

# PERANCANGAN JIG AND FIXTURE DISHED END DAN PENGELASAN FLANGE MANHOLE BEJANA TEKAN

Yessi Pujiyanti<sup>1</sup> Kurniawan<sup>2</sup>

- (1) Mahasiswa POLMAN Bandung, Telp. 081802290726 e-mail: [yessi@gmail.com](mailto:yessi@gmail.com)  
(2) Dosen POLMAN Bandung, Telp. (022) 2500241 e-mail: [kurniawan@polman-bandung.ac.id](mailto:kurniawan@polman-bandung.ac.id)

## Abstraksi

*Dished end merupakan bagian top dan bottom dari tangki. Dimensi dished end tanki berbeda untuk masing-masing kapasitas. Top dished end perlu dilubangi untuk kemudian dilas dengan komponen lain yaitu flange manhole. Proses pelubangan untuk manhole pada top dished end menggunakan las plasma masih manual. Diameter lubang manhole yang cukup besar mengakibatkan waktu proses cukup lama yaitu antara 45 s.d 60 menit.*

*Oleh karena itu, perlu dibuat sebuah jig plasma cutting pelubangan  $\phi 600$  untuk manhole pada top dished end Tetra Alsafe. Dengan pertimbangan waktu proses pelubangan dapat diminimalisir dengan menerapkan alat bantu jig plasma cutting. Pengembangan penggunaan jig plasma cutting ini adalah untuk digunakan pada proses pengelasan flange manhole ke dished end menggunakan las TIG. Jig plasma cutting dished end dan pengelasan flange manhole ini dapat digunakan untuk mengelas flange manhole ke dished end sisi luar dan dalam.*

*Metode perancangan yang digunakan mengacu pada tahapan perancangan pada Handbuch Vorrichtungen: 175-192. Juga dilakukan analisa dan perhitungan pada bagian konstruksi yang diasumsikan kritis. Rancangan yang dibuat dapat menurunkan waktu proses plasma cutting pelubangan pada dished end dari 45 s.d 60 menit menjadi + 31,7 menit, atau didapatkan efisiensi waktu sebesar 47,2 % per produk yang diproses. Perancangan jig and fixture diatas akan dibuat sebagai sarana yang berguna untuk keperluan PT. Tetra Pak Stainless Equipment sekaligus dimaksudkan untuk prasyarat tugas akhir program pendidikan diploma III kejuruan teknik.*



## I. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

PT. Tetra Pak Stainless Equipment merupakan salah satu perusahaan multinasional yang bergerak dalam bidang manufaktur. Memproduksi tanki dan bejana bertekanan untuk keperluan proses maupun penyimpanan produk makanan, farmasi dan kosmetik.

*Dished end* merupakan bagian *top* dan *bottom* dari tanki. Dimensi *dished end* tanki Tetra Alsafe berbeda untuk masing-masing kapasitas. Tetra Alsafe merupakan salah satu produk TPSE yang digunakan untuk penyimpanan produk cair bahan makanan, tersedia dalam beberapa kapasitas yaitu 7.000, 12.000, 20.000, 30.000 40.000 dan 50.000 liter. Tetra Alsafe yang diproduksi TPSE sesuai dengan European Pressure Equipment Directive (PED) atau code ASME VIII Ustamp.

*Top dished end* perlu dilubangi untuk kemudian dilas dengan komponen lain yaitu *flange manhole*. Di TPSE proses pelubangan untuk *manhole* pada *top dished end* menggunakan las plasma masih manual. Diameter lubang *manhole*  $\phi 600$  yang cukup besar mengakibatkan waktu proses cukup lama yaitu antara 55 s.d 75 menit. Karena sistem perusahaan *job order*, *lead time* (rentang waktu untuk membuat suatu produk) sangat diperhitungkan agar memenuhi tuntutan waktu pengerjaan dan jumlah biaya operasional pengerjaan yang telah ditetapkan.

Proses pengelasan *flange manhole* ke *dished end* juga dilakukan secara manual. Saat proses pelubangan dan pengelasan operator harus berlutut di bagian tengah *dished end*. Posisi kerja seperti itu dapat membahayakan keselamatan operator. Kualitas hasil pelubangan dan pengelasan juga menjadi pertimbangan mengingat sistem kontrak dan *outsourse* yang ditetapkan oleh TPSE mengakibatkan operator yang bertugas tidak tetap.

Oleh karena itu, perlu dibuat sebuah *jig and fixture plasma cutting* untuk lubang *manhole* pada *dished end* dan untuk proses pengelasan *flange manhole* ke *dished end*. Dengan pertimbangan waktu proses pelubangan dapat diminimalisir dengan menerapkan alat bantu *jig and fixture plasma cutting* dan pengelasan *flange manhole* ke *dished end*.

### 1.2 Rumusan Masalah

Memperhatikan latar belakang yaitu proses pelubangan dan pengelasan secara manual memerlukan waktu cukup lama, tidak *safety* dan tidak tercapainya keseragaman kualitas. Maka diperlukan suatu alat bantu *jig and fixture plasma cutting* dan pengelasan *flange manhole* ke *dished end* Tetra Alsafe yang dapat:

1. Mempercepat proses *plasma cutting* untuk lubang *manhole* pada *top dished end*.

- Menghilangkan proses *marking* posisi dan diameter lubang untuk *manhole* secara manual dengan menggunakan *marker* (spidol permanen).
- Menghilangkan proses *marking* diameter lubang secara manual dengan menggunakan penitik dan palu sebelum proses *plasma cutting* dimulai.
- Menyeragamkan kualitas lubang.
- Mengurangi beban kerja operator pada proses pengelasan *flange manhole* ke *dished end* sisi luar dan sisi dalam.
- Menyeragamkan kualitas pengelasan *flange manhole* ke *dished end*.

### 1.3 Batasan Masalah

Penulisan karya tulis ini memiliki batasan sebagai berikut:

- Perancangan *jig and fixture plasma cutting* untuk lubang *manhole* pada *dished end* dan pengelasan *flange manhole* ke *dished end* tanki Tetra Alsafe.
- Alat potong pelubangan yaitu las plasma tidak akan dibahas secara detail karena sudah tersedia di TPSE. Mesin las yang digunakan yaitu las TIG tidak akan dibahas secara detail karena sudah terdapat di TPSE.

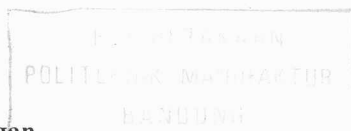
### 1.4 Ruang Lingkup Kajian

Ruang lingkup kajian dari karya tulis ini adalah sebagai berikut:

- Penyelesaian perancangan *jig and fixture plasma cutting dished end* dan pengelasan *flange manhole* ini menggunakan metode perancangan berbasis alat bantu produksi yaitu *Hanbuch Vorrichtungen: 175-192*.
- Perhitungan konstruksi *jig and fixture plasma cutting dished end* dan pengelasan *flange manhole* tanki Tetra Alsafe.
- Penggunaan *jig plasma cutting* untuk pemotongan *circular* dengan diameter max. 600mm pada *raw material* pelat dengan ketebalan >5mm.

