

Rancang Bangun Alat Bantu Potong Plat Bentuk Lingkaran Menggunakan Plasma Cutting

M. Naufal Falah¹, Budianto² dan Mukhlis³

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email : naufalpalah@gmail.com

Abstrak

Semakin meningkatnya permintaan bahan – bahan baku produksi semakin pula diperlukan alat bantu potong yang efisien agar tidak menghambat pekerjaan tersebut. Mesin yang sering digunakan untuk memotong bahan baku adalah plasma cutting. Plasma cutting sendiri ada berbagai macam mulai dari yang manual, sampai yang otomatis. Untuk memotong pelat berbentuk lingkaran dibutuhkan beberapa metode dan alat tambahan untuk memperoleh bentuk lingkaran yang sempurna, hal itu akan memakan banyak waktu sehingga dapat mengurangi jumlah produk yang akan diproduksi. Dalam permasalahan diatas dibutuhkan alat untuk mempercepat pemotongan pelat berbentuk lingkaran dengan tingkat efektivitas tinggi. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah alat potong plasma cutting berbentuk lingkaran. Alat akan didesain menggunakan software Solid Work dan Catia. Dari desain menggunakan software tersebut akan dianalisa kekuatan dan pergerakan melingkar dari alat potong plasma cutting berbentuk lingkaran. Dimensi alat ini memiliki kemampuan potong plat dengan radius maximum 50 mm. Dari rancang bangun alat bantu potong pelat bentuk lingkaran menggunakan Plasma Cutting diharapkan dapat mempermudah industri dalam melakukan pemotongan pelat berbentuk lingkaran dengan cepat dan hasil potongan dengan bentuk lingkaran sempurna, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dalam produksi

Kata kunci : Alat Bantu Potong, Lingkaran, Plat, Plasma Cutting.

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya permintaan bahan – bahan baku produksi semakin pula diperlukan alat bantu potong yang efisien agar tidak menghambat pekerjaan tersebut. Mesin yang sering digunakan untuk memotong bahan baku adalah plasma cutting. Plasma cutting sendiri ada berbagai macam mulai dari yang manual, sampai yang otomatis.

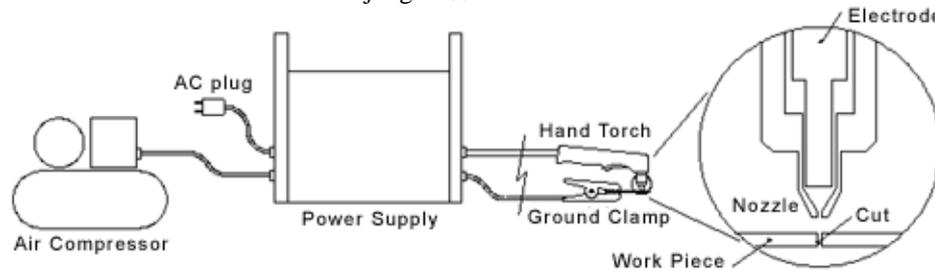
Model – model bahan baku yang dibutuhkan pun bermacam – macam, oleh karena itu dibutuhkan alat bantu potong yang mampu mengefisienkan waktu secepat mungkin dan biaya yang rendah sehingga perusahaan mampu meraup keuntungan lebih besar.

Dalam permasalahan diatas dibutuhkan alat untuk mempercepat pemotongan pelat berbentuk lingkaran dengan tingkat efektivitas tinggi. Dalam penelitian ini akan membahas tentang bagaimana pembuatan alat bantu potong pelat bentuk lingkaran dimana memiliki keunggulan yaitu dapat digunakan untuk memotong pelat bentuk lingkaran dalam sekali beroperasi sehingga meminimalkan ruang dan waktu. Berdasarkan uraian diatas maka penulis melakukan “Rancang Bangun Alat Bantu Potong Pelat Bentuk Lingkaran Menggunakan Plasma Cutting”

2. METODOLOGI

Prinsip dasar dari Plasma Cutting adalah menggunakan aliran listrik DC untuk memanasi udara hingga suhu yang sangat tinggi sampai pada titik plasma (panas diatas ribuan derajat celcius) yang kemudian didorong melalui logam yang akan dipotong. Plasma Cutting sangat sederhana dan hanya memerlukan pasukan udara (dari Kompresor) dan Stop kontak listrik untuk beroperasi.

