

Analisa Kebutuhan Konsumsi Elektroda Las Pada Proses Manufaktur Pressure Vessel Horizontal

Dwi Dian Rahmat Maulana Putra^{1*}, Dwi Yuliaji¹, Roy Waluyo¹

¹Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

*e-mail: dwidian017@gmail.com

ABSTRAK

Las menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah penyambungan besi dengan cara membakar. Pengelasan adalah proses metalurgi sambungan logam pada keadaan melting. Tujuan dari alat penelitian ini adalah untuk mengetahui Jumlah elektroda yang dibutuhkan oleh bejana tekan (*pressure vessel horizontal*). Pada penelitian ini metode las yang digunakan adalah las SMAW dengan elektroda bertipe E308L-16 yang memiliki kandungan kimia Cr 18%, Ni 8 % Serta memiliki panjang 300 mm dan diameter 2,5mm, Selain itu keunggulan dari kawat las ini adalah menghasilkan sedikit percikan api, kerak/ slag yang mudah di bersihkan dan memiliki daya tahan yang bagus pada kondisi korosi. Hal ini membuat elektroda dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan. Untuk elektroda tipe ini besar arus listrik yang digunakan berkisar antara 50 Ampere sampai dengan 80 Ampere, Material yang digunakan untuk membuat bejana tekan pada penelitian ini adalah *stainless steel* Tipe 304L, jenis variasi dengan rendah karbon tambahan, bagian dari tipe 304L dengan kandungan karbon maksimum 0,03% yang menghilangkan presipitasi karbida akibat pengelasan. Pada penelitian ini jumlah berat elektroda yang didapat adalah 1,17 kg, untuk jumlah perbatang elektroda yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah 37,4 batang elektroda berjenis E308L-16, kemudian untuk daya yang dibutuhkan 17,6 Kwh dengan harga Rp25.426,72

Kata kunci : ampere; kawat las e 308l-16; *pressure vessel horizontal*; *stainless steel*; smaw; tipe 304l

ABSTRACT

Welding according to the Big Indonesian Dictionary (KBBI) is joining iron by burning. Welding is a metallurgical process of joining metals in a melting state. The purpose of this research tool is to determine the number of electrodes needed by a horizontal pressure vessel. In this study, the welding method used was SMAW welding with electrode type E308L-16 which has a chemical content of 18% Cr, 8% Ni and has 300 mm in length and 2.5 mm in diameter. Besides that, the advantages of this welding wire are that it produces few sparks, crust / slag which is easy to clean and has good resistance to corrosion conditions. This makes the electrodes usable for all welding positions. For this type of electrode, the electric current used ranges from 50 Ampere to 80 Ampere, the material used to make the pressure vessel in this study is stainless steel Type 304L, the type of variation with low additional carbon, part of the type 304L with a maximum carbon content of 0.03% which removes carbide precipitation due to welding. In this study, the total weight of the electrodes obtained was 1,17 kg, for the number of electrodes needed in this study were 37,4 electrodes of the E308L type, then for the power needed 17,6 Kwh at a price of Rp 25.426,72

Keywords : ampere; electrode welding e 308l-16; *pressure vessel horizontal*; *stainless steel*; smaw; type 304l

PENDAHULUAN

Pengelasan (welding) menurut DIN (Deutch Industrie Normen) las adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair,

dengan kata lain las adalah sambungan setempat dari beberapa logam yang disambungkan dengan energi panas.

Pengelasan mulai dikenal pada awal abad ke 20, pada waktu itu sumber panas yang di gunakan berasal dari pembakaran gas Acetylena

yang kemudian dikenal sebagai las karbit. Dan kemudian berkembang menjadi las listrik namun masih langka dan tahap pengembangan. Pada perang dunia ke II, proses pengelasan dilakukan dalam skala besar. Pada waktu itu pengelasan yang di pilih adalah pengelasan menggunakan las listrik. Berkas las listrik Amerika serikat dapat membuat kapal sekelas kapal SS Liberty yang merupakan kapal pertama yang menggunakan teknik las, Karena sebelumnya untuk pembuatan sebuah kapal masih menggunakan proses keeling (Rivets), dan pada saat itu juga muncul cara pertama untuk pengetesan hasil pengelasan seperti uji *kerfslag* (uji lekukan yang tertutup lapisan) .

