

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT *METAL FORMING* SIRIP RODA BESI TRAKTOR TANGAN

Muhammad Arsyad Suyuti¹⁾

Abstrak: Penggunaan teknologi mekanisasi pertanian oleh petani saat ini sangat pesat perkembangannya mulai dari pekerjaan membajak sawah sampai panen. Salah satu pengembangan penerapan mekanisasi pertanian adalah penggunaan teknologi tepat guna traktor tangan menggantikan tenaga manusia maupun ternak dalam membajak lahan kering maupun lahan basah. Dengan meningkatnya penggunaan alat mekanisasi pertanian dari petani berdampak pada adanya kebutuhan pemeliharaan dan perbaikan alat-alat mekanisasi tersebut. Hal ini memicu berkembangnya bengkel-bengkel sampai pada pelosok-pelosok pedesaan khususnya bengkel pabrikan pengelasan dan bengkel perawatan motor diesel/bensin. Traktor tangan merupakan salah satu alat mekanisasi pertanian yang banyak membutuhkan perawatan dan perbaikan setelah dipakai beberapa lama. Salah satu komponen traktor tangan yang sering membutuhkan perawatan dan perbaikan adalah sirip roda besi. Perawatan sirip roda besi dilakukan dengan mengganti semua siripnya. Kendala yang dihadapi bengkel las adalah suku cadang sirip roda besi ini sangat sulit didapatkan di daerah-daerah pedesaan sehingga bengkel-bengkel las harus membuat dengan cara tradisional, dengan cara tradisional tersebut membutuhkan waktu pembuatan yang sangat lama dengan kualitas yang kurang baik. Tujuan khusus dalam penelitian ini yaitu untuk merancang dan membuat alat bantu produksi untuk pembentuk sirip roda besi traktor tangan. Sedangkan target yang sudah dicapai dalam penelitian ini antara lain: a) perancangan konstruksi alat metal forming, b). pembelian bahan yang dibutuhkan, c). pembuatan komponen, d) perakitan alat metal forming untuk sirip roda besi traktor tangan, e). pengecatan dan f). persiapan bahan daun sirip roda traktor untuk pengujian alat metal forming tersebut. Kesimpulan yang dapat ditarik dari kegiatan penelitian ini adalah telah dihasilkan satu unit prototipe alat metal forming untuk pembentukan daun sirip roda traktor. Alat ini terdiri dari tiga sub rakitan yaitu 1). rangka 2). sumber tenaga/bahan dan 3) die set pembentuk. Alat metal forming sirip roda yang dihasilkan menggunakan penekan sistem dongkrak hidrolik dengan kapasitas 50 ton. Alat ini mampu membentuk sirip roda traktor dari material pelat ketebalan 2,5 mm. Ukuran sirip roda traktor yang dihasilkan 265x80x45 mm pada tingkat kepresisian sedang. Setiap sirip roda traktor dapat dibentuk dalam waktu yang cukup singkat maksimum 34 detik.

Kata Kunci: Die set, Dongkrak hidrolik, *Metal forming* , Sirip roda traktor.

I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan salah satu kategori negara berkembang yang sangat potensial di bidang pertanian. Hal ini didukung oleh kondisi fisik lahan yang

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

berada di kawasan iklim tropis. Luas lahan pertanian lebih kurang (61,635 juta hektar) atau sekitar 82,71% dari seluruh luas lahan. Lahan tersebut sebesar 7,886 juta hektar digunakan untuk area persawahan (Sumber: Portal Nasional Republik Indonesia). Perkembangan dibidang pertanian terutama untuk komoditas padi dimanfaatkan oleh sebagian besar rakyat Indonesia sebagai sumber mata pencaharian.

Pertanian dalam prospek perkembangannya memerlukan peran mekanisasi pertanian. Mekanisasi pertanian dalam pengertian *Agricultural Engineering*, mencakup aplikasi teknologi dan manajemen penggunaan berbagai jenis alat mesin pertanian, mulai dari pengolahan tanah, tanam, penyediaan air, pemupukan, perawatan tanaman, pemungutan hasil sampai ke produk yang siap dipasarkan. Dari tujuannya, aplikasi mekanisasi pertanian dimaksudkan untuk menangani pekerjaan yang tidak mungkin dilakukan secara manual, meningkatkan produktivitas sumber daya manusia, efisiensi penggunaan input produksi, meningkatkan kualitas dan produktivitas serta memberikan nilai tambah bagi penggunaanya (Aris Priyanto,1997). Penerapan mekanisasi pertanian menuntut adanya dukungan berbagai unsur, seperti tenaga profesional di bidang manajemen, perawatan, teknik/ mekanik, operator, ketersediaan bahan bakar, pelumas, suku cadang serta infrastruktur lainnya. Salah satu aplikasi penggunaan mekanisasi pertanian adalah pemakaian traktor tangan (*hand tractor*) dalam pengolahan lahan/membajak sawah.