Bagian dari *Plasma Cutting* terdiri dari *Power Supply*, klem tanah atau *Ground Negative* dan *Hand Torch*. Fungsi Utama dari *power supply* adalah mengubah tegangan AC ke *adjustable* diatur pengguna (secara kontinyu) menjadi arus DC. *Hand Torch* berisi pemacu untuk mengendalikan pemotongan dan *nozzle* melalui hantaman udara dari kompresor. Sebuah elektroda juga terpasang didalam *Hand Torch* di belakan ujung *nozzle*.



Gambar 1 Prinsip Kerja Plasma Cutting

2.1. Perhitungan pada Konstruksi

Dalam suatu struktur konstruksi terdapat gaya yang diterima dalam konstruksi. Pada perencanaan mesin pencetak tahu takwa dan stik tahu ini untuk menghitung gaya tekan yang bekerja pada konstruksi menggunakan rumus berikut ini :

$$P = P \text{ design} / N \quad (2.1)$$

P design adalah gaya yang direncanakan oleh desainer. Pada persamaan 2.1 dimana *P design* didapatkan dari persamaan berikut ini :

$$P \text{ design} = W \text{ total} \times \text{Faktor design} \quad (2.2)$$

Setelah mendapatkan gaya factor desain, langkah selanjutnya yaitu menentukan momen maksimal yang bekerja pada profil menggunakan persamaan berikut :

$$M \text{ max} = P.L / 8 \quad (2.3)$$

Setelah mendapatkan nilai momen maksimal, maka selanjutnya menghitung modulus yang dibutuhkan pada profil dimana dapat ditentungan dengan persamaan berikut :

$$W \text{ req} = \frac{M \text{ max}}{\sigma} \quad (2.4)$$

deformasi dapat terjadi pada balok atau batang apabila menerima kelebihan beban. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari deformasi pada konstruksi ini sebagai berikut :

$$\Delta = \frac{P \times L^3}{48 \times E \times I} \quad (2.5)$$

Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan perubahan pada bentuk suatu benda. Tegangan (*stress*) didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya yang bekerja pada benda dengan luas penampang benda. Secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma = F/A \quad (2.6)$$

Tegangan normal pada suatu balok digambarkan oleh persamaan berikut :

$$\sigma = M.y/ I \quad (2.7)$$

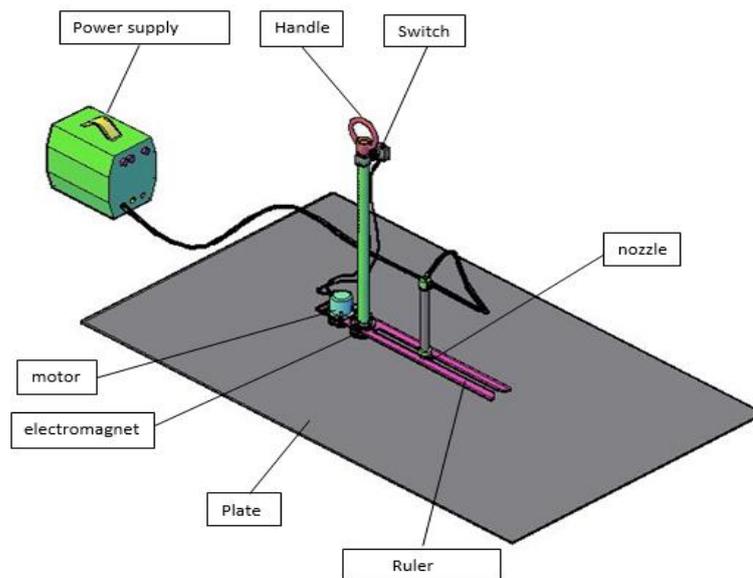
Tegangan lentur maksimum digambarkan oleh persamaan berikut :

$$\sigma_{\text{maks}} = M / Z \quad (2.8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sketsa dan Desain Alat Bantu

Pada perancangan ini yang dilakukan adalah melakukan sketsa untuk menentukan bentuk alat bantu yang akan dirancang. Sketsa ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang sistem mekanik yang bekerja pada mesin. Kemudian dapat ditentukan gaya-gaya yang bekerja pada mesin yang akan dibuat. Untuk sketsa mesin dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Sketsa desain alat bantu

Berdasarkan gambar sketsa diatas, maka dapat dibagi menjadi beberapa bagian. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam perancangan mesin. Pada bagian jangka / ruler menggunakan bahan *stainless steel*. *Stainless steel* ini yang digunakan ukuran 10 x 90 mm, dengan ketebalan 5 mm.