Namun pada masa itu pengelasan masih dianggap belum sempurna karena masih banyak kekurangan dari hasil pengelasan meskipun kecepatan memproduksi suatu benda meningkat. Semakin berkembangnya jaman teknologi akan pengelasan semakin maju. Banyak metode – metode pengelasan di temukan untuk menyambungkan sebuah logam, diantara adalah GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), SMAW (Shield Metal Arc Welding), FCAW (Flux Core Arch Welding), PAW(Plasma Arc Welding) dan lain sebagainya, kurnag lebih ada sekitar 40 metode pengelasan yang sudah di temukan.

Selain pengelasan material, jenis pengelasan juga semakin berkembang, pada waktu dulu logam yang di las hanyalah besi dan baja, sekarang pengelasan tidak hanya bisa pada besi dan baja. Material logam lain yang dapat disambung dengan pengelasan adalah alumunium dan stainless steel. Material ini adalah pengembangan dari material besi dan baja. Alumunium adalah logam lunak ringan dan berwarna keperakan Karena lapisan tipis oksidasi yang terbentuk saat unsur ini terkena udara, alumunium adalah logam non magnetik. Stainless steel adalah paduan dari berbagai logam dengan komposisi tertentu yang menghasilkan sifat baru yang lebih kuat dan tahan terhadap korosif.

Pada era industri modern sekarang ini dibutuhkan inovasi terbaru mengenai pengelasan baik metode maupun material. Hal umum yang di lakukan adalah penyambungan material sejenis namun beda seri material. Penyambungan ini sudah cukup umum di lakukan. Hal yang jarang di lakukan adalah penyambungan dengan berbeda material. Dalam tugas akhir ini akan di lakukan penelitian kombinasi elektroda pada pengelasan berbeda material baja karbon ASTM A36 dengan stainless steel SUS304, ditinjau dari sifat mekanik,

menggunakan metode pengelasan *shield metal arc welding* (SMAW) yang diharapkan mampu menjadi inovasi terbaru dalam dunia industri.

Tinjauan Pustaka

A. Perhitungan Kebutuhan Kawat Las

Dalam melakukan perhitungan jumlah kawat las yang dibutuhkan maka harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :



Gambar 1. Jumlah elektroda

1500 gram : 80 batang = 18,75 gr/batang (dengan flux)

1. Jenis proses las yang digunakan

Hal ini akan berhubungan dengan efisiensi dari kawat las. Proses las SMAW mempunyai efek yang berbeda dengan GTAW, untuk proses SMAW efisiensi kawat las berkisar 60%, artinya ketika menggunakan kawat las sebanyak 10 kg maka yang menjadi weld hanya 60% saja, sisa 40 % terbakar menjadi slag, punting dan debu

2. Tentukan joint preparation

Dalam penelitian ini pengelasan menggunakan V bevel, bevel ini tentu saja memiliki volume dengan bentuk bevel tang lainnya, hitungan dari joint preparation yang akan dilakukan dengan perhitungan sinus, cosinus atau phitagoras, tergantung dari bentuk bevel yang digunakan.