Traktor tangan (*hand tractor*) merupakan sumber penggerak yang digunakan untuk menarik peralatan (*implement*) sebagai pengolahan tanah seperti bajak. Sebagai alat pengolah tanah, traktor tangan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dengan kondisi lahan di Indonesia. Dilihat dari segi teknis, penggunaan cangkul dan garu untuk alat pengolahan tanah memberikan kapasitas kerja dan tingkat kenyamanan kerja sangat rendah dibandingkan dengan penggunaan traktor tangan.

Salah satu bagian traktor tangan yaitu komponen penggerak berupa roda besi traktor. Roda besi traktor memiliki beberapa komponen diantaranya lingkaran roda, sirip rodabesi, flens, terali lingkaran roda, baut dan mur. Sirip pada roda besi traktor tangan merupakan komponen vital yang banyak mengalami kerusakan. Perawatan pada kerusakan komponen ini dilakukan dengan cara penggantian komponen sirip roda besi di bengkel-bengkel pabrikan dan las.

Dari hasil survey pada beberapa bengkel pabrikan dan las yang mempunyai keahlian perbaikan dan perawatan alat-alat mekanisasi pertanian di daerah pelosok pedesaan yang banyak pengguna traktor tangan diketahui bahwa permintaan perbaikan dan perawatan traktor tangan sangat banyak termasuk sirip roda besi traktor tangan. Namun dalam perbaikan mengalami beberapa kendala karena sulitnya didapatkan suku cadang sirip roda traktor. Sehingga proses penggantian dilakukan dengan terlebih dahulu membuat komponen sirip roda traktor dari pelat. Dimana pembuatan dilakukan dengan cara manual/tradisional dengan menggunakan ragum sebagai pencekam plat, las karbid sebagai proses pemanasan pada permukaan logam dan palu yang digunakan sebagai pemukul untuk membengkokkan pelat. Adapun sirip roda besi yang dihasilkan dari proses pengerjaan ini segi dimensi setiap produk memiliki ukuran yang tidak

presisi dan tidak seragam, permukaan penekukan mengalami kerutan dan tidak memiliki embossing sebagai tulangan penguat. Waktu proses pembengkokan dibutuhkan 5 – 10 menit untuk proses pembentukan setiap produk. Selain itu Muhammad Arsyad Suyuti (2014) telah merancang dan membuat alat tekuk V mini untuk pelat, alat tekuk ini juga dapat digunakan untuk pembentuk sirip roda besi traktor tangan dengan sistem hidrolis. Namun kelemahannya proses tekuk hanya dapat dilakukan dengan dua langkah kerja dan juga tidak memiliki lokator sebagai penepat garis bending, sehingga hasil ukuran dan bentuknya masih belum seragam.

Kondisi tersebut diatas menunjukkan bahwa proses perbaikan dan perawatan roda besi traktor yang dilakukan pada sebagian bengkel-bengkel masih kurang efektif karena kualitas sirip roda besi yang dibentuk kurang baik dan membutuhkan waktu cukup lama dalam proses pembentukannya. Dengan demikian bengkel pabrikan dan las membutuhkan teknologi tepat guna untuk meningkatkan efektifitas perawatan peralatan mekanisasi pertanian. Hal ini sejalan apa yang dikemukakan oleh Subagio (2006) yang menyatakan bahwa "Kebutuhan mesin teknologi tepat guna masih banyak dibutuhkan, guna menekan ongkos produksi serta meningkatkan efektifitas dan produktivitas kerja".

Dalam penelitian ini dihasilkan prototipe alat metal forming sirip roda traktor yang diharapkan mampu memberikan kontribusi langsung pada bengkel-bengkel las dalam pembuatan komponen sirip roda besi traktor dalam perbaikandan pemeliharaan roda besi traktor tangan.

