

PERHITUNGAN BIAYA PENGELASAN TERHADAP KETEBALAN PELAT DAN JENIS SAMBUNGAN LAS di PT. “B”

Tarmizi Husni

Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA

Email: tarmizihusni@iba.ac.id

ABSTRAK

Dalam proses produksi manufaktur proses pengelasan merupakan proses yang sangat vital untuk menyambung dua buah logam. Dalam penentuan harga jual produk secara konvensional biasanya ditentukan berdasarkan pada berat benda tersebut. Untuk memperkirakan besarnya biaya pengelasan, terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi antara lain; jenis logam yang akan dipergunakan dalam pengelasan, jenis dari sambungan las yang akan dipakai, ketebalan dari bahan yang akan di las, kecepatan leleh dari elektroda pengelasan serta posisi dari proses pengelasan. Penelitian ini menggunakan variasi terhadap ketebalan plat dan sambungan las kemudian dihitung besarnya biaya dalam proses pengelasan tersebut. Untuk menentukan besarnya biaya tersebut dipergunakan metode penelitian waktu, sehingga biaya-biaya yang akan terakumulasi dalam penelitian ini terdiri dari biaya elektroda, biaya peralatan, biaya listrik dan biaya tenaga kerja. Dari hasil analisa yang dilakukan dalam penelitian ini didapat bahwa dalam proses pengelasan biaya yang besar diserap oleh biaya elektroda, kemudian biaya terbesar dari jenis sambungan las adalah dalam melakukan pengelasan dengan sambungan las lurus serta posisi pengelasan secara vertikal memberikan biaya paling besar.

Kata Kunci : *Biaya, Pengelasan SMAW, Sambungan Las, Deposit*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perencanaan proses fabrikasi suatu produk diperlukan pertimbangan-pertimbangan terhadap, disain, biaya, material serta kekuatan bahan yang digunakan. Untuk menentukan besarnya keuntungan hasil produksi, maka biaya khususnya biaya produksi menjadi faktor penentu terhadap besarnya keuntungan tersebut. Apabila dalam proses pembuatan produk ini biaya produksi terlalu tinggi maka perusahaan sulit bersaing di pasar. Untuk itu dalam proses fabrikasi perlu dilakukan perhitungan-perhitungan secara detail dalam setiap proses produksi yang dilakukan seperti dalam proses pemotongan, pengelasan, pengeboran, pengerolan, pembubutan serta proses-proses yang lainnya.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan untuk memperkirakan besarnya biaya yang terjadi dalam proses pengelasan logam.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Teori Pengelasan

Menurut *Deutsche Industrie Normen* (DIN) pengelasan adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair.^{1,2,3,4} Mengelas adalah merupakan cara yang paling efisien untuk menyatukan atau menggabungkan dua buah logam. Mengelas adalah satu-satunya cara untuk membuat dua atau lebih potongan

logam bekerja sebagai satu potongan logam. Bila suatu sambungan di las, maka sambungan itu akan menjadi permanen.

2.1.1. Metode Pengelasan Busur Dengan Logam Terlindung

Metode Pengelasan busur dengan logam terlindung atau *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan bagian dari kelompok pengelasan busur carbon. Proses SMAW memiliki kemampuan yang fleksibel untuk mengelas logam pada posisi pengelasan, dengan ketebalan bahan yang bervariasi dari yang rendah sampai yang tertinggi. Dalam proses SMAW ini memiliki definisi sebagai proses las dengan busur listrik antara elektroda terbungkus dengan benda yang di las. Pada waktu mengelas, lapisan yang dibungkus elektroda akan dikomposisi sehingga terlindung oleh logam yang di las. Proses ini tidak menggunakan tekanan (*pressure*) dan logam pengisi didapat dari elektroda.^{3,4}

Busur pada SMAW dimulai dengan menyentuhkan elektroda pada busur dasar. Panas dari busur mencairkan permukaan logam hingga membentuk cairan logam (*molten pool*). Logam dari elektroda yang mencair berpindah melalui busur ke kolam lelehan dan menjadi logam las yang didepositkan. Logam yang dideposit dilindungi oleh kerak yang berasal dari lapisan pembungkus elektroda. Busur dan daerah sekitar busur itu dilindungi oleh gas yang terjadi karena lapisan elektroda yang hancur. Sebagian besar dari kawat inti elektroda berpindah ke kolam cairan, akan tetapi ada juga butir-butir kecil menghilang karena percikan.