3. Tentukan rho (berat jenis dari material)

Untuk Stainless steel, Rho nya adalah 8,0 gr/cm³

4. Panjang daerah yang akan dilas

Ukur panjang daerah atau jalur yang akan dilas dengan teliti

A. Rumus Perhitungan volume V grove

1. Tentukan area dari root opening sampai ke cappingnya

$$\text{Gap (R)} \times \text{Tebal material (t)} \times \text{Panjang jalur welding (L)} = V$$

2. Menentukan daerah bevel kiri dan kanan

Tebal material (t) tan 30° × Tebal material (t) × Panjang jalur welding (L) = V

3. Total volume area bevel
 $V^1 + V^2 = V^{total}$

B. Berat Jenis Elektroda Welding

Massa jenis Stainless 8,00gr/cm³ × volume total (V) = berat jenis (γ)

C. Jumlah kawat las yang dibutuhkan
 Effisiensi kawat 60% berarti =
 berat jenis (γ) ÷ 60% = jumlah kawat yang dibutuhkan

D. Mencari berat perbatang elektroda
 Langkah pertama cari dulu berat elektroda tanpa flux dengan cara sebagai berikut :

1. Mencari volume Elektroda :
 Diameter (Ø) × π × panjang elektroda (L) = V

2. Mencari Berat elektroda :
 Berat jenis stainless (γ) × volume elektroda (V) = w

Langkah kedua mencari elektrodan dengan flux/tutup,bisa dengan melihat keterangan jumlah elektroda dan keseluruhan berat dalam satu kemasan.

Menghitung jumlah daya listrik yang dibutuhkan selama pengelasan

Pertama untuk mengetahui berapa daya listrik yang dibutuhkan saat pengelasan, dapat dihitung menggunakan rumus $P = V \times I$. Dimana P merupakan Daya listrik, V adalah tegangan listrik yang digunakan dan I adalah arus listrik yang mana menggunakan stuan Ampere.

$P = V \times I$

Keterangan :

P = Daya Listrik dengan satuan

watt (W)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik dengan satuan

ampere (A)

Setelah ditemukan daya yang diperlukan untuk mengelas maka langkah selanjutnya menghitung jumlah pemakaian listrik, maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

$Pemakaian\ listrik\ (Kwh) =$

$Daya\ alat\ (watt) \times Lama\ pemakaian$

Kemudian jika sudah didapat hasil dengan satuan watt, kemudian hasil perhitungan tersebut dibagi

1000 untuk dikonversikan ke satuan Kwh setelah itu dikalikan dengan tarif listrik yang berlaku pada tahun 2022.

METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan beberapa tahapan penelitian, yaitu sebagai berikut :

Studi Pustaka

Studi Pustaka yaitu mencari sebuah referensi teori dan pencarian informasi dokumen lainnya yang terkait dengan permasalahan yang ditentukan. Referensi tersebut berisikan tentang :

1. Bejana Tekan (*Pressure Vessel*)
2. Perhitungan konsumsi elektroda las

Data Bejana Tekan

Data desain pada tabel 3.1 dibawah ini yaitu mengetahui spesifikasi pada bejana tekan diantaranya adalah :

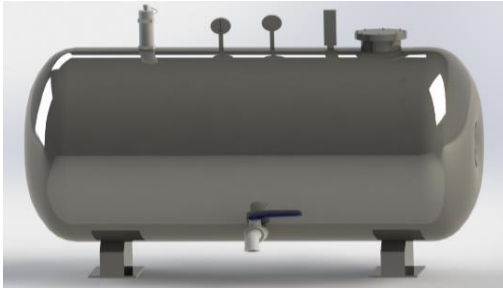
Tabel 3. 1 Parameter Perancangan *Pressure*

No	Description	Symbol	Satuan	
			US	SI
1	Diameter dalam	DI	9,8"	250 mm
2	Panjang	L	15"	400 mm
3	Design Pressure	P	72 PSi	5 Bar
4	Design Temperature	T	150 °F	65 °C
5	Material Bejana Tekanan		ASTM 304L (A774)	

Vessel Horizontal

Desain Bejana Tekan

Dalam penelitian ini dibuat desain bejana tekan seperti dilihat pada gambar 3 .1 dibawah ini :