Definisi *metal forming* adalah sekelompok proses manufaktur yang mana materi berbentuk geometri tertentu akan mengalami deformasi permanen akibat diberikannya gaya external yang cukup besar (Ahmad Abidin Zainal Prof; 2008). Tak jauh beda yang dikemukakan oleh Yusuf Aldila Pradana dan Jefry Anang Cahyadi (2012) bahwa "*Metal Forming* adalah proses pembentukan logam dengan mempergunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan atau ukuran dari logam yang dikerjakan". Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alat *metal forming* untuk sirip roda besi traktor tangan adalah suatu perkakas yang digunakan untuk pembentukan logam yang mempergunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk dan ukuran logam secara permanen.

Alat *metal forming* dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan sesuai dengan bentuknya. Proses yang terjadi pada alat ini terbagi atas proses *bending* dan pembentukan *embossing*. Secara umum *Metal forming* merupakan pembentukan logam melalui proses pemotongan, *bending*, *deep drawing*, *embossing* dan lain-lain. *Metal forming* dapat dilakukan dengan menggunakan alat *press tool*. Dimana *press tool* dapat dibuat sesuai dengan jenis dan bentuk produk yang dihasilkan. Dalam pembentukan sirip roda besi traktor terdapat dua proses yaitu proses *bending* dan *embossing*. Namun dalam proses pembuatan sirip roda besi traktor baik proses *bending* maupun proses *embossing* memiliki komponen yang sama. Menurut Donalson (1976) mengemukakan bahwa "Komponen-komponen alat bending terdiri

dari: 1. *punch*, 2. pegas, 3. pelat landasan, 4. pelat penekan (*pressure*), 5. *dies*, 6. Tangkai pemegang (*shank*), 7. pemegang *punch* (*punch holder*)”.

Tak jauh berbeda yang dikemukakan oleh Arsyad Suyuti, Muhammad (2014) bahwa komponen alat *bending* pelat manual terdiri dari : (1)tangkai pemegang (*shank*), (2) *punch*, (3) *landasan*, (4) *pegas*, (5)pelat atas (*top plate*), (6)pelat bawah (*bottom plate*), (7) *dies*. Dari kedua kutipan di atas terdapat beberapa perbedaan komponen. Hal ini disebabkan karena dari setiap alat *bending* disesuaikan dengan kegunaanya.

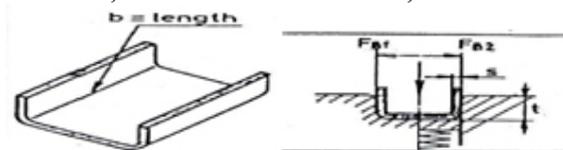
Berdasarkan dari kedua pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa komponen-komponen utama dari alat *metal forming* untuk sirip roda besi traktor tangan adalah *punch*, *dies*, pelat atas (*top plate*), pelat bawah (*bottom plate*), pilar (*guide post*), pegas dan *bushing*. Sedangkan komponen-komponen pendukung diantaranya: *pivot*, *lokator*, baut pengikat, hidrolik, *punch holder* dan rangka.

Dalam proses rancang bangun alat *metal forming* dengan sistem hidrolik ini terdapat beberapa hal yang harus dihitung yang kemudian menjadi dasar untuk perhitungan kekuatan dalam konstruksi alat *metal forming* yaitu:

1) Gaya tekuk yang terjadi

Pada pembentukan sirip roda traktor salah satu proses pembentukan yang dilakukan adalah *bending* U. Besar gaya tekuk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$FB1 = 0,8 \cdot b \cdot s \cdot R_m \text{ dan } FB2 = 0,5 \cdot b \cdot s \cdot R_m$$



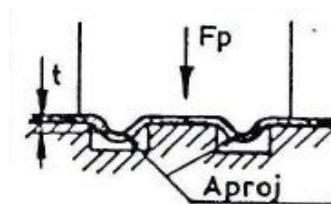
Gambar 1. Gaya pada tekukan ‘U-bending pada die’

Dimana :FB= gaya tekuk (N), b = lebar tekukan (mm), s= tebal pelat (mm), R_m = tegangan bengkok bahan (N/mm^2)

2) Gaya *Embossing*

Proses pembentukan kedua adalah *embossing* dimana besar gaya pembentukan *embossing* (*open*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