Untuk bagian konstruksi tiang menggunakan as *stainless steel* yang disesuaikan dengan kebutuhan dengan diameter 22 mm sepanjang 60 cm, konstruksi ini bertujuan sebagai tiang utama mesin pemotong plat. Konstruksi pada mesin ini memiliki beberapa bagian seperti handle dan panel untuk menyalakan motor dan magnet.

3.2. Pemilihan Material

Pemilihan material didapatkan dari kebutuhan yang diperlukan untuk membuat alat bantu ini seperti yang dijelaskan dibawah :

3.2.1. Magnet

Magnet disini digunakan sebagai poros agar alat bantu dapat berputar dengan radius yang diinginkan, pemilihan magnet karena dapat menempel pada bahan logam. Magnet yang digunakan adalah elektromagnet, agar dapat dengan mudah menyalakan dan mematikan medan magnet sesuai kebutuhan yang diinginkan.

3.2.2. Polyamide/Nylon

Polyamide/nylon digunakan sebagai gear untuk memutar lengan dari alat bantu potong, karena jika menggunakan gear dari besi akan mengganggu putaran motor apabila elektromagnet dinyalakan. *Polyamide/nylon* digunakan juga sebagai tempat menaruh *nozzle* dari *plasma cutting*.

3.3. Perhitungan

Perhitungan mesin dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi mesin hingga mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Langkah ini akan menentukan nilai gaya yang terjadi pada mesin sehingga didapatkan dimensi rangka mesin yang tepat. Perhitungan mesin juga nantinya akan menentukan material yang dibutuhkan saat proses fabrikasi dilakukan.

3.3.1. Perhitungan beban

Untuk perhitungan beban mengacu pada katalog dari setiap bagian dengan dikalikan komponen yang dibutuhkan untuk mendapatkan berat total yang dicari. Pehitungan beban peyangga dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 perhitungan tiang.

Jenis komponen	W (kg/m)	Komponen yang dibutuhkan		Berat (kg)
		Mm	M	
Round bar Ø22	2,9	700	0.7	2
handle	7	100	0.1	0.7
panel	0.5			0.4
Berat total tiang poros				3.1

Pehitungan beban tiang dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini

Tabel 1 perhitungan lengan/jangka

Jenis komponen	W (kg/m)	Komponen yang dibutuhkan		Berat (kg)
		Mm	M	
Plat stainless	13.3	90	0.09	0.9
motor	1.1			0.8
Magnet	0.3			0.3
Motor kopel	0.2			0.2
Magnet kopel	0.2			0.2
Berat total tiang utama				2.4

Berat total dari seluruh komponen

$$\begin{aligned}
 W &= \text{tiang} + \text{lengan} \\
 &= 3.1 + 2.4 \\
 &= 5.5
 \end{aligned}$$

3.3.2. Perhitungan daya rencana motor

Motor listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk menggerakkan lengan/jangka untuk gerak *nozzle* membentuk pola lingkaran. Penggunaan motor listrik disesuaikan dengan kebutuhan daya mesin yang diperlukan untuk proses pemotongan.

Torsi dari putaran lengan mengikuti pola dengan beban lengan 2.4 kg dan diameter jangkauan terbesar dari lengan sebesar 1000 mm, yaitu :

Massa jangka : 1 kg

Massa *nozzle* : 1 kg

Massa penyangga: 3 kg +
5 kg

N% SWL = 5,5 kg

C = 10 Rpm

Ø magnet = 70 mm

R = 35 mm

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{c}{\pi \times \phi \text{ magnet}} \\
 &= \frac{10}{3,14 \times 70} = 0,09 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F &= 2 \times z \\
 &= 2 \times 5,5 \\
 &= 11 \text{ kg} = 107,8
 \end{aligned}$$

$$T = F \times r$$

$$= 107,8 \times 35$$

$$= 3773$$

$$P = \frac{2 \times \pi \times N \times T}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 0.04 \times 3773}{60}$$

$$= \frac{947.78}{60} = 15.796 \text{ watt}$$

$$\text{Daya efisien} = \frac{P \times sf}{n}$$

$$= \frac{15.796 \times 2.5}{0.8} = 49.36$$

$$T = \frac{\text{Daya} \times 60}{2 \times \pi \times 1000}$$

$$= \frac{49.36 \times 60}{2 \times 3.14 \times 1000} = 0.476 \text{ Nm}$$

3.3.3. Perhitungan kekuatan konstruksi

Pada perhitungan konstruksi alat bantu pemotong plat, nilai yang dicari akan menentukan spesifikasi dimensi profil yang digunakan. Prosedur pencarian nilai pada struktur mengacu pada pembebanan.