Gambar 2. Detail bejana tekan / *pressure vessel horizontal*

3.3.4 Proses Manufaktur Bejana Tekan (*Pressure Vessel*) *Horizontal*

Sebelum melakukan proses manufaktur, terlebih dahulu menyelesaikan pekerjaan perancangan yang lengkap dengan perhitungan-perhitungan, serta gambar-gambar yang diinginkan dan spesifikasi teknis prosedur kerja yang diperlukan untuk pedoman dalam pelaksanaan *manufacturing*, proses manufaktur bejana tekan (*Pressure Vessel*) bertujuan untuk :

1. Dalam proses waktu pembuatan tidak terlalu lama atau seefisien mungkin.
2. Sesuai yang diinginkan produk akhir yang dihasilkan bagus atau baik dan sesuai pada waktu yang telah ditetapkan.
3. Mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan.
4. Mempersiapkan keperluan dokumen yang dibutuhkan.
5. Mempersiapkan tenaga kerja yang dibutuhkan.
6. Mempersiapkan material yang akan digunakan.
7. Membuat anggaran yang dibutuhkan.

Dari daftar-daftar diatas dapat digabungkan dalam perencanaan pembuatan (*manufacture*) bejana tekan mulai dari proses persiapan, perancangan, pemilihan material dan manufaktur.

A) Langkah kerja tahap-1 pemotongan (*cutting*) dan penandaan (*marking*) :

1. Berikan sebuah penandaan pada pelat yang digunakan sebagai dinding bejana tekan sesuai dengan gambar kerja.
2. Pelat yang akan dipotong dengan Panjang dan lebar sesuai gambar kerja yang telah di siapkan.
3. Mesin yang digunakan :
- Gerinda potong
4. Alat bantu yang digunakan :

- Roll meter dan penggaris siku

- Spidol

B) Langkah kerja tahap-2 pengerolan (*rolling*) dan bodem (*dsih end*) :

1. Pelat yang sudah dipotong akan digunakan dan direncanakan untuk dinding bejana tekan yang telah disesuaikan diameternya, harus dilakukan pengerolan terlebih dahulu, sehingga terbentuk tabung atau silinder sesuai diameter perancangan.
2. Pelat yang sudah dipotong akan digunakan untuk kepala (*head*) bejana tekan yang telah ditentukan diameternya, harus dilakukan bodem terlebih dahulu, sehingga terbentuk bulat setengah lingkaran sesuai diameter perancangan.
3. Mesin yang digunakan : mesin roll kecil dan mesin bodem
4. Alat : rollmeter dan hammer

C) Langkah kerja tahap-3 pengelasan (*welding*) : Bagian-bagian tepi pelat dibevel atau sesuai perhitungan yang sudah ditetapkan, seberapa besar ketebalan dinding dan kepala bejana tekan yang akan dilas dan proses pengelasan pada bagian sisinya.

1. Mesin yang digunakan : mesin las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)
2. Alat yang dipakai : kawat las E 308L-16

D) Langkah kerja tahap-4 penyelesaian (*finishing*) :

Setelah proses welding selesai, terbentuknya benda kerja maka dilakukan polesh atau penghalusan pada bagian yang dilas. Proses polesh atau penghalusan dilakukan dengan penggerindaan halus atau sikat kawat.

1. Mesin yang digunakan : mesin gerinda
2. Alat bantu : ampelas, kain poles, dan sikat kawat

E) Langkah kerja tahap-5 pemeriksaan :

Setelah selesai semua proses pekerjaan, akan dilakukan pemeriksaan keseluruhan setiap bagian dinding dan kepala maupun kaki.

1. Bagian yang diperiksa : seluruh permukaan dimensi dinding bejana tekan.
2. Pemeriksa : operator quality control

3.