2.1.2. Perencanaan Las

Perencanaan las memerlukan penggunaan logam secara efisien dan ekonomis, diantaranya meliputi perencanaan terhadap jenis sambungan yang digunakan. Jenis-jenis sambungan las yang biasa digunakan dalam proses pengelasan antara lain ^{1,2} ;

- a. Sambungan Lurus
- b. Sambungan Pojok
- c. Sambungan Ujung
- d. Sambungan Tumpang
- e. Sambungan T

Adapun posisi pengelasan menurut Perhimpunan Las Amerika (*American Welding Society* = AWS) dapat dibedakan dalam empat posisi pengelasan sebagai berikut;

- a. Datar (plat) : merupakan posisi yang dipergunakan dalam mengelas berupa sisi atas sambungan, dimana permukaan las kira-kira horizontal.
- b. Horizontal : merupakan posisi pengelasan yang dilakukan ada pada bagian atas dari permukaan yang kira-kira vertikal. Sedangkan untuk pengelasan pipa, sambungan pengelasan ada pada bidang yang horizontal dan bagian yang dilakukan pengelasan juga ada pada bidang yang horizontal.
- c. *Overhead* : Merupakan posisi dimana pengelasan dilakukan pada bagian sisi bawah dari sambungan.
- d. Vertikal : Posisi proses pengelasan yang mana sumbu dari las kira-kira vertikal.

2.2. Biaya

2.2.1. Pengertian biaya;

Biaya adalah suatu pengorbanan sumber ekonomi, yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau yang kemungkinan akan terjadi untuk tujuan tertentu. Dalam arti sempit biaya dapat diartikan sebagai pengorbanan sumber ekonomi untuk memperoleh aktiva, yang sering disebut harga pokok. Istilah harga pokok juga dipergunakan untuk menunjukkan pengorbanan sumber ekonomi dalam pengolahan bahan baku menjadi produk. Akan tetapi pembuatan produk bertujuan untuk mengubah aktiva (bahan baku) menjadi aktiva lain (produk jadi atau setengah jadi), maka pengorbanan bahan baku tersebut, yang berupa biaya bahan baku akan membentuk harga pokok produksi.^{5,6}

2.2.2. Biaya Produksi dan Penentuannya;

Dalam pengelolaan suatu perusahaan, penentuan biaya yang dikeluarkan untuk membuat suatu produk atau jasa merupakan salah satu unsur terpenting, karena biaya ini akan menentukan besarnya keuntungan yang didapat oleh perusahaan. Dalam suatu sistem operasi terdapat beberapa kegiatan yang mempengaruhi besarnya biaya produksi, yaitu; ^{KLAUS d Timerhaus}

- Biaya langsung yang merupakan biaya yang terjadi secara langsung yang berhubungan dengan proses produksi, antara lain; biaya bahan baku, biaya pekerja langsung, biaya bahan penolong dan biaya sub kontrak.
- Biaya produk tidak langsung, yaitu biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung dalam hubungannya dengan proses produksi, antara lain; biaya over head pabrik dan biaya depresiasi.
- Biaya administrasi dan umum yaitu biaya yang timbul dalam kegiatan pengoperasian dan pengawasan yang meliputi gaji karyawan, administrasi, engineering, pembelian dan lain-lain. Besarnya jumlah biaya ini akan tergantung pada jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung dalam proses produksi.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Model Penelitian

Dalam proses penelitian ini dilakukan proses pengelasan terhadap tiga macam ketebalan plat serta dengan menggunakan tiga jenis sambungan sebagaimana yang diperlihatkan dalam Model desain yang dipergunakan dalam penelitian, tabel dibawah ini.

Tabel 3.1. Jenis Sambungan

KETEBALAN PLAT	JENIS SAMBUNGAN		
	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm			
12 mm			
18 mm			

Dengan desain seperti tersebut di atas akan dicari komponen-komponen biaya yang akan terakumulasi dalam kelompok biaya;

- Biaya Elektroda
- Biaya Peralatan
- Biaya Listrik
- Biaya Tenaga Kerja.