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



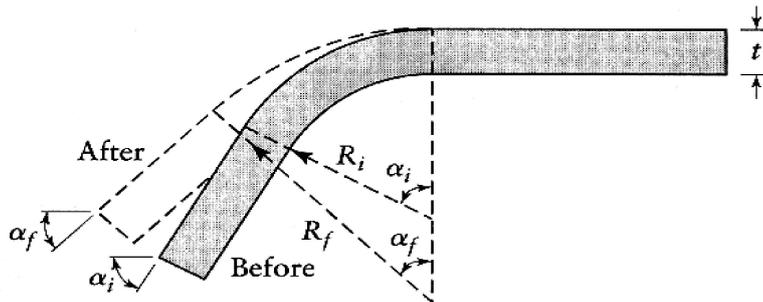
Gambar 2. Pembentukan
Dimana : F_p
= luas *embossing*
 R_m =
(N/mm^2)

Embossing
= gaya tekuk (N), A_{proj}
(mm^2) dan
tegangan bengkok bahan

3) Springback

Springback merupakan gaya balik yang ditimbulkan akibat pengaruh elastisitas bahan pelat yang mengalami proses pembentukan. Besarnya gaya balik ini ditentukan oleh harga modulus elastisitas bahan. Dalam proses pembungkukan harus diperhatikan gaya balik atau *springback*. Biasanya akibat *springback* terjadi penyimpangan terhadap sudut pembungkukan yang dibentuk.

Springback dapat terjadi pada semua proses penekukan, tetapi pengamatan yang paling mudah pada hasil penekukan. Jari-jari lengkungan ($ri1$) lebih kecil sebelum beban dihilangkan dibanding jari-jari lengkungan ($ri2$) setelah beban dihilangkan *springback* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:



Gambar 3. *Springback* pada pelat

$$K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{ri1 + s/2}{ri2 + s/2}$$

Dimana :

K = faktor *springback*; $ri1$ = radius pelat saat penekukan (mm); $ri2$ = radius pelat setelah penekukan (mm); s = tebal pelat; α_2 = sudut setelah penekukan ($^\circ$); α_1 = sudut saat penekukan ($^\circ$)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan selama delapanbulan, dari bulan Maret 2015 sampai bulan Oktober 2015. Adapun kegiatan perancangan dan pembuatan alat *metalforming* untuk sirip roda besi traktor tanganakan dilakukan pada laboratorium CNC, bengkel mekanik dan laboratorium mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang.

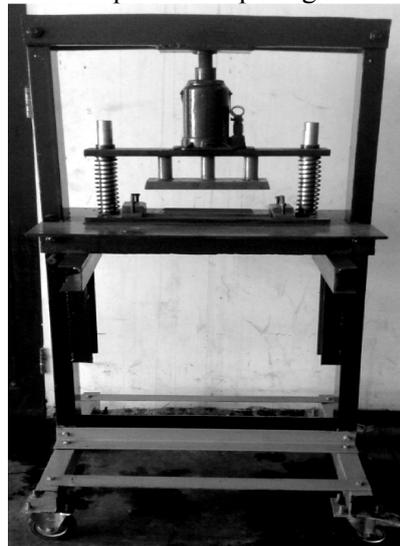
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain besi profil U, besi poros St 42, poros stainless steel, besi siku, pelat baja, pegas tekan, kuningan, dan dongkrak. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah mesin frais CNC, mesin bubut, mesin bor, mesin gerinda, mesin las listrik dan las gas, mesin gergaji potong dan berbagai alat ukur dimensi .

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti berikut ini: Tahap pertama yaitu tahap perancangan yang dimulai studi literature, perancangan konsep konstruksi dan *die set*, melakukan evaluasi dan analisa rancangan dan pembuatan gambar kerja. Tahap kedua yaitu tahap pembuatan dan perakitan. Pada tahap ini dilakukan pembuatan pada semua komponen-komponen berdasarkan gambar kerja, sedangkan komponen standar dibeli. Setelah semua komponen tersedia baik komponen yang dibuat maupun yang dibeli/standar maka langkah selanjutnya adalah melakukan perakitan alat *metal forming* sesuai gambar kerja dan hasil perancangan. Tahap ketiga adalah uji coba alat *metal forming*. Pada tahap ini alat *metal forming* yang telah dirakit selanjutnya dilakukan uji coba dengan mengoprasikan alat tersebut untuk membentuk sirip roda besi traktor tangan. Selama pengoprasian tersebut dilakukan pengamatan terhadap kinerja alat tersebut apakah produk hasil pembentukan sudah memenuhi dengan target yang dicapai. Bila belum memenuhi maka dilakukan penyetelan atau perbaikan hingga target yang ditentukan tercapai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancang Bangun Alat *Metal Forming*