Parameter pengelasan

Sebuah dokumen yang berisikan tentang parameter pengelasan yang dibuat sebagai acuan seorang juru las atau operator las dalam melakukan pengelasan (sambungan las) yang sesuai dengan ketentuan yang ada dalam kode (ASME, API, dan AWS). Berikut parameter pengelasan dalam proses pembuatan bejana tekan yang dijelaskan pada tabel 3.4 :

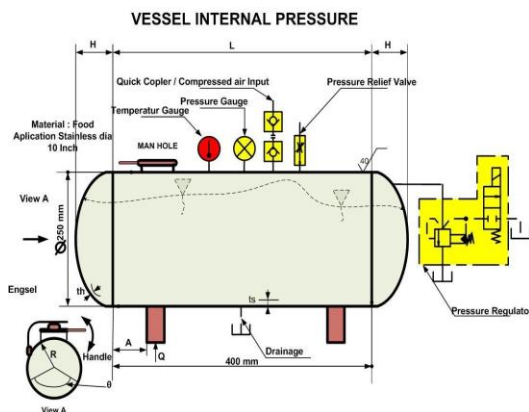
Tabel 3.1 Parameter pengelasan bejana tekan

Current AC or DC	AC
Amps (range)	80 A
Pulsing Current	70 – 100 A
Tungsten Electrode Size and Type	E308L-16 – 2,5 mm
Made of metal Transfer	N/A
Polarity	SMAW
Volts (Range)	21 Volt
Welding Speed	6,36 mm /s

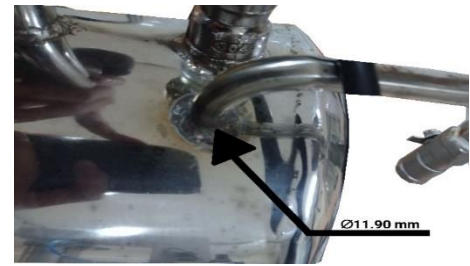
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Teknis Bejana Tekan (*Pressure Vessel*)

Bejana tekan *horizontal* sebuah alat yang berfungsi sebagai proses pembuatan telur asin yang menggunakan metode *pneumatic* dan menggunakan bertekanan udara (*compressed air*). Proses pengasinan telur tersebut melalui bejana tekan yang diberikan sebuah tekanan udara dari sebuah kompresor.



Gambar 4.1 dibawah ini merupakan perancangan *vessel internal pressure horizontal*.



Gambar 3. *Design Vessel Internal Pressure Horizontal*

Komponen utama pada *pressure vessel* dalam perancangan terdiri dari tabung bejana utama, alat ukur tekanan, alat ukur temperatur, *pressure relive valve*, dan *pressure regulator*. Udara bertekanan dimasukan kedalam tabung bejana melalui mesin kompresor, kemudian tekanan diatur sesuai perencanaan melalui *pressure regulator* dan *pressure relieve valve*.

Panjang Keseluruhan Jalur *Welding*

Sebelum menghitung volume grove, diharuskan untuk mencari keseluruhan keliling jalur *welding* pada bejana tekan.

- a. Mencari keliling *join pressure gauge valve* :

Gambar 4.1 *Pressure Gauge Valve*

Keliling pada komponen *pressure gauge valve* dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 K &= \phi \times \pi \\
 &= (20,12 \text{ mm} \times \pi) \times 2 \\
 &= 126,41 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Panjang total keliling komponen *pressure gauge valve* adalah 126,41 mm.

- b. Mencari keliling *join temperature gauge* atas dan bawah :



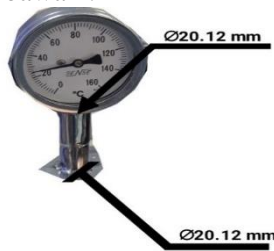
Gambar 4.2 *Temperature Gauge*

Keliling pada komponen *temperature gauge* dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 K &= \phi \times \pi \times 2 \\
 &= 21,1 \text{ mm} \times \pi \times 2 \\
 &= 132,56 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Panjang total keliling komponen *temperature gauge* adalah 132,56 mm.