3.2. Perhitungan Biaya

3.2.1. Biaya Elektroda

Bahan baku yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa plat dengan ukuran 6 mm, 12 mm dan 18 mm, kemudian elektroda dalam hal ini juga termasuk dalam jenis bahan baku. Untuk menghitung besarnya biaya elektroda maka terlebih dahulu harus diketahui jenis sambungan yang akan dipergunakan, kemudian menentukan besarnya kerugian elektroda yang terbuang yang dinamakan *filler metal yield (FMY)*. Dalam hal ini dipergunakan rumus-rumus perhitungan untuk mencari;

$$\text{a. Berat logam pengisi yang dideposit (kg/m)} = \frac{\text{Luas Penampang (m}^2\text{)} \times \text{Berat Jenis Logam Pengisi}}{\text{Jenis elektroda}}$$

$$\text{dimana; Jenis elektroda jenis mild steel} = 0,283 \text{ lb/m}^3 = 7,833 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$$

b. Berat logam pengisi yang dibutuhkan (kg) = Berat logam yang dideposit (kg) / FMY (%)

c. Biaya elektroda (Rp/m) =

$$\frac{\text{Harga elektroda (rp)} \times \text{logam pengisi yang dideposit (kg/m)}}{\text{Filler metal yeild (\%)}}$$

3.2.2. Biaya Peralatan

Biaya peralatan adalah biaya yang berhubungan dengan proses pengelasan, yang meliputi;

- Harga beli mesin (*rectifier lincoln DC 400 amp*).
- Biaya perawatan mesin
- Biaya depresiasi mesin

Semua biaya ini diakumulasi menjadi RP/jam dan dimasukkan dalam rumus sebagai berikut;

Biaya Peralatan (RP / jam) =

$$\frac{\text{Biaya Peralatan (Rp. / Jam)} \times \text{Berat Logam yang Dideposit (kg/m)}}{\text{Tingkat Defosit Logam (kg/jam)} \times \text{faktor Operator (\%)}}$$

3.2.3. Biaya Listrik

Metode SMAW menggunakan listrik sebagai sumber energi, karena itu besarnya biaya listrik harus diperhitungkan. Untuk menghitung besarnya biaya listrik dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut;

Biaya Listrik (Rp/m) =

$$\frac{\text{Biaya/kwh (Rp./kwh)} \times \text{Votl} \times \text{Ampere} \times \text{Logam yang dideposit (kg/m)}}{1000 \times \text{Tingkat deposit logam (kg/jam)} \times \text{faktor operator \%} \times \text{Effisiensi}}$$

Dimana;

- Biaya/kwh merupakan biaya listrik di PT “B”
- Volt merupakan tegangan yang digunakan di PT “B”
- Ampere merupakan arus yang digunakan di PT “B” pada saat proses mengelas
- Faktor operator = 20
- Effisiensi merupakan efisiensi mesin las yang digunakan = 55 %

3.2.4. Biaya Tenaga Kerja

Dalam menentukan besarnya biaya tenaga kerja pada umumnya merupakan besarnya biaya yang dikeluarkan pekerja guna menyelesaikan pekerjaan tersebut, dalam hal ini, umumnya dikeluarkan pada biaya pekerja berdasarkan upah dengan memperhatikan jam pekerja atau waktu kerja.

Untuk menentukan besarnya biaya tenaga kerja ini, sebelumnya perlu diketahui besarnya tingkat defosit logam yang digunakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut;

a. Tingkat Defosit Logam (kg/jam) =

$$\frac{\text{Kecepatan leleh standar (cm/dtk)} \times 3600}{\text{Panjang elektroda/berat elektroda (cm/kg)} \text{ FMY (\%)}}$$

b. Biaya Tenaga Kerja (Rp./m) =

$$\frac{\text{Upah (Rp/jam)} \times \text{Berat logam yang dideposit (kg)}}{\text{Tingkat defosit logam (kg/jam)} \times \text{faktor operator (\%)}}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagaimana yang telah dikemukakan dalam metodologi diatas bahwa penelitian ini menggunakan variasi ;

- Tebal plat 6 mm, 12 mm dan 18 mm
- Sambungan lurus, pojok dan tumpang

Kemudian dicari besarnya komponen biaya yang dapat terakumulasi dalam biaya-biaya, sebagai berikut;

- a. Biaya Elektroda
- b. Biaya Peralatan
- c. Biaya Listrik
- d. Biaya Tenaga Kerja.