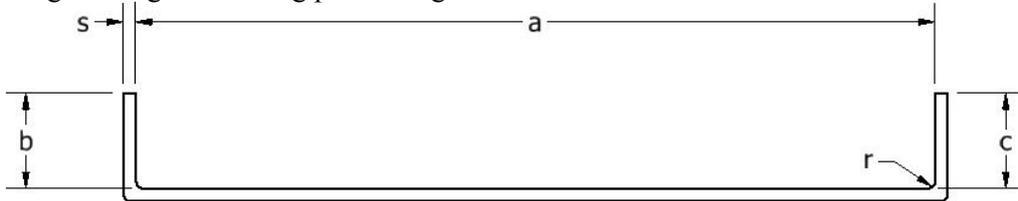
Hasil dari pelaksanaan penelitian ini adalah telah dibuat alat *metal forming* untuk membentuk produk sirip roda traktor tangan sebanyak satu unit. Alat ini terdiri dari 3 komponen utama yaitu rangka, hidrolik dan *die set*. Alat *metal forming* ini memiliki kapasitas sebesar 50 ton diperuntukkan untuk memproduksi sirip roda traktor jenis traktor tangan model rangka *Quick G* dengan ukuran sirip 265 x 80 x 2.5 mm. Alat *metal forming* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.



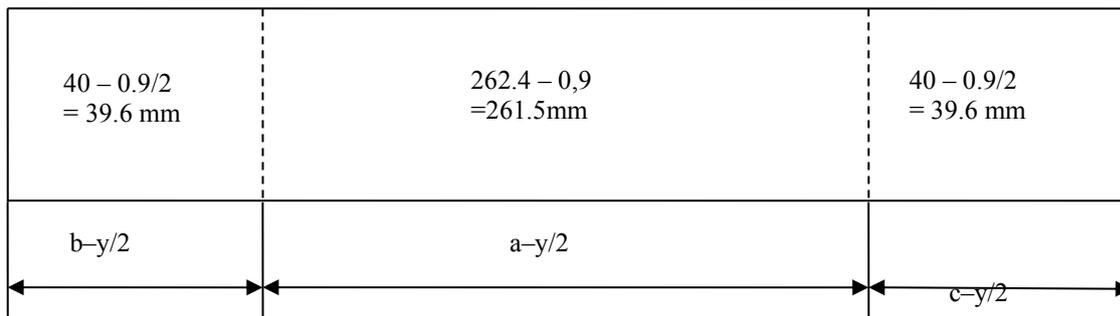
Gambar 4. Prototipe alat *metal forming* untuk sirip roda traktor kapasitas 50 ton

B. Uji Coba Alat *Metal Forming* Untuk Sirip Roda Traktor.

Material yang dibentuk pada alat *metal forming* memiliki ukuran panjang bantangan dan garis bending pelat sebagai berikut:



Gambar 3.2. Bentuk dan bantangan pelat
dimana : $s = 2,5 \text{ mm}$; $r = 5 \text{ mm}$; $b = c = 40 \text{ mm}$; $a = 265 \text{ mm}$



dimana : $y = 0.9$;

$$L = a + b + c - 2y = 261,5 + 39,6 + 39,6 - 2(0,9) = 338,9 \text{ mm}$$

Sehingga bantangan yang dibutuhkan sepanjang 338.9 mm

Berdasarkan hasil perhitungan panjang bantangan sebesar 338,9 maka dipotong bahan untuk dibentuk menjadi sirip roda traktor sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 6. Bahan sirip roda traktor siap dibentuk pada alat *metal forming*



Gambar 7. Sirip roda traktor hasil pembentukan pada alat *metal forming*

Proses pembentukan sirip roda besi traktor dilakukan dengan memakai bahan pelat besi St 37 dengan ukuran dimensi 339 x 80 x 2,5 mm. Adapun dimensi produk yang dihasilkan dari uji coba alat *metal forming* yang diambil dari delapan sampel dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data hasil uji coba alat *metal forming* sirip roda traktor