- c. Mencari keliling *join pressure relief valve* atas dan bawah :



Gambar 4.3 *Pressure Relief Valve*

Keliling pada komponen *Pressure Relief Valve* dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

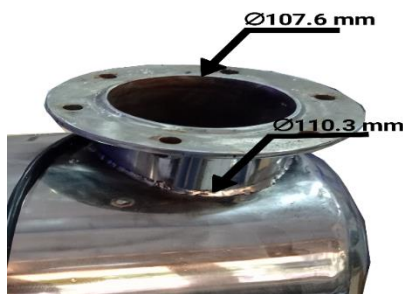
$$K = \phi \times \pi$$

$$= 11,9 \text{ mm} \times \pi$$

$$= 37,38 \text{ mm}$$

Panjang total keliling komponen *Pressure Relief Valve* adalah 37,38 mm.

- d. Mencari keliling *main hole* atas dan bawah



Gambar 4.4 *main hole*

Keliling pada komponen *main hole* dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$K = \phi \times \pi \times 2$$

$$= 107,6 \text{ mm} \times \pi \times 2$$

$$= 684,65 \text{ mm}$$

Panjang total keliling komponen *main hole* adalah 684,65 mm.

- e. Keliling *drainage* / tempat pembuangan fluida



Gambar 4.5 *Drainage*

Keliling pada komponen *draine* dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

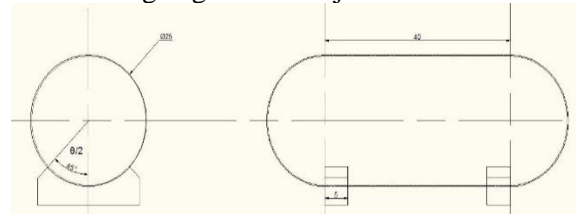
$$K = \phi \times \pi$$

$$= 26,1 \text{ mm} \times \pi$$

$$= 82,05 \text{ mm}$$

Panjang total keliling komponen *draine* adalah 82,05 mm.

- f. Keliling bagian kaki bejana tekan



Gambar 4.6 Keliling Kaki Bejana Tekan

Untuk mengetahui keliling jalur welding pada bagian kaki bejana maka menggunakan rumus :

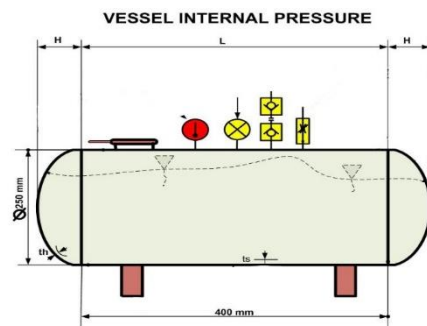
$$K = \left(\left(\frac{1}{4} \times \pi \times \phi \right) \times 2 \right) + (1 \times 2)$$

$$= \left(\left(\frac{1}{4} \times \pi \times 250 \text{ mm} \right) \times 2 \right) + (50 \text{ mm} \times 2)$$

$$= 492,68 \text{ mm}$$

Panjang total keliling kaki bejana adalah 492,68 mm.

Skema gambar untuk mencari keliling pengelasan pada tabung bejana dijelaskan pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.7 Bagian utama Bejana Tekan

- g. Keliling jalur welding pada bagian piringan dan bagian tabung bejana

$$K = \phi \times \pi$$

$$\text{Keliling A} = 250 \times \pi = 785 \text{ mm}$$

$$\text{Keliling B} = 250 \times \pi = 785 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang linear} = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang total} = 785 \text{ mm} + 785 \text{ mm} + 400 \text{ mm}$$

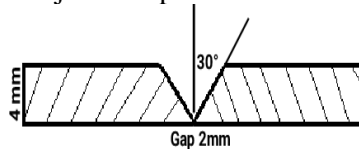
$$= 1.970 \text{ mm}$$

Jadi total panjang jalur welding yang sudah dihitung diatas adalah

$$126,41 \text{ mm} + 132,56 \text{ mm} + 37,38 \text{ mm} + 684,65 \text{ mm} + 82,05 \text{ mm} + 492,68 \text{ mm} = 1.555,73 \text{ mm}$$

Menghitung Volume V grove

skema gambar untuk mencari volume pengelasan dijelaskan pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.8 Volume V grove

$$= 2 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 1970 \text{ mm} = 18.198 \text{ mm}^3$$