### 1.5 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan karya tulis ini adalah untuk menghasilkan rancangan *jig and fixture plasma cutting dished end* dan pengelasan *flange manhole* tanki Tetra Alsafe.



## II. Landasan Teori

### 2.1 Metoda Perancangan

Metoda perancangan merupakan langkah-langkah pendekatan yang sistematis dalam proses berfikir untuk mencapai sasaran yang diinginkan yaitu mewujudkan ide atau gagasan dan menjembatani antara ide atau gagasan dengan produk.

Metode perancangan *jig and fixture* menurut *Hanbuch Vorrichtungen: 175-192* adalah sebagai berikut:

Tahap	Langkah Kerja	Hasil Kerja	Bentuk Luaran
Tahap Persiapan	- Menentukan pekerjaan	1. Kontrak kerja 2. Daftar Tuntutan 3. Analisa produk 4. Analisa proses 5. Analisa mesin	- Gambar sketsa.  - Laporan fungsi keseluruhan.
	- Pembuatan abstrak		
Tahap Perencanaan	- Penyelesaian menurut pertimbangan umum	6. Fungsi bagian: 6.1 Lokator 6.2 Tumpuan 6.3 Pencekaman 6.4 Dudukan/ rangka	- Laporan skema fungsi teknik
	- Penyelesaian menurut aspek teknis	7. Variasi pemecahan: 7.1 Bentuk 7.2 Perhitungan	- Gambar rancangan
Tahap Perancangan	- Menilai rancangan secara teknik	8. Perbandingan variasi	- Penilaian
	- Memperoleh konstruksi dan mendokumentasikan konstruksi	9. Dokumentasi teknis	- Gambar kerja - Daftar bagian - Perhitungan rancangan - Petunjuk pemakaian - Laporan.
	- Uji coba	10. Pemeliharaan	

Metode perancangan dengan cara ini hanya ditujukan pada metode perancangan untuk pembuatan *Jig-Fixture*. Pada metode ini terdiri dari tiga tahapan yaitu; Tahap persiapan, Tahap perencanaan, dan Tahap perancangan. Pada metode perancangan ini pembahasan lebih dititik beratkan pada kolom hasil, pada kolom hasil terdapat urutan metoda yang digunakan pada perancangan *Jig-Fixture*.

### 2.2 Jig & Fixture (Peralatan Pengarah dan Penepat)

*Jig* adalah alat untuk mengontrol dan mengarahkan alat potong dalam suatu proses pembentukan benda kerja.

*Fixture* adalah alat untuk memegang dan melokasikan benda kerja pada posisi tertentu dan menjamin agar benda kerja tetap pada posisinya. *Fixture* selalu ditempatkan (ditempelkan) pada meja dari suatu mesin atau permukaan lain yang tetap maupun bergerak.

Dari kedua definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa *jig & fixture* merupakan alat untuk mengarahkan alat potong dan menetapkan posisi benda kerja pada lokasi tertentu pada proses permesinan. Suatu *jig* tidak dapat bekerja dengan baik tanpa bantuan *fixture* tetapi *fixture* dapat bekerja sendiri tanpa harus ada *jig*.

### 2.2 Pengelasan

#### 2.3.1 Gas tungsten arc welding ( GTAW )

Las busur gas biasanya dibagi dalam dua kelompok besar yaitu kelompok elektroda terumpan dan kelompok elektroda terumpan (*metal inert gas arc welding* yang biasanya disingkat menjadi *MIG welding* atau las *MIG*). Kelompok elektroda tak terumpan menggunakan batang wolfram sebagai elektroda yang dapat menghasilkan busur listrik tanpa turut mencair (*tungsten inert gas welding* yang disingkat menjadi *TIG welding* atau las *TIG*.) Pengelasan dengan las *TIG* adalah cara pengelasan yang banyak digunakan dalam pengelasan *stainless steel*.

#### 2.3.2 Las Plasma

Proses las plasma adalah suatu proses di mana sambungan logam, diproduksi dengan pemanasan suatu busur api antara suatu elektroda

dan benda kerja (mentrasfer busur api) atau elektroda dan *constricting nozzle* (nontransfer busur api). Proses pengelasan plasma ini adalah suatu pengembangan lebih lanjut dari proses pengelasan TIG.

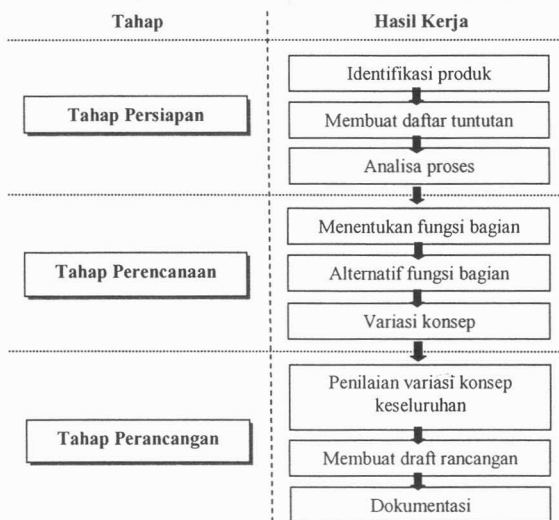
Proses ini memerlukan dua arus gas, suatu gas plasma (gas utama) dan suatu perlindungan gas (*shielding gas*), kombinasi gas normal adalah gas Argon dan gas hidrogen. Argon sebagai gas plasma dan hidrogen sebagai gas pelindung (*shielding gas*). Selain gas Argon ada juga gas yang dapat dipakai sebagai gas plasma yaitu gas Helium, tetapi Helium memiliki sifat yang lebih panas sehingga sulit untuk membuat pengelasan dengan metode lubang kunci.

Gas pelindung diperoleh dari gas *ionized* panas yang dikeluarkan dari orifis, yang mungkin dilengkapi dengan suatu alat bantu gas pelindung. Gas pelindung adalah suatu gas mulia atau suatu campuran gas. Arus gas (dalam bentuk ion) bersuhu tinggi mencapai kecepatan tinggi (mendekati kecepatan suara) akibatnya busur api yang ditimbulkan akan menyempit dan terpusat, sehingga dapat dengan cepat mencairkan benda kerja. Dalam las ini bisa atau tidak menggunakan bahan tambah.

### III. Perancangan

#### 3.1 Pendahuluan

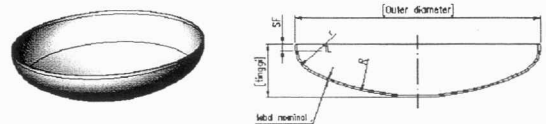
Metode perancangan yang digunakan mengacu pada tahapan perancangan pada *Hanbuch Vorrichtungen*: 175-192. Diagram metode perancangan yang digunakan:



#### 3.2 Identifikasi Produk

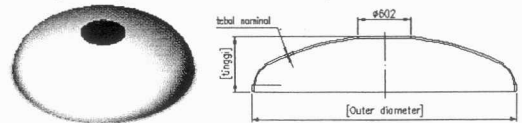
*Dished end* tanki Tetra Alsafe berbentuk *torispherical* dengan diameter 2000-3500 mm, tinggi 544-941 mm dan ketebalan pelat 6-12 mm. Material *dished end* di TPSE yaitu AISI 304 dan AISI 316.