Kode Sampel	Ukuran Bentangan (mm)	Ukuran Hasil Pembentukan (mm)	Sudut Bending (°)	Radius Embosing (mm)	Spring-Back (°)	Waktu Pembentukan (s)	Keterangan
1	339x80x2 .5	265x45x80	91°35'' 91°35''	3,25	1°35'' 1°35''	32	Permukaan radius pembentukan baik
2	339x80x2 .5	265x46x80	90°55'' 91°50''	3,5	0°55'' 1°50''	34,5	Permukaan radius pembentukan baik
3	339x80x2 .5	265x45x80	90°15'' 91°35''	3,25	0°15'' 1°35''	32,35	Permukaan radius pembentukan baik
4	339x80x2 .5	265x44x80	91°45'' 91°45''	4,00	1°45'' 1°45''	32,15	Permukaan radius pembentukan baik
5	339x80x2 .5	265x46x80	91°30'' 91°25''	4,00	1°30'' 1°25''	33	Permukaan radius pembentukan baik
6	339x80x2 .5	265x45x80	91°45'' 91°35''	3,35	1°45'' 1°35''	34	Permukaan radius pembentukan baik
7	339x80x2 .5	265x46x80	91°50'' 91°45''	3,25	1°50'' 1°45''	33	Permukaan radius pembentukan baik
8	339x80x2 .5	265x44x80	91°50'' 91°55''	3,25	1°50'' 1°55''	32	Permukaan radius pembentukan baik

Berdasarkan data hasil pengujian alat pada tabel 1 menunjukkan bahwa sirip roda traktor yang dibentuk memiliki tinggi *embossing* bervariasi antara 3,25 sampai 4 mm demikian pula *springback* yang terjadi dari hasil penekukan pada kaki sirip $0^{\circ}15''$ s.d $1^{\circ}55''$. Sedang waktu pembentukan setiap sirip roda traktor juga antara 32 s.d 34,5 detik jauh lebih cepat dibandingkan dengan proses pembentukan secara manual sekitar 5 – 10 menit. Sedangkan kualitas hasil pembentukan yang ditunjukkan pada gambar 6 dan 7 seperti ketepatan garis *bending*, kehalusan permukaan radius *bending* bagian dalam dan luar semuanya sangat baik. Demikian juga rancangan pembentukan *embossing* pada daun sirip yang berfungsi untuk menambah kekuatan dan kekakuan juga dapat terbentuk dengan baik meskipun tinggi *embossing* yang dihasilkan masih bervariasi.

C. Analisis Perancangan

a. Perhitungan gaya *bending* (*metal bending-U*)

Besar gaya yang dibutuhkan untuk membending pelat yang akan dibentuk menjadi sirip roda traktor dengan ketebalan 3.8 mm dapat dihitung sebagai berikut :

$$FB_1 = 0,8 \cdot b \cdot s \cdot R_m$$

$$FB_2 = 0,5 \cdot b \cdot s \cdot R_m$$

dimana : $b = 80$ mm, $s = 2,5$ mm, $R_m = 370$ N/mm²

Untuk gaya yang diperlukan pada proses *bending-U* yakni :

$$FB_1 = 0,8 \cdot b \cdot s \cdot R_m = 0,8 \cdot 80 \cdot 2,5 \cdot 370 = 59.200 \text{ N}$$

$$FB_2 = 0,5 \cdot b \cdot s \cdot R_m = 0,5 \cdot 80 \cdot 2,5 \cdot 370 = 37.000 \text{ N}$$

$$F_{\text{Tot}} = FB_1 + FB_2 = 96.200 \text{ N} = 9.806,32 \text{ kgf}$$

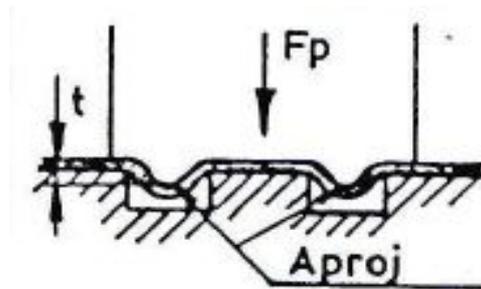
Sehingga besar gaya proses *bending U* untuk pelat 2,5 mm sebesar 9.806,32 kgf.

b. Perhitungan Gaya Pembentukan *Embossing* (*Embossing-Open*)

Besarnya gaya pembentukan *embossing open* pada pelat yang akan dibentuk dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