Tabel 2 Karakteristik material ASTM A167

Physical Properties	Metric	Imperial
Density	7,85 g/cm ³	0,284 lb/in ³
Mechanical Properties	Metric	Imperial
Tensile Strength, Ultimate	505 MPa	73200 psi
Tensile Strength, Yield	215 MPa	31200 psi
Elongation at Break (in 50 mm)	70,00%	70,00%
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi

Profil pada kerangka konsep ini adalah profil dengan material ASTM A167 dengan data material sebagai berikut :

Tensile = 505 Mpa = 505 N/mm²

Yield = 215 Mpa = 215 N/mm²

Elastisitas Modulus = 200 Gpa

Densitas = 8000 Kg/m³

Sf = 2,5 (Lingkungan normal, tegangan dan beban dapat dihitung berdasarkan data material)

K = 1 (Faktor koreksi, beban perlahan ataupun tetap)

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\sigma_y}{Sf \times k}$$

$$= \frac{215 \text{ N/mm}^2}{2,5 \times 1}$$

$$= 86 \text{ N/mm}^2$$

Untuk mengetahui kebutuhan dimensi dari tiap-tiap profil agar mampu menahan beban maksimal 1 kg, maka dapat dilihat beberapa perhitungan dibawah ini.

A. Perhitungan profil lengan / jangka

SWL = 1 kg

$$\begin{aligned}
F_1 &= SWL \times \text{Gaya grafitasi} \\
&= 1 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
&= 9,8 \text{ N} \\
\text{Faktor Desain} &= 1,2 \\
P \text{ Desain} &= F_1 \times \text{Faktor Desain} \\
&= 9,8 \text{ N} \times 1,2 \text{ m/s}^2 \\
&= 11,76 \text{ N} \\
\text{Momen Max} &= P \text{ desain} \times L \\
&= 11,76 \text{ N} \times 1000 \text{ mm} \\
&= 11760 \text{ Nmm} \\
\text{Modulus yang dibutuhkan} &= \text{Momen Max} / \sigma_{\text{ijin}} \\
&= 11760 \text{ Nmm} / 86 \text{ N/mm}^2 \\
&= 136,74 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil proses perancangan mesin alat bantu potong plat bentuk lingkaran menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Proses manufaktur pada alat bantu ini berawal dari perencanaan, pembuatan dan perakitan. Dimana perencanaan seperti merencanakan gambar alat bantu potong dan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin. Pembuatan atau fabrikasi dilakukan sesuai dengan perencanaan yang sudah didesain sebelumnya pada gambar mesin. Untuk perakitan setelah pembuatan per komponen selesai maka dilakukan perakitan sehingga menjadi satu kesatuan menjadi alat bantu potong
2. Proses pemotongan plat bentuk lingkaran dapat menghasilkan plat yang presisi dengan memperhatikan *input* dari mesin *plasma cutting* dan menepatkan kopel *nozzle* dari *plasma cutting*, sehingga kebutuhan yang dibutuhkan untuk memotong plat dengan presisi dapat terpenuhi.

5. DAFTAR NOTASI

P	= Gaya tekan (N)
P design	= Gaya faktor desain (N)
N	= jumlah struktur
P	= P design (N)
L	= Panjang profil (mm)
W req	= Modulus yang dibutuhkan (mm ³)
P	= Gaya tekan yang diterima (N)
L	= Panjang profil (mm)
E	= Modulus elastisitas (N/mm ²)
I	= Inersia (mm ⁴)
σ	= Tegangan (N/m ²)
F	= Gaya (N)
A	= Luas penampang (m ²)
σ	= tegangan normal
M	= momen lentur pada penampang
y	= jarak dari sumbu netral ke tegangan normal
I	= momen inersia
Z	= modulus penampang

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asiabanpour Bahram (2009) Optimising the automated plasma cutting process by design of experiments. *Int. J. Rapid Manufacturing*, Vol. 1, No. 1, 2009.
- Assauri, S. (1980). *Management Produksi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Batan, I Made Londen (2009). *Desain produk*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November

Irawan A P. (2009). *Diktat elemen mesin* Jakarta. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Taruma Negara.

Joseph C. Chen, Ye Li (2009) Taguchi Based Six Sigma Approach to Optimize Plasma Arc Cutting Process: an Industrial Case Study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 41: 760-769.

Kalpakjian, S & Schmid, S R. (2009). *Manufacturing Engineering and technology*. 6th ed. New york: Pearson.