*Dished end* dibentuk dengan cara *hot rolled* atau *cold roll flanging*. Pembentukan *dished end* tidak dilakukan di TPSE melainkan oleh *sub contractor*. Sedangkan proses selanjutnya mulai dari penggerindaan sampai *assembly* dilakukan di TPSE. Pada *dished end* hasil *flanging*, terdapat lubang  $\varnothing 30$  pada pusat *dished end*.



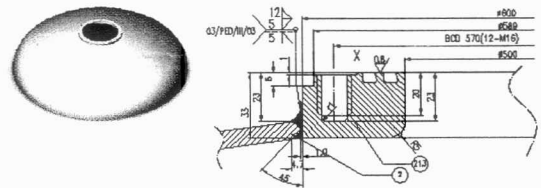
*Dished End Tetra Alsafe Sebelum Dilubangi*

*Top dished end* yang telah dibentuk akan dilubangi sebesar  $\varnothing 602$  mm pada pusatnya yang kemudian akan dipasang *flange manhole*. Diameter *manhole* cukup besar yaitu 600 mm karena harus dapat dimasuki operator untuk keperluan *maintenance* bagian dalam tanki. Pelubangan dilakukan menggunakan las plasma. Dimensi lubang dengan toleransi kasar yaitu  $\pm 2$  mm.



*Dished End Tetra Alsafe Setelah Dilubangi*

*Manhole* terdiri dari *upper flange* dan *lower flange*, yang dilas pada *top dished end* adalah *lower flange manhole*. Gambar kerja *lower flange manhole* terdapat pada lampiran 3-3 dan gambar kerja pengelasan *flange manhole* pada *top dished end* terdapat pada lampiran 3-4b. Pengelasan menggunakan las TIG dan dilakukan pada kedua sisi *flange manhole* seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



*Lower Flange Manhole pada Top Dished End*

#### 3.3 Membuat Daftar Tuntutan

Dari hasil identifikasi yang telah dilakukan maka dibuat daftar tuntutan. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan data-data yang diperoleh maka ada 3 bagian tuntutan, yaitu :

No	Daftar Tuntutan	Kuantifikasi										
1	<b>Tuntutan Utama</b>											
	a. Ketinggian <i>dished end</i> yang dapat dicapai <i>jig</i>	544 mm s/d 941 mm										
	b. Mesin yang digunakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesin Las Plasma TRC-121</li> <li>Mesin Las TIG Syncrowave 250 DX</li> </ul>										
	c. Posisi <i>loading</i> dan <i>unloading</i> produk	Horizontal										
2	<b>Tuntutan kedua</b>											
	a. Kecepatan potong <i>plasma cutting</i>	<table border="1"> <tr> <th>Tebal pelat</th> <th>Kec. Potong</th> </tr> <tr> <td>6 mm</td> <td>2.72 m/menit</td> </tr> <tr> <td>8 mm</td> <td>1.91 m/menit</td> </tr> <tr> <td>10 mm</td> <td>1.12 m/menit</td> </tr> <tr> <td>12 mm</td> <td>0.58 m/menit</td> </tr> </table>	Tebal pelat	Kec. Potong	6 mm	2.72 m/menit	8 mm	1.91 m/menit	10 mm	1.12 m/menit	12 mm	0.58 m/menit
	Tebal pelat	Kec. Potong										
	6 mm	2.72 m/menit										
	8 mm	1.91 m/menit										
10 mm	1.12 m/menit											
12 mm	0.58 m/menit											
b. Dimensi alat (max)	4000 x 3000 mm											
c. Sumber penggerak benda kerja	Motor listrik dengan <i>inverter</i>											
d. Jumlah operator	1 orang											
3	<b>Keinginan</b>											
	a. Pelumasan pada bagian yang bergesekan	1 kali/minggu										
	b. Mudah dalam perbaikan	Tidak memerlukan alat khusus dan komponen terdapat dipasaran										

#### 3.4 Analisa Proses

Proses pengerjaan yang dilakukan pada *top dished end* ini dapat dibagi menjadi 11 *Operation Plan* (OP). Berikut ini adalah proses pengerjaan saat ini (*existing*) di PT. TPSE.

No.	Proses	Gambar Proses	Peralatan
OP 1	1.1 Las sambung raw material 1.2 Marking lingkaran 1.3 Plasma cutting 1.4 Gerinda sambungan pengelasan		Angle Grinder Mesin Las Plasma Mesin Las TIG Marker
OP 2	Dilakukan oleh Sub-Contractor 2.1 Pressing/Dishing 2.2 Flangng		Dishing Machine Flanging Machine
OP 3	3.1 Chamfer tepi		Angle Grinder
OP 4	4.1 Polishing		Polishing Machine
OP 5	5.1 Marking lingkaran ø600		Board marker
OP 6	6.1 Marking lingkaran ø600		Penitik Palu
OP 7	7.2 Plasma cutting lubang		Mesin las plasma
OP 8	8.1 Gerinda (chamfer)		Angle Grinder
OP 9	9.1 Las titik flange manhole		Mesin Las TIG
OP 10	10.1 Pengelasan flange manhole ke top dished end		Mesin Las TIG
OP 11	11.1 Pengelasan (Assembly)		Orbital Welding Machine

Analisa Proses Existing

Jig plasma cutting dapat mengerjakan empat OP, yaitu OP5, OP6, OP7 dan OP10. Sehingga proses pengerjaan pelubangan sampai pengelasan flange manhole ke dished end menjadi seperti pada tabel berikut ini.

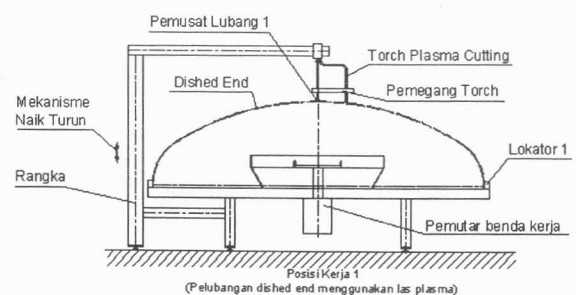
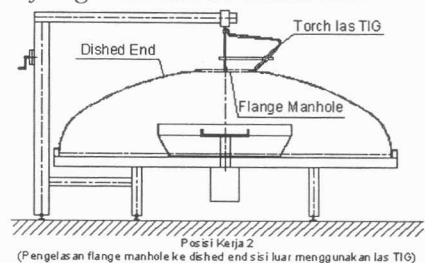
No.	Proses	Gambar Proses	Peralatan
OP 5	5.1 Pelubangan ø600		JF pelubangan dan pengelasan Mesin Las Plasma
OP 6	6.1 Gerinda (chamfer)		Angle Grinder
OP 7	7.1 Las titik flange manhole		Mesin Las TIG
OP 8	8.1 Pengelasan flange manhole ke top dished end		JF pelubangan dan pengelasan Mesin Las TIG

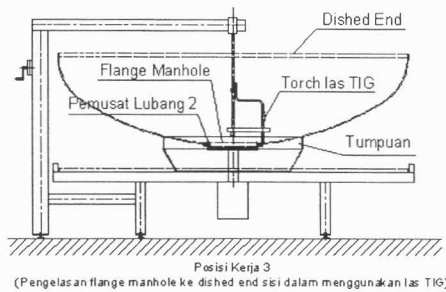
#### Analisa Proses Perbaikan

OP6 yaitu proses gerinda (*chamfer*) dikerjakan menggunakan *chamfering machine* dan OP7 yaitu proses las titik (*tack weld*) flange manhole ke dished end dilakukan secara manual di sektor kerja lain.

