasan sirip roda traktor. Hasil pengujian kekerasan bahan sebelum dibentuk menjadi sirip roda traktor yaitu 121,08 HB, lokasi yang diberi beban ada 13 titik pada bagian sirip roda traktor.



Gambar 7. Lokasi yang diberikan penetrasi

Tabel 3. Hasil uji kekerasan sirip roda traktor dengan *embossing* model segitiga dengan variasi tinggi

No	O5 (A)	O5 (B)	O5 (C)	Rerata
5	138,8	136,8	139,2	138,267
4	129,6	138,8	127,2	131,867
3	132,5	131,4	129,2	131,033
2	124,8	122	126,4	124,4
1	129,4	149,2	137,2	138,6

No	O4 (A)	O4 (B)	O4 (C)	Rerata
5	132,8	138,6	128	133,133
4	137,6	131,2	125,6	131,467
3	130,2	130,8	128,2	129,733
2	124,8	123,8	127,2	125,267
1	126,6	133,5	129,6	129,9

0	157,2	163,133	160,667	160,333
-1	134,2	130,6	146,6	137,133
-2	132	130,8	128,2	130,333
-3	125,8	132,9	123,4	127,367
-4	134,6	139	130	134,533
-5	135	140,2	140,6	138,6

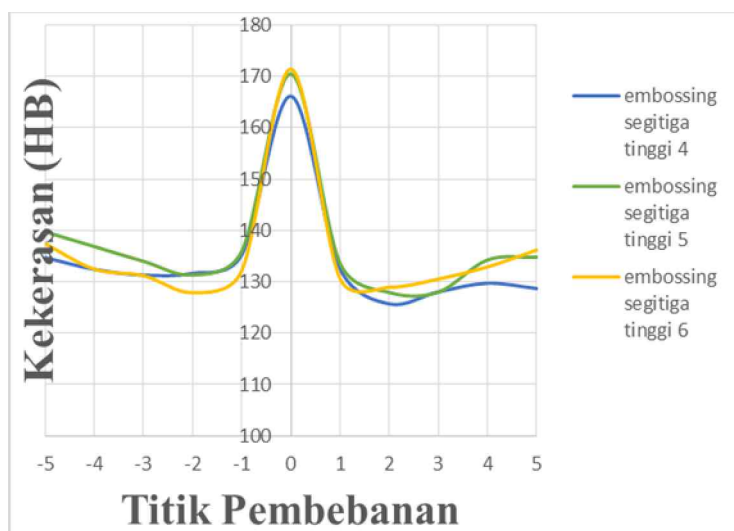
(tinggi embossing 4 mm)

0	156,267	154,933	158,033	156,411
-1	129,8	137,2	134,8	133,933
-2	127,5	130,8	132,6	130,3
-3	136,2	130,8	132,4	133,133
-4	137,6	133,4	134,4	135,133
-5	134	130,2	136,2	133,467

(tinggi embossing 5 mm)

No	O6 (A)	O6 (B)	O6 (C)	Rerata
5	130,2	134	128,2	130,8
4	122	135,4	130,8	129,4
3	127	133,6	127,8	129,467
2	127,7	126,2	129,4	127,767
1	134,6	129,4	131,4	131,8
0	169,3	168,533	165,167	167,667
-1	134,6	133,5	142,4	136,833
-2	125,8	127,8	126,8	126,8
-3	124,5	132,6	131,4	129,5
-4	128,2	133,2	135,8	132,4
-5	138,2	137,6	139	138,267

(tinggi embossing 6 mm)



Gambar 8. Grafik pengujian kekerasan sirip roda traktor model *embossing* segitiga dengan tinggi 4, 5, dan 6 mm

Berdasarkan hasil uji kekerasan dapat dilihat peningkatan kekerasan yang terjadi sangat signifikan terjadi pada bagian *embossing* sirip roda traktor. Tinggi *embossing* mempengaruhi kekerasannya, semakin tinggi *embossing* maka akan semakin keras pelat tersebut.

Dari hasil uji kekerasan pada tabel 3 dan Gambar 8 dapat dilihat peningkatan kekerasan yang terjadi sangat signifikan terjadi pada bagian *embossing* sirip roda traktor. Tinggi *embossing*

mempengaruhi kekerasannya, semakin tinggi *embossing* maka akan semakin keras pelat tersebut. Sirip roda traktor model segitiga dengan tinggi *embossing* 6 mm memiliki kekerasan pada bagian *embossing*nya sebesar 171,433 HB. Jika membandingkan kekerasan sirip roda traktor *embossing* model segitiga dengan tinggi *embossing* 6 mm dapat diketahui bahwa memiliki tingkat kekerasan yang lebih besar dibandingkan sirip roda traktor yang lain. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suyuti dkk yang mempelajari pengaruh *springback* pada proses V-bending [6].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Kekuatan lentur sirip roda traktor mengalami peningkatan signifikan dengan diberikan *embossing*.
- b. Kekuatan lentur sirip roda traktor model *embossing* segitiga dengan tinggi 6 mm memiliki kekuatan lentur lebih besar yaitu 147,143 N/mm² dibandingkan sirip roda traktor model yang sama dengan tinggi yang berbeda.
- c. Kekerasan sirip roda traktor mengalami peningkatan paling signifikan terjadi pada bagian *embossing*nya dimana kekerasan terbesar terjadi pada sirip roda traktor model *embossing* segitiga tinggi 6 mm yaitu 171,433 HB dibandingkan dengan sirip roda traktor yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. B. Barbier, "The farm-level economics of soil conservation: the uplands of Java," *Land Econ.*, vol. 66, no. 2, pp. 199–211, 1990.
- [2] G. E. Dieter, *Reka Bentuk Kejuruteraan*. ITBM, 2000.
- [3] C. S. Namoco, "Improving the Rigidity of Sheet Metal by Embossing and Restoration Technique," *Mindanao J. Sci. Technol.*, vol. 8, 2010.
- [4] C. S. Namoco Jr, T. Iizuka, N. Hatanaka, N. Takakura, and K. Yamaguchi, "Numerical Investigation of Flexural Properties of Sheet Metals Subjected to Embossing and Restoration Process," in *Key Engineering Materials*, 2007, vol. 340, pp. 377–382.
- [5] L. H. Van Vlack and S. Djaprie, *Ilmu dan teknologi Bahan*. Penerbit Erlangga, 1992.
- [6] M. A. Suyuti and R. Nur, "The Influence of Punch Angle on the Spring Back during V-Bending of Medium Carbon Steel," in *Advanced Materials Research*, 2015, vol. 1125, pp. 157–160.