4.1. Perhitungan Biaya Elektroda

Dalam menghitung besarnya biaya elektroda ini diperlukan data-data mengenai;

- a. Luas penampang sambungan yang digunakan dalam penelitian
- b. Berat jenis logam pengisi
- c. *Filler metal yield (FMY)*
- d. Harga elektorda

4.1.1. Luas Penampang Sambungan

Dalam menghitung besarnya luas penampang sambungan (mm^2), pada saat melakukan proses pengelasan, luas penampang harus lebih besar dari luas teoritis, keadaan ini dikarenakan dalam mengelas diperlukan adanya lapisan penguat, untuk itu dalam penelitian ini luas penampang ditambahkan sebesar 10 % guna menutupi lapisan penguat tersebut.

Dari perhitungan yang dilakukan didapat luas penampang sebagai berikut;

Tabel 4.1. Luas Penampang (mm^2)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	19,80	19,80	19,80
12 mm	100,94	118,99	79,2
18 mm	229,73	165,09	178,2

4.1.2. Berat Jenis Logam Pengisi

Dalam penelitian ini menggunakan jenis elektroda berupa *mild steel* dengan berat jenis $7,8335 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$.

Berat logam yang dideposit (kg/m) dapat dihitung dengan rumus :

Berat logam yang dideposit (kg/m) =

$$1000 \times \text{luas penampang (mm}^2\text{)} \times \text{B.J. logam Pengisi (kg / mm}^3\text{)}.$$

Dengan memasukkan masing-masing harga kedalam rumus tersebut didapat hasil perhitungan seperti diperlihatkan dalam tabel IV. 2 berikut ini :

Tabel 4. 2. Berat Logam yang Dideposit (kg/mm^2)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	0,1551	0,1551	0,1551
12 mm	0,7907	0,9322	0,6204
18 mm	1,7995	1,2932	1,3959

4.1.3. Filler metal yield (FMY)

Pada pengelasan jenis SMAW didapat bahwa lebih kurang 60 %

4.1.4. Harga Elektroda

Dalam penelitian ini harga elektroda yang dipergunakan ditentukan sebesar Rp. 25.000,-/kg

4.1.5. Besar biaya elektroda(Rp./m) adalah

$$\frac{\text{Harga Elektroda (RP)} \times \text{Logam pengisi yang dideposit (kg / m)}}{\text{Filler Metal Yield (\%)}} =$$

Dengan demikian besar biaya elektroda dari setiap jenis sambungan dan tebal plat setelah dimasukkan dalam perumusan diatas didapat sebagai berikut (tabel IV. 3) dibawah ini;

Tabel 4. 3. : Baiaya Elektroda (Rp./m)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	6.462,5	6.462,5	6.462,5
12 mm	32.945,836	38.841.664	25.849,315
18 mm	74.979,164	53.883,334	58.162,500
Total Biaya	114.387,5	99.151,494	90.474,315

4.2. Perhitungan Biaya Peralatan

Untuk menentukan besarnya biaya peralatan maka perlu diketahui besarnya;

- Harga beli mesin las (merek Lincoln) Rp. 36. 000.000,-
- Biaya perawatan per tahun Rp. 1.800.000,-
- Depresiasi pertahun Rp. 3.250.000,-

4.2.1. Biaya Peralatan (Rp./jam) =

$$\frac{\text{Harga Mesin} + \text{biaya perawatan 6 tahun} + \text{Depresiasi 6 tahun}}{\text{Jumlah jam kerja 6 tahun}}$$

$$\frac{36.000.000 + 10.800,000 + 19.500.000}{12.480} = \text{RP. 5.312,5 / jam}$$

Besar biaya peralatan diakumulasikan sebagai berikut;

4.2.2. Biaya Peralatan (Rp. / m) =

$$\frac{\text{Biaya Peralatan (Rp. /jam)} + \text{Berat logam yang dideposit (kg /m)}}{\text{Tingkat deposit logam (kg/jam) x Faktor operator (\%)}} =$$