#### 3.5 Menentukan Fungsi Bagian

Terdapat dua proses yang berbeda yaitu proses pelubangan *dished end* dan proses pengelasan flange manhole ke dished end. Gambar berikut ini memperlihatkan konsep rancangan jig and fixture untuk proses pelubangan *dished end* dan pengelasan flange manhole ke dished end.





Konsep *Jig and Fixture Plasma Cutting* dan Pengelasan Sebagai sarana untuk pemecahan masalah, dilakukan pembagian fungsi bagian pada *jig and fixture plasma cutting* dan pengelasan ini.

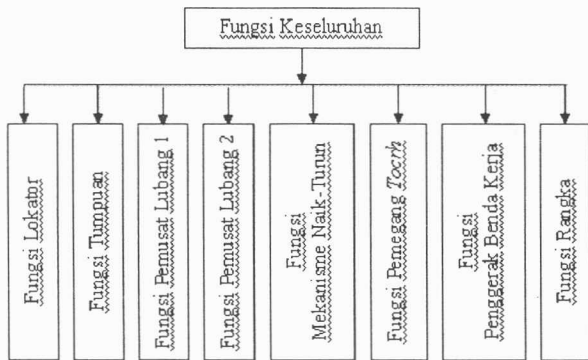


Diagram Penguraian Fungsi Keseluruhan

*Jig and fixture plasma cutting* dan pengelasan *flange manhole* ke *dished end* ini terdiri dari beberapa fungsi bagian, yaitu:

- 1. Fungsi lokator**  
Lokator berfungsi untuk memposisikan dan menetapkan *dished end* pada saat proses pelubangan menggunakan las plasma.
- 2. Fungsi tumpuan**  
Tumpuan berfungsi menumpu *dished end* saat proses pengelasan *flange manhole* ke *dished end* sisi dalam, sehingga benda kerja tidak terguling dan ditumpu secara merata. Daerah kontak dibuat sesedikit mungkin, untuk menjamin kedudukan benda kerja itu sendiri.
- 3. Fungsi pemusat lubang 1**  
Pemusat lubang 1 berfungsi untuk menepatkan sumbu poros pemegang *torch* terhadap sumbu lubang  $\varnothing 30$  (lubang akibat proses *flanging dished end*).
- 4. Fungsi pemusat lubang 2**  
Pemusat lubang 2 berfungsi untuk menepatkan sumbu poros pemegang *torch* terhadap sumbu lubang  $\varnothing 600$  (lubang hasil proses sebelumnya yaitu pelubangan menggunakan las plasma).
- 5. Fungsi mekanisme naik turun**  
Mekanisme naik turun berfungsi untuk memposisikan *torch* las plasma atau las TIG terhadap benda kerja.
- 6. Fungsi pemegang *torch***  
Pemegang *torch* berfungsi sebagaiudukan *torch* las plasma dan pengatur kemiringan *torch*. Pemegang *torch* juga dapat digunakan sebagaiudukan *torch* las TIG pada proses pengelasan *flange manhole* dengan *top dished end*.
- 7. Fungsi penggerak benda kerja**

Penggerak benda kerja berfungsi memutar *dished end* saat proses pelubangan maupun saat proses pengelasan *flange manhole* dengan *dished end*. Sesuai dengan daftar tuntutan maka sumber penggerak yang digunakan untuk memutar benda kerja menggunakan motor listrik dengan dilengkapi *inverter* untuk mendapatkan variasi putaran.

### 8. Fungsi rangka

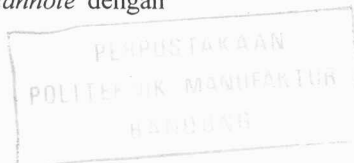
Rangka berfungsi sebagai penyangga pemutar *torch*. Juga berfungsi sebagai landasan untuk dudukan *dished end* saat proses pelubangan dan pengelasan *flange manhole* sisi luar.

### 3.6 Alternatif Fungsi Bagian

Setelah mendapat beberapa fungsi bagian kemudian dibuat beberapa alternatif yang memungkinkan dapat digunakan sebagai komponen *jig and fixture plasma cutting* dan pengelasan. Penilaian alternatif fungsi bagian berdasarkan daftar pada kolom bagian dengan penilaian (1=kurang; 2=cukup; 3=baik), kemudian dijumlahkan dan hasil akhirnya didapat nilai variasi konsep.

No	Bagian	Alternatif A	Alternatif B	Alternatif C
1	Lokator 1 1. Menjamin peletakan 2. Mudah pembuatan 3. Kepresisian 4. Lepas pasang mudah Nilai	Tiga pelat kontur radius $2+1+2+2=7$	Tiga lokator pin $2+3+2+3=10$	Tiga blok pelat $2+3+2+1=8$
2	Tumpuan 1. Part standar 2. Tidak merusak BK 3. Tidak mudah aus Nilai	Tiga Pelat $1+2+2=5$	Tiga Rol $3+3+2=8$	Pelat berbentuk mangkuk $1+1+2=4$
3	Pemusat lubang 1 1. Menjamin pemusatan 2. Mudah pembuatan 3. Kepresisian Nilai	Poros tirus $3+3+2=8$	Poros ujung radius $3+2+2=7$	Poros berstep $3+3+2=8$
4	Pemusat lubang 2 1. Menjamin pemusatan 2. Mudah pembuatan 3. Kepresisian Nilai	Ulr kanan-kiri $3+1+2=6$	Tiga pin $3+3+2=8$	Pelat $\varnothing 500$ $3+3+2=8$
5	Mekanisme naik turun 1. Part standar 2. Kuat beban 3. Harga murah Nilai	Poros Transportir $2+2+2=6$	Rack and pinion $3+2+2=7$	Telescopic screw Jack $3+2+1=6$
6	Pemegang <i>torch</i> 1. Mudah pembuatan 2. Part standar 3. Handling mudah Nilai	Pengencangan mur $2+2+1=5$	Pengencangan klem $3+3+2=8$	Pengencangan $2+2+2=6$
7	Rangka 1. Mudah pembuatan 2. Kuat beban 3. Part standar Square tube Nilai	Pengikatan dengan baut $1+2+3=5$	Pengikatan dengan las $2+2+3=8$	Pengikatan las dan baut $2+2+3=8$
		Variasi Konsep 1 (Kurang) = 43	Variasi Konsep 3 (Baik) = 52	Variasi Konsep 2 (Cukup) = 50

Alternatif Fungsi Bagian



### 3.7 Variasi Konsep

#### 3.7.1 Variasi Konsep 1

Variasi konsep 1 merupakan kombinasi dari fungsi bagian:

1. Lokator tiga unit pelat kontur radius.
2. Tumpuan pelat berbentuk mangkuk..
3. Pemusat lubang 1 berupa poros berstep.
4. Pemusat lubang 2 tiga pin lokator.
5. Mekanisme naik-turun *telescopic screw jack*.
6. Pemegang *torch* dengan pengencangan mur.
7. Penggerak benda kerja menggunakan motor listrik dengan inverter.
8. Rangka dengan pengikatan menggunakan baut.