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

Gambar 5.6 Pembentukan *embossing*



Sehingga perhitungan pembentukan *embossing* sirip roda traktor tangan adalah sebagai berikut :

$$A_{\text{proj}} = p \times t = 200 \text{ mm} \times 2.5 \text{ mm} = 500 \text{ mm}^2$$

$$F_p = A_{proj} \times R_m = 500 \text{ mm}^2 \times 370 \text{ N/mm}^2 \\ = 185,000 \text{ N} = 18.858,308 \text{ kgf}$$

c. Perhitungan Kebutuhan Gaya Pembentukan

Dalam pembentukan sirip roda besi traktor tangan ini harus mengetahui kapasitas maksimum beban yang diberikan kepada pelat yang akan ditebuk. Untuk menghitung kapasitas maksimum terlebih dahulu mengetahui kebutuhan gaya yang digunakan. Untuk menghitung kebutuhan gaya yang digunakan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$F_{total} = F_{bending} + (2 \times F_{embossing}) \\ F_{total} = 47.522,936 \text{ kgf}$$

Berdasarkan hasil perhitungan total gaya untuk pembentukan sirip roda traktor dengan *embossing* diperoleh gaya penekanan sebesar 47.522,936 kgf atau 47,523 ton

d. Perhitungan Kebutuhan Pegas

Beban yang ditahan oleh pegas pada alat metal forming ini yaitu komponen *punch holder bushing*, *pilar punch* dan *punch* sebesar $W = 22,8 \text{ kg}$ atau 228 N. Sedangkan parameter pegas lain yang direncanakan yaitu: lendutan (δ) = 100-120 mm, diameter luar (D) = 45 mm, lilitan kawat yang aktif (n) = 9 lilitan dan, modulus geser pegas (G) = 83×10^3 .

Sehingga diameter kawat pegas yang akan digunakan pada kondisi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$W = \frac{\delta G d^4}{8 D^3 n} \\ d^4 = \frac{1.495.908.000}{9.960.000} \\ d = 3,5 \text{ mm}$$

Jadi, pegas yang digunakan adalah pegas tekan diameter 4 mm.

e. Perhitungan Sambungan Baut

Dalam konstruksi alat metal forming ini terdapat sambungan baut yang menerima beban geser akibat dorongan donkrak hidrolik. Sehingga untuk menentukan diameter baut dapat dihitung dengan rumus:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 F}{\pi \cdot \tau_g \cdot n}}$$

dimana : $\tau_g = 0,5 \cdot \sigma_t$

Pada sambungan ini, baut menerima beban geser sebesar 50 ton akibat gaya tekan yang diberikan donkrak hidrolik. Pada sambungan direncanakan menggunakan baut dengan kekuatan tarik sebesar 600 N/mm^2 (menurut standar ISO kelas 5.8 - baja keras) sebanyak 4 buah (n = 4). Sehingga tegangan geser (τ_g) dapat dihitung dimana $\tau_g = 0,5$; $\sigma_t = 300 \text{ N/mm}^2$. Dengan demikian diameter baut yang akan digunakan (d1) pada sambungan ini adalah

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot \tau \cdot g \cdot n}} = 23,039 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas $d_1 = 23,039$ sehingga ukuran baut pengikat sambungan yang digunakan adalah M 24.

f. Perhitungan *Springback*

Untuk menghitung *springback* pada proses pembentukan sirip roda besi traktor tangan pada alat *metal forming* dapat digunakan persamaan :

$$K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{r_{i_1} + s/2}{r_{i_2} + s/2}$$

Dalam pembuatan sirip roda pelat St 37 ditekuk dengan sudut (α_2) sebesar 90 dan radius dalam (r_{i_2}) sebesar 5 mm dengan tebal pelat (s) adalah 2,5 mm. Dari tabel "*processing directions and strength sheet metals*" didapatkan nilai K untuk bahan pelat St37 sebesar 0,97. Dengan demikian besar sudut yang terjadi pada saat pembebanan maksimum terjadi (α_1) adalah:

$$K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \text{ sehingga } \alpha_1 = \frac{\alpha_2 \cdot 90}{K \cdot 0,97} = 92,78$$

Dengan demikian besar *springback* yang akan terjadi pada proses pembentukan ini sebesar $\alpha_1 - \alpha_2 = 92,78 - 90 = 2,78$

g. Perhitungan *Drawing Clearance* (kelonggaran pembentukan)