1. Menentukan daerah bevel kiri dan kanan

t : Tebal material

L : Panjang jalur welding

$$V = t \tan 30^\circ \times t \times L$$

$$V = 4 \tan 30^\circ \times 4 \text{ mm} \times 3.525,73 \text{ mm}$$

$$V = 32.569,29 \text{ mm}^3$$

2. Total volume area

$$V_{total} = V_1 + V_2 = 18.198 \text{ mm}^3 + 18.198 \text{ mm}^3 = 36.396 \text{ mm}^3$$

Lalu dikonversikan menjadi cm^3 , maka $36,39 \text{ cm}^3$

Menghitung Kebutuhan Elektroda

Pada sub bab ini, akan dijelaskan bagaimana cara menghitung berat elektroda yang dibutuhkan untuk mengisi jalur welding bejana tekan atau *pressure vessel horizontal*.

Kebutuhan Elektroda pada Tabung Bejana

- A. Jumlah Elektroda yang akan mengisi jalur welding

m : Berat jenis stainless

V : Volume total

W : Berat

$$W = V \times m = 36,39 \text{ cm}^3 \times 8,0 \text{ gr/cm}^3 = 291,12 \text{ gr}$$

Volume elektroda yang dibutuhkan untuk mengisi grove pengelasan pada tabung bejana adalah 291,12 gr atau 0,291 kg.

- B. Jumlah Elektroda yang dibutuhkan

Untuk mencari jumlah perbatang elektroda las, pertama-tama harus membagi berat elektroda satu lusin dengan jumlah elektroda dalam satu pack. Perhatikan gambar dibawah :



Gambar 4.9 Jumlah Elektroda

Dari hasil perhitungan di lapangan, pada 1 pak elektroda berisi 80 pcs dengan berat 1 pak 1,5 kg, maka 1 batang elektroda memiliki berat :

$$W_{elektroda} = \frac{1.500 \text{ gr}}{80 \text{ pcs}}$$

$$W_{elektroda} = 18,75 \text{ gr/pcs}$$

Hasil perhitungan didapat bahwa 1 batang elektroda memiliki berat 18,75 gr.

Sehingga, kebutuhan elektroda pada pengelasan tabung bejana adalah :

$$= \left(\frac{W_{grove}}{W_{elektroda}} \right) \times \eta = \left(\frac{291,12 \text{ gr}}{18,75 \text{ gr}} \right) \times 60\% = 9,3 \text{ batang elektroda}$$

Pada pengelasan tabung bejana membutuhkan 16,2 batang elektroda dengan perincian efisiensi kawat las dengan metode SMAW adalah 60%.

Kebutuhan Elektroda pada Komponen Bejana

- A. Jumlah Elektroda yang akan mengisi jalur welding

m : Berat jenis stainless

V : Volume total

W : Berat

$$W = V \times m$$

$$W = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times r^2 \times k \right) \times m$$

$$W = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times (0,3 \text{ cm})^2 \times 1.555 \text{ cm}\right) \times 80 \text{ gr/cm}^3$$

$$W = 879,3 \text{ gr}$$

Volume elektroda yang dibutuhkan untuk mengisi komponen pengelasan pada tabung bejana adalah 879,3 gr atau 0,879 kg.

B. Jumlah Elektroda yang dibutuhkan

Dari hasil perhitungan di lapangan, pada 1 pak elektroda berisi 80 pcs dengan berat 1 pak 1,5 kg, maka 1 batang elektroda memiliki berat :

$$W_{elektroda} = \frac{1.500 \text{ gr}}{80 \text{ pcs}}$$

$$W_{elektroda} = 18,75 \text{ gr/pcs}$$

Hasil perhitungan didapat bahwa 1 batang elektroda memiliki berat 18,75 gr.