#### 3.7.2 Variasi Konsep 2

Variasi konsep 2 merupakan kombinasi dari fungsi bagian:

1. Lokator tiga unit blok pelat.
2. Tumpuan tiga pelat penyangga.
3. Pemusat lubang 1 berupa poros tirus.
4. Pemusat lubang 2 *clamper* ulir.
5. Mekanisme naik-turun menggunakan *rack pinion*.
6. Pemegang *torch* dengan pengencangan *clamp*.
7. Penggerak benda kerja menggunakan motor listrik dengan inverter.
8. Rangka dengan pengikatan las.

#### 3.7.3 Variasi Konsep 3

Variasi konsep 3 merupakan kombinasi dari fungsi bagian:

1. Lokator tiga unit pin.
2. Tumpuan tiga unit rol.
3. Pemusat lubang 1 berupa poros berstep.
4. Pemusat lubang 2 *clamper* ulir.
5. Mekanisme naik-turun menggunakan poros transportir.
6. Pemegang *torch* dengan pengencangan knob.
7. Penggerak benda kerja menggunakan motor listrik dengan inverter.
8. Rangka dengan pengikatan las.

### 3.8 Penilaian Variasi Konsep

No	Penilaian dari Aspek Teknik	f	V1		V2		V3	
			P	λ	P	λ	P	λ
1	Pencapaian fungsi	3	4	12	4	12	4	12
2	Proses pembuatan	3	2	6	1	3	3	9
3	Optimalisasi komponen standar	1	3	3	3	3	4	4
4	Perakitan	2	2	4	2	4	3	6
5	Perawatan	1	4	4	4	4	3	3
6	Keamanan	2	4	8	4	8	4	8
No	Penilaian dari Aspek Ekonomi	f	V1		V2		V3	
			P	λ	P	λ	P	λ
1	Biaya pembuatan	3	2	6	2	6	2	6
2	Biaya perawatan	2	3	6	2	4	2	4
Nilai Total				49		44		52

Penilaian Variasi Konsep Keseluruhan

\* Keterangan table :

- f = Bobot penilaian ( nilai 1 sampai 3)
- P = Nilai variasi konsep (nilai 1 sampai 4)
- λ = Jumlah (Bobot penilaian x Nilai variasi konsep)
- V1 = Variasi Konsep 1
- V2 = Variasi Konsep 2
- V3 = Variasi Konsep 3

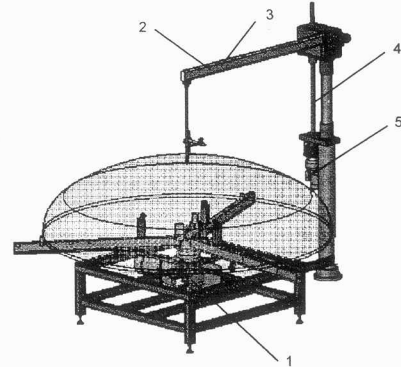
\* Keterangan penilaian :

- 1 = Kurang
- 2 = Cukup
- 3 = Cukup Baik
- 4 = Sangat Baik

Dari tabel penilaian variasi konsep diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa konstruksi yang paling ideal adalah Variasi Konsep Keseluruhan 3.

### IV. Analisa dan Perhitungan

Adapun bagian-bagian yang akan di analisa adalah bagian yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



1. Perhitungan daya motor penggerak benda kerja.
2. Perhitungan kekuatan batang pemegang *torch*.
3. Perhitungan defleksi batang pemegang *torch*.
4. Perhitungan spindel (poros transportir gerakan naik-turun).
5. Perhitungan daya motor penggerak poros transportir.
6. Perhitungan waktu proses.
7. Perhitungan perbaikan waktu proses.

#### 4.1 Perhitungan Daya Motor Penggerak Benda Kerja

Saat proses pelubangan *dished end* dan pengelasan *flange manhole* ke *dished end*, benda kerja berputar dan *torch* las diam. Sumber penggerak putaran benda kerja adalah motor AC. Berikut ini adalah perhitungan pemilihan motor AC untuk memutar *dished end*.

Perhitungan daya motor menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 P &= F \times v \\
 &= F \times \pi \times d \times n \\
 &= M \times 2 \times \pi \times n \\
 &= M \times \omega \\
 &= \frac{M \times n}{9550}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- M = Momen puntir [Nm]
- F = Gaya [N]
- v = Kecepatan [m/s]
- d = Diameter [m]
- n = Putaran/kecepatan [rpm]
- ω = Kecepatan sudut [rad/s]

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan daya motor penggerak benda kerja.

Diketahui:

- a. Kecepatan gerak benda kerja

Kecepatan gerak benda kerja disini adalah kecepatan potong *plasma cutting* untuk proses pelubangan. Kecepatan potong *plasma cutting* untuk masing-masing ketebalan benda kerja adalah sebagai berikut.

- Kecepatan potong untuk tebal pelat 6 mm didapat dari hasil interpolasi:

$$\frac{8-6}{8-5} \times (2,79 - 1,57) + 1,57 = 1,86 \text{ m/min}$$

- Kecepatan potong untuk tebal pelat 8 mm = 1,57 m/min
- Kecepatan potong untuk tebal pelat 10 mm = 0,89 m/min
- Kecepatan potong untuk tebal pelat 12 mm = 0,51 m/min
- Kecepatan periferal benda kerja (diambil kecepatan potong *plasma cutting* max.)

$$v \approx 1,86 \text{ m/min} = 0,031 \text{ m/s}$$

- b. Berat benda kerja (diambil berat maksimal yaitu berat dished end untuk tanki kapasitas 50.000 liter yaitu  $\varnothing 3500 \text{ mm}$ )

- Volume *dished end*  $\varnothing 3500 \text{ mm} = 165,18 \text{ dm}^3$  (perhitungan menggunakan software Solid Works, data dapat dilihat pada lampiran 4-2)

- Berat jenis AISI 304 =  $8 \text{ kg/dm}^3$

$$m = V \times \rho = 165,18 \text{ dm}^3 \times 8 \text{ kg/dm}^3 = 1.321,46 \text{ kg}$$

- c. Berat profil + berat lokator + berat pemusat lubang  $\approx 151 \text{ kg}$  (perhitungan menggunakan software Solid Works)

Ditanyakan:

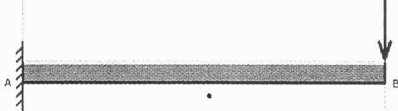
Daya motor yang akan dipakai untuk memutar benda kerja.