Drawing clearance adalah celah antara *punch* terhadap *die* per sisi sebagai kebebasan aliran material *drawing*. Pemberian kelonggaran yang cukup akan menghasilkan tebal dinding *drawing* yang sama dengan tebal pelat. Kebebasan dapat diberikan antara 7% - 20% dari ketebalan material. Untuk material uji pada pembentukan sirip roda besi traktor tangan memiliki tebal pelat sebesar 2,5 mm. sehingga untuk kelonggaran pembentukan (*drawing clearance*) dapat ditentukan dengan rumus :

Bending Clearance = 7 – 20 % dari tebal pelat

Sehingga kelonggaran pembentukan dapat diberikan sebesar 0,175 sampai 0,5 mm

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa prototipe alat *metal forming* untuk sirip roda traktor yang dihasilkan dengan kapasitas 50 ton dapat berfungsi secara efektif dan efisien. Dimana alat ini dapat memproduksi sirip roda traktor untuk model rangka *Quick G* dengan ukuran dimensi 265x80x45 mm pada tingkat kepresisian sedang. Waktu proses pembentukan (proses *bending* dan *embossing*) setiap sirip roda traktor sangat cepat sekitar 32 s/d 34 detik dan lebih cepat sekitar 4,5 menit dibandingkan dengan menggunakan cara manual.

B. Saran

1. *Setting* material pelat sirip pada dies dengan teliti sebelum dipress agar dapat menghasilkan sirip roda traktor dengan garis *bending* yang tepat.
2. Perlu pengembangan desain *punch*, *dies* dan konstruksi *die set* agar memproduksi sirip roda traktor untuk model rangka lainnya selain model rangka *Quick G*.
3. Perlu pengembangan desain *dies* agar dapat diatur *clearance* antara *punch* dan *dies* untuk mendapatkan *springback* yang lebih kecil.
4. Perlu dilakukan pengujian kekakuan sirip roda traktor yang dibentuk.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad Suyuti, Muhammad dkk. 2015. *The Influence of Punch Angle on the Spring Back during V Bending of Medium Carbon Steel*. *International Journal Advanced Materials Research*. 1125:157-160.
- Arsyad Suyuti, Muhammad, dkk. 2014. Perancangan dan Pembuatan Alat Tekuk V Mini untuk Pelat. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Akhlis Rizza, Muhammad. 2014. Analisis Proses Blanking dengan Simple Press Tool. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol 5, No.1 hal 85-90, ISSN 0216-468X. Malang
- Ahmad Abidin Zainal. 2008. *Metal Forming-1*. Skudai: Universitas Teknologi Malaysia.
- Bambang Sumiyarso. 2013. *Rancang Bangun Press Tool Sistem Compound Untuk Membuat Cylinder Head Gasket Sepeda Motor RX King*. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Volume 8. No. 2 Hal 35 – 69. Agustus 2013. ISSN 1411-6863. Semarang.
- Dahlan Muhammad., dkk. 2009. *Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu Pembuat Ring*. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Donalson, Legain. 1976. *Tool Design*. New Delhi: TMH Edition
- Eko Armanto. Dkk. 2013. Rancang Bangun Press Tool Terminal Kuningan Untuk Komponen Stop Kontak “T” Dengan Sistem **Progressive**. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Volume 8. No. 2.1 (Edisi Khusus). September 2013. Semarang
- Ihsanur, M. 2010. Kondisi Traktor Indonesia. Artikel Agro Industri. (<http://konsultansi-agroindustri.blogspot.com/2010/05/survey-kebutuhan-traktor.html> diakses tanggal 18 januari 2015)

- Pradana Aldila Yusuf dan Cahyadi Anang Jefry. 2012. Rancang Bangun Mesin Embos Logo. Jurnal Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Priyanto, Aris. 1997. Penerapan Mekanisasi Pertanian. Bandung. Laboratorium Teknik Tanah dan Air Jurusan Teknik Pertanian, FATETA – IPB.
- Subagio, Dalmasius Ganjar. 2006. Perancangan Mesin Penekuk Pelat Mini. Berita Bahan dan Barang Teknik, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik. Departemen Perindustrian. Bandung.
- Susanto. 2006. Perancangan dan Pembuatan Mesin Press Hidrolik dan Cetakan Dies. Skripsi. (<http://karyailmiah.tarumanagara.ac.id/index.php/S1/index> diakses tanggal 22 Pebruari 2015)
- Portal Nasional Republik Indonesia, Gambaran Umum Indonesia (<http://www.indonesia.go.id/in/component/content/article/8720>, diakses tanggal 16 januari 2015)