Sehingga, kebutuhan elektroda pada pengelasan tabung bejana adalah :

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{W_{grove}}{W_{elektroda}}\right) \times \eta \\ &= \left(\frac{879,3 \text{ gr}}{18,75 \text{ gr}}\right) \times 60\% \\ &= 28,1 \text{ batang elektroda} \end{aligned}$$

Pada pengelasan tabung bejana membutuhkan 63,2 batang elektroda dengan perincian efisiensi kawat las dengan metode SMAW adalah 60%.

Menghitung Harga Kwh Listrik Selama Pengelasan

Sebelum Menghitung Harga total daya listrik ketahui dulu harga per Kwh listrik sesuai Tempat, Tahun dan Daerah kota, untuk kegiatan pengelasan dalam penelitian ini dilakukan di perusahaan CV yang masuk kedalam golongan pelanggan PLN non Subsidi R-1/TR daya 1300 VA, Rp 1444,70 per Kwh pada tahun 2022. Sehingga didapat perhitungan sebagai berikut :

1. Konversikan watt menjadi Kwh =

$$17600 \div 1000 = 17,6 \text{ Kwh}$$

2. Kalikan dengan tarif listrik Per Kwh =

$$17,6 \text{ Kwh} \times \text{Rp}1444,70 =$$

Rp 25.426,72

Jadi harga listrik per Kwh yang digunakan selama pengelasan adalah Rp 25.426,72

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dalam penelitian ini pengelasan menggunakan elektroda tipe E308L-16 yang memiliki kandungan kimia Cr 18% , Ni 8 % dan material yang digunakan untuk membangun bejana tekan adalah stainless steel tipe 304L, pada bagian bagian bejana tekan yang harus dilas adalah bagian *Temperature gauge, Quick Copler / Commpressed air input, Pressure Gauge, Pressure relief, Drainage*, bagian kaki / penyangga, *Main Hole*, bagian tutup piringan bejana, bagian rangka utama dan didapat total kebutuhan kawat las 37 batang, dengan harga Rp 25.246,72

Saran

Agar tidak terjadi kesalahan pada saat menghitung volume pastikan bentuk grove pengelasan sesuai dengan bentuk grove benda yang sedang dikerjakan sehingga hasil perhitungan sama dengan kebutuhan elektroda benda yang sedang dikerjakan.

Pemilihan elektroda harus sesuai tipe dan membaca deskripsi kandungan kimia yang ada didalamnya , sehingga pada saat melakukan pengelasan hasil sambungan las dapat melekat dengan sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

A. Royen, "Memahami Komposisi dan Spesifikasi Stainless Steel Tipe 304 dan 304L", 30 Juni 2021, [Online]. Tersedia: <https://abi-blog.com/memahami-komposisi-dan-spesifikasi-stainless-steel-tipe-304-dan-304l/amp/> [Diakses: 5 Oktober 2021]

Mallian, H., 2006. *Studi Literatur tentang Model Peramalan ARMA(p,q) dan Selang Kepercayaan Parameter Model dengan Menggunakan Bootstrap*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

ESAB, "WELDING'S engineering DATA SHEETS ,," ESAB HANDBOOK 2016..

M. R. Nursahid, "Arti Kode Dan Symbol Pada Kawat Las SMAW", 10 November 2015, [Online]. Tersedia: <https://www.cenzahid.com/2015/10/arti-kode-dan-symbol-pada-kawat-las-smaw-.html> [Diakses 29 Desember 2022]

- M. Rodiawati, A. Y. E. Risano and A. Su'udi,
"Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) untuk Pengolahan Limbah Kelapa Sawit dengan Variabel Kapasitas Produksi 10.000 Ton/Bulan," *Jurnal FEMA, Volume 1, Nomor 4, Oktober 2013*, vol. 1, pp. 26-41, 2013.
- Sumadi, B. H. and R. w. , "DESIGN KONSEP PROTOTYPE ALAT PEMBUAT TELUR ASIN MENGGUNAKAN OPTIMALISASI COMPRESSED AIR," *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 7 Nomor 1, pp. 16-20, 2021