Penyelesaian:

- $m_{total} = 1.321,46 \text{ kg} + 151 \text{ kg} = 1.472,46 \text{ kg}$
- $F = m_{total} \times g = 1.472,46 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 14.724,6 \text{ N}$
- $M = F \times r = 14.724,6 \text{ N} \times 0,301 \text{ m} = 4.432,1 \text{ Nm}$
- $n = \frac{v \times 60}{\pi \times d} = \frac{0,031 \text{ m/s} \times 60}{\pi \times 0,602 \text{ m}} = 0,98 \text{ rpm}$
- $P = \frac{M \times n}{9550} = \frac{4.432,1 \text{ Nm} \times 0,98 \text{ rpm}}{9550} = 0,45 \text{ kW}$

Dari perhitungan yang dilakukan, maka motor yang dipakai adalah NORD Helical-Bevel Gear SK 92172-80S/4 dengan  $P = 0,55 \text{ kW}$

#### 4.2 Kontrol Kekuatan Batang Pemegang Jig



Diketahui:

- Profil *rectangular tube*  $5 \times 60 \times 120 \text{ mm}$ , bahan St. 37
- Panjang profil  $1.945 \text{ mm}$
- $W_x$  profil =  $49,3 \text{ cm}^3$
- $\sigma_{ijin} = 120 \text{ N/mm}^2$  (didapat dari tabel, dapat dilihat pada lampiran 2-1)
- Berat *torch* dan pemegang *torch*  $\approx 7,8 \text{ kg}$

Ditanyakan:

Momen bengkok dan tegangan bengkok batang pemegang *torch*.

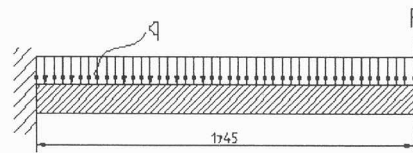
Penyelesaian:

- $F_1 = m \times g = 7,8 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 78 \text{ N}$
- $M_b = F \times l = 78 \text{ N} \times 1.945 \text{ mm} = 151.710 \text{ Nmm}$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_p} = \frac{151.710 \text{ Nmm}}{49.300 \text{ mm}^3} = 3,08 \text{ N/mm}^2$$

- $\sigma_b < \sigma_{ijin} (120 \text{ N/mm}^2)$  OK

#### 4.3 Perhitungan Defleksi Batang Pemegang Jig



Diketahui:

- Profil *rectangular tube*  $5 \times 60 \times 120 \text{ mm}$ , bahan St. 37
- Panjang profil  $1.945 \text{ mm}$
- E bahan St.37 =  $210.000 \text{ N/mm}^2$
- Berat *torch* dan pemegang *torch*  $\approx 7,8 \text{ kg}$
- Berat profil  $13 \text{ kg/m}$

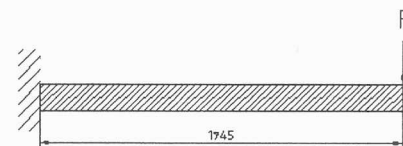
Ditanyakan:

Defleksi pada batang

Penyelesaian:

- $F = m \times g = 7,8 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 78 \text{ N}$
- $q = m \times g = 13 \text{ kg/m} \times 10 \text{ m/s}^2 = 130 \text{ N/m} = 0.13 \text{ N/mm}$

$$I_{profil} = \frac{BH^3 - bh^3}{12} = \frac{(60 \times 120^3) - (50 \times 110^3)}{12} = 3.094.166,67 \text{ mm}^4$$



$$f_1 = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I}$$

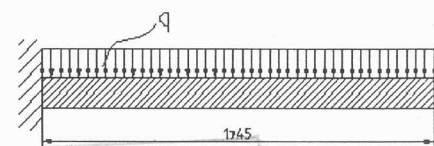
Ket:  $F = \text{Gaya [N]}$

$l = \text{Panjang batang [mm]}$

$E = \text{Modulus elastisitas bahan [St} = 210.000 \text{ N/mm}^2]$

$I = \text{Momen inersia [mm}^3]$

$$f_1 = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I} = \frac{78 \text{ N} \times (1.945 \text{ mm})^3}{3 \times 210.000 \text{ N/mm}^2 \times 3.094.166,67 \text{ mm}^4} = \frac{151.710 \text{ N/mm}^3}{1,95 \times 10^{12} \text{ N/mm}^2} = 0,7 \times 10^{-7} \text{ mm}$$



PEPUSTAKAAN  
POLITEK NE MANGALATUR

$$f_2 = \frac{q \times l^4}{8 \times E \times I} = \frac{0,13N/mm \times (1.945mm)^4}{8 \times 210.000N/mm^2 \times 3.094.166,67mm^4}$$

$$= \frac{252,85N/mm^3}{5,2 \times 10^{12}N/mm^2} = 0,48 \times 10^{-12}mm$$

$$f_{total} = f_1 + f_2 = 0,7 \times 10^{-7}mm + 0,48 \times 10^{-12}mm \approx 0,7 \times 10^{-7}mm$$

#### 4.4 Perhitungan Spindel (Poros Transportir Penggerak Naik Turun)

Mencari  $d_3$  ulir transportir

$$\sigma_{KE} = \frac{E \times \pi^2}{\lambda^2 \times \sigma_d} \geq 2,6^{**} s/d 6^*$$

$$\lambda^2 \leq \frac{E \times \pi^2}{\sigma_{KE} \times \sigma_d}$$

$$\lambda^2 \leq \frac{210.000N/mm^2 \times \pi^2}{2,6 \times 37,63N/mm^2}$$

$$\lambda^2 \leq 21.184,17$$

$$\lambda \leq \sqrt{21.184,17}$$

$$\lambda \leq 145,55$$

$$\lambda \approx \frac{4 \times l_{max}}{d_3}$$

$$d_3 \approx \frac{4 \times l_{max}}{\lambda}$$

$$d_3 \approx \frac{4 \times 1400mm}{145,55}$$

$$d_3 \approx 38,48mm$$

Maka diambil Tr 52x8 ( $d_3 = 43mm$ )

#### Kontrol Kekuatan Spindel Tr 52x8

##### Kontrol terhadap Self Locking

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{P}{\pi \times d_2} \right)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{8mm}{\pi \times 48mm} \right)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \times 0,05$$

$$\alpha = 2,86^\circ$$

$$\rho' = \tan^{-1} \left( \frac{\mu}{\cos \beta} \right)$$

$$\rho' = \tan^{-1} \left( \frac{0,05}{\cos 15^\circ} \right)$$

$$\rho' = \tan^{-1} 0,0517$$

$$\rho' = 2,96^\circ$$

$\alpha \leq \rho'$  maka terjadi self locking.

##### Kontrol k terhadap tegangan

$$\sigma_d = \frac{F}{As} \leq \sigma_{d izin}$$

$$= \frac{F \times 4}{\pi \times d_3^2}$$

$$\sigma_d = \frac{1.136N \times 4}{\pi \times (43mm)^2}$$

$$= 0,782N/mm^2$$

$$\sigma_d \leq \sigma_{d ijin} (70,5N/mm^2) \text{ OK}$$

$$\tau_p = \frac{Mp}{Wp}$$

$$Mp = F_u \times r_2$$

$$Mp = F \times \tan(\alpha + \rho') \times \frac{d_2}{2}$$

$$Mp = 1.136N \times \tan(2,86^\circ + 2,96^\circ) \times \frac{48mm}{2}$$

$$Mp = 2.779Nmm$$

$$Wp \approx 0,2 \times d_3^3$$

$$Wp \approx 0,2 \times 43^3$$

$$Wp \approx 15.901,4mm^3$$

$$\tau_p = \frac{Mp}{Wp}$$

$$\tau_p = \frac{2.779Nmm}{15.901,4mm^3}$$

$$\tau_p = 0,174N/mm^2$$

$$\sigma_{gab} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \times \tau^2} < \sigma_{gab izin}$$

$$\sigma_{gab} = \sqrt{0,782^2 + 3 \times 0,174^2}$$

$$\sigma_{gab} = 0,838N/mm^2$$

$$\sigma_{gab} \leq \sigma_{gab ijin} (94N/mm^2) \text{ OK}$$

##### Kontrol spindel terhadap takik

$$l_{max} = 1400mm$$

$$\lambda = \frac{4 \times l_{max}}{d_3}$$

$$\lambda = \frac{4 \times 1400mm}{43mm}$$

$$\lambda = 130,23$$

Derajat kelangsingan  $\lambda > 50$  maka perlu dikontrol terhadap takikan.

$$\sigma_{KE} = \frac{E \times \pi^2}{\lambda^2 \times \sigma_d} \geq 2,6^{**} s/d 6^*$$

$$\sigma_{KE} = \frac{210.000N/mm^2 \times \pi^2}{130,23^2 \times 0,782N/mm^2}$$

$$\sigma_{KE} = 156,3 \quad \sigma_{KE} < 2,6 \text{ OK}$$





#### 4.5 Perhitungan Daya Motor Penggerak Spindel

##### Diketahui:

- Poros transportir Tr52x8, bahan St.60
- Kecepatan naik yang diinginkan 20 mm/s = 0,02 m/s
- Berat beban yang akan dinaikkan, m = 113,6 kg

##### Ditanyakan:

Daya motor penggerak spindel (poros transportir)

Penyelesaian:

$$F = m \times g = 113,6 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 1.136 \text{ N}$$

$$n = \frac{v \times 60}{\pi \times d_3} = \frac{0,02 \text{ m/s} \times 60}{\pi \times 0,043 \text{ m}} = 8,88 \text{ rpm} \approx 9 \text{ rpm}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{P}{\pi \times d_2} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{8 \text{ mm}}{\pi \times 48 \text{ mm}} \right)$$

$$= \tan^{-1} \times 0,05 = 2,86^\circ$$

$$M_p = F_u \times r_2 = F \times \tan(\alpha + \rho') \times \frac{d_2}{2}$$

$$= 1.136 \text{ N} \times \tan(2,86^\circ + 2,96^\circ) \times \frac{48 \text{ mm}}{2}$$

$$= 2.779 \text{ Nmm} = 2,779 \text{ Nm}$$

$$P = F \times v = F \times \pi \times d \times n = M \times 2 \times \pi \times n$$

$$= M \times \omega = \frac{M \times n}{9550} = \frac{2,779 \text{ Nm} \times 9 \text{ rpm}}{9550}$$

$$= 0,0026 \text{ kW}$$

Dari perhitungan yang dilakukan, maka motor yang dipakai adalah NORD Paralel Shaft Gear SK 0182NB-63S/4 dengan P=0,12 kW

#### 4.6 Perhitungan Waktu Proses

##### a. Kecepatan potong plasma cutting

Kecepatan potong *plasma cutting* untuk masing-masing ketebalan benda kerja adalah sebagai berikut

- Kecepatan potong untuk tebal pelat 6 mm didapat dari hasil interpolasi:

$$\frac{8-6}{8-5} \times (2,79 - 1,57) + 1,57 = 1,86 \text{ m/min}$$

- Kecepatan potong untuk tebal pelat 8 mm = 1,57 m/min
- Kecepatan potong untuk tebal pelat 10 mm = 0,89 m/min
- Kecepatan potong untuk tebal pelat 12 mm = 0,51 m/min

##### b. Panjang pemotongan *plasma cutting* lubang Ø602 mm

$$K = \pi \times d$$

Ket: K = Keliling lingkaran [mm]

d = Diameter lingkaran [mm]

$$K = \pi \times d = \pi \times 602 \text{ mm} = 1.891,24 \text{ mm} = 1,891 \text{ m}$$

##### c. Waktu pemotongan

- Waktu pemotongan untuk pelat tebal 6 mm =

$$\frac{1,891 \text{ m}}{1,86 \text{ m/menit}} = 1,02 \text{ menit}$$

- Waktu pemotongan untuk pelat tebal 8 mm =

$$\frac{1,891 \text{ m}}{1,57 \text{ m/menit}} = 1,2 \text{ menit}$$

- Waktu pemotongan untuk pelat tebal 10 mm =

$$\frac{1,891 \text{ m}}{0,89 \text{ m/menit}} = 2,12 \text{ menit}$$

- Waktu pemotongan untuk pelat tebal 12 mm =

$$\frac{1,891 \text{ m}}{0,51 \text{ m/menit}} = 3,7 \text{ menit}$$

##### d. Total waktu proses *plasma cutting* lubang Ø602 mm

= waktu penempatan BK + waktu seting + waktu proses + waktu pelepasan BK

Estimasi total waktu proses *plasma cutting* Ø602 mm menggunakan *jig and fixture plasma cutting dished end* dan pengelasan *flange manhole* Tetra Alsafe Tank adalah sebagai berikut:

No	Ketebalan pelat dished end [mm]	Waktu penempatan BK [menit]	Waktu seting [menit]	Waktu pemotongan [menit]	Waktu pelepasan BK [menit]	Total waktu pengerjaan [menit]
1	6	10	10	1,02	8	29,02
2	8	10	10	1,2	8	29,2
3	10	10	10	2,12	8	30,12
4	12	10	10	3,7	8	31,7

Estimasi Total Waktu Pengerjaan Pelubangan Ø602 mm

#### 4.7 Perhitungan Perbaikan Waktu Proses

- a. Perbandingan waktu proses awal dengan waktu proses baru adalah

= total waktu pengerjaan secara manual - total waktu proses menggunakan jf

$$= 60 \text{ menit} - 31,7 \text{ menit}$$

$$= 28,3 \text{ menit}$$

- b. Efisiensi waktu proses

$$\eta = \frac{\text{total waktu proses manual} - \text{total waktu proses menggunakan jf}}{\text{total waktu proses manual}}$$

$$= \frac{60 \text{ menit} - 31,7 \text{ menit}}{60 \text{ menit}} \times 100\% = 47,2\%$$

#### V. Kesimpulan Dan Saran

##### 5.1 Kesimpulan

Dari proses perancangan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

- a. *Dished end* yang dapat diproses dengan *jig and fixture plasma cutting dished end* dan pengelasan *flange manhole* ini yaitu *dished end* dengan diameter 2000, 2400, 3000 dan 3500mm.
- b. Rancangan yang dibuat dapat menurunkan waktu proses *plasma cutting* pelubangan pada *dished end* dari 45 s.d 60 menit menjadi ± 31,7 menit, atau didapatkan efisiensi waktu sebesar 47,2 % per produk yang diproses.
- c. Analisa dan perhitungan bagian konstruksi yang penulis asumsikan kritis ternyata memenuhi persyaratan kekuatan.

##### 5.2 Saran

Untuk mencapai taraf yang optimal dari perancangan dan pembuatan *jig and fixture plasma cutting dished end* dan pengelasan *flange manhole*

ini, maka penulis menyampaikan beberapa saran, yaitu:

1. Untuk pengembangan rancangan selanjutnya, perlu dilakukan analisa dan perhitungan yang lebih detail agar hasil rancangan lebih efisien.

2. Untuk perawatan diharapkan kebersihan di lingkungan mesin lebih dijaga. Pengaturan layout pabrik untuk diperbaiki dan ditata ulang sesuai dengan urutan OP yang baru.

#### DAFTAR PUSTAKA

*Elemen Mesin 1*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.

*Elemen Mesin 3*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.

Grant, Hiram. E. 1898. *Jigs and Fixture*. Tata Mc. Graw Hill. Publishing Company Ltd.

Kurniawan. 2000. PPL I : *Perancangan Peralatan Penepat Dasar*. Bandung : Polman Bandung.

Mahmudah, Aida. 2000. *Gambar Teknik Mesin*. Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung.

Rahman, Adies. 2002. *Kekuatan bahan dasar* . Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung.

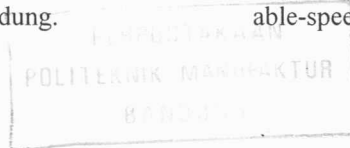
Ruswandi, Ayi. 2004. *Metode Perancangan 1*. Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung.

Scharcus, Eduard dan Herman Jutz. 1961. *Westerman Tables, For Metal Trade*. New Delhi : Wiley Easter Limited.

*Thief Vorrichtungen, Jig & Fixture (Vorrichtungen Gestalten Bemessen Bewerten)*.

[www.nord.com](http://www.nord.com)

<http://bayupancoro.wordpress.com/2008/07/02/variable-speed-drive-vsd-aka-inverter/>



# PERANCANGAN *WINDING FIXTURE* UNTUK DIAMETER SILINDER 200 - 250 di PT. PAUWELS TRAF0 ASIA

Muhammad Rizki Rahman 1), Kurniawan 2)

1) Mahasiswa POLMAN Bandung, Telp 085267224600

2) Dosen Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politrknik Manufatur Negeri Bandung

## ABSTRAK

Salah satu komponen utama dari *power transformer* adalah *core* / inti trafo. Pada inti terdapat kumparan kawat penghantar yang terbuat dari tembaga atau alumunium yang digulung pada silinder. Pembuatan kumparan pada silinder menggunakan mesin *winding* dan *winding fixture* sebagai alat bantu. Selama proses pembuatan *winding* terjadi permasalahan saat proses pengerjaan, selain itu *winding fixture* yang ada untuk memegang silinder hanya terbatas pada diameter di atas 250 mm sedangkan *winding fixture* untuk diameter di bawah 250 mm tidak ada.

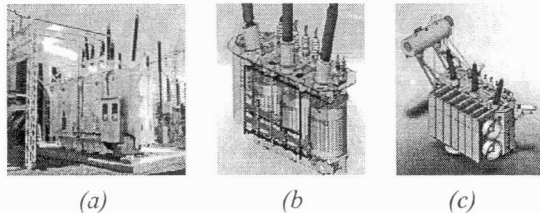
Metodologi yang digunakan dalam perancangan *winding fixture* untuk diameter silinder 200 – 250 ini mengacu pada tahapan perancangan yang dirumuskan oleh VDI 2222.

*Winding fixture* yang telah dirancang dan dihitung telah memenuhi seluruh tuntutan yang ada dan terbukti kuat saat dilakukan pengontrolan kekuatan bahan. Dengan demikian, *winding fixture* dapat digunakan pada silinder dengan diameter 200 – 250, sedangkan kebutuhan sistem transmisi minimal untuk mengoperasikan *winding fixture* terpenuhi.

## I. PENDAHULUAN

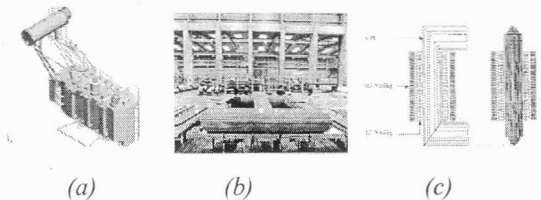
### 1.1 Latar Belakang

PT Pauwels Trafo Asia adalah salah satu industri manufaktur yang memproduksi *Power Transformer*. *Power Transformer* adalah salah satu jenis dari transformer yang berfungsi sebagai trafo pembangkit. *Power Transformer* terdiri atas dua jenis yaitu *Power Transformer step up* yang dipasang di sekitar generator dan juga trafo *step down* yang dipasang pada stasiun penerima aliran listrik.



Gambar 1.01 (a),(b) *Power Transformer*, (c) *Core Assembly*

*Power Transformer* dibagi menjadi dua bagian yaitu internal dan eksternal. Bagian eksternal atau metal part adalah bagian pendukung dari *Power Transformer* dan materialnya terbuat dari metal. Bagian eksternal terdiri atas *tank*, *cover*, dan *conservator*. Bagian internal part terdiri atas *core*, *lead connection* dan *winding*. *Core* adalah inti dari trafo yang terbuat dari lembaran *silicon steel* yang disusun atau ditumpuk hingga membentuk penampang core, nantinya *winding* yang telah dibuat akan *diassembly* ke *core*. *Lead connection* adalah koneksi (pengkabelan) antara satu komponen ke komponen yang lain. Sedangkan *winding* adalah kumparan atau lilitan pada trafo.

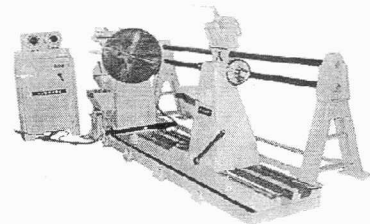


Gambar 1.02 (a) *Transformer Metal Part*, (b) *Proses pembuatan core*, (c) *Penampang core*

Proses pengerjaan *winding* dilakukan dengan melilitkan kawat tembaga yang dililiti isolasi (kertas atau resin) pada silinder yang terbuat dari *presspan* dengan jumlah lilitan tertentu dan tinggi tertentu.



Gambar 1.03 *Insulated Copper Strip Wires*



Gambar 1.04 *Mesin Winding*

Pengerjaan *winding* dilakukan pada mesin *winding* dengan mempergunakan *winding fixture* sebagai alat bantu pembuatan *winding*. Saat ini proses *winding* dikerjakan pada mesin *winding* dengan kapasitas beban tertentu antara pemegang