Dengan demikian untuk menghitung besarnya biaya peralatan ini perlu terlebih dahulu dicari :

4.2.2.1. Kecepatan leleh standar.

Kecepatan leleh standar ditentukan sebagaimana yang diperlihatkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.4. : Kecepatan Leleh Standar (cm/dtk)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	0,70	0,72	0,74
12 mm	0,65	0,67	0,79
18 mm	0,60	0,62	0,64

4.2.2.2. Tingkat deposit logam (kg/jam) .

Tingkat deposit logam (kg/jam) =

$$\frac{\text{Kecepatan leleh elektroda (cm/dtk)} \times 3600}{\text{Panjang/berat elektroda (cm/kg)} \times \text{FMY (\%)}}$$

Sehingga dengan memasukkan kedalam rumus tersebut diatas didapat besarnya tingkat deposit logam untuk tiap sambungan dan ketebalan plat seperti yang tercantum dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4. 5. : Tingkat Deposit Logam (Kg/jam)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	12.836	13.205	13.569
12 mm	11.919	12,286	14,486
18 mm	11.002	11,369	11,736

4.2.3. Total Biaya Peralatan

Dengan mengasumsikan besarnya faktor operator sebesar 20 % maka total biaya peralatan sebagaimana rumus tersebut diatas didapat sebagaimana yang diperlihatkan melalui tabel dibawah ini;

Tabel 4.6. : Total Biaya Peralatan (Rp. /m)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	320,960	311,961	295,596
12 mm	1.762,142	2.015,429	1.137,607
18 mm	4.344,594	3.021,429	3.159,389
Total Biaya	6.427,696	5.348,819	4.592,592

4.3. Perhitungan Biaya Listrik.

Didalam menentukan besarnya biaya listrik maka diperlukan data-data sebagai berikut (berdasarkan asumsi) :

- Biaya listrik per kwh Rp. 1.114,74,-
- Tegangan yang digunakan 220 V
- Besar arus 150 A
- Berat logam yang dideposit seperti tabel IV. 2.
- Tingkat deposit logam seperti tabel IV. 5.
- Faktor operator yang ditentukan sebesar 20 %
- Effisiensi mesin 70 %

Maka besar biaya listrik ini dapat dicari dengan rumus sebagai berikut;

Biaya listrik (Rp. /m) =

$$\frac{\text{Biaya KWH} \times \text{Voltase (V)} \times \text{Arus (A)} \times \text{Berat Logam yang dideposit (kg/m)}}{1000 \times \text{Tingkat Deposit Logam (kg/jam)} \times \text{FO (\%)} \times \text{Eff. (\%)}}$$

Tabel 4.7. : Besar Biaya Listrik (Rp. /m)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	3.174,984	3.086,262	3.003,471
12 mm	17.431,365	18.549,413	11.253,375
18 mm	42.977,357	29.888,417	31.253,142
Total Biaya	63.583,706	51.524,092	45.509,988

4.4. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja

Untuk menentukan besarnya biaya tenaga kerja, maka diperlukan data-data sebagai berikut;

- Kecepatan leleh elektroda (cm/dtk), sebagaimana tabel 4. IV.
- Panjang elektroda / berat elektroda (cm / kg) = 327,21 cm/kg
- Upah pekerja berdasar UMR = Rp. 2.484.000,- / buln = Rp. 12.937,5 ,- / jam
- Faktor operator ditentukan 20 %

Sehingga besarnya biaya tenaga kerja (Rp. / m) adalah :

Tabel 4. 8. : Besar Biaya Tenaga Kerja (Rp. /m)

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	749,008	759,790	739,408
12 mm	4.291,334	4.908,163	2.770,408
18 mm	10.580,363	7.358,068	7.694,042
Total biaya	15.620,705	13.026,016	11.203,858

4.5. Jumlah Biaya Pengelasan

Jumlah biaya pengelasan merupakan akumulasi dari biaya-biaya yang terjadi dalam proses pengelasan tersebut yang terdiri dari :

- Biaya elektroda
- Biaya peralatan
- Biaya listrik
- Biaya tenaga kerja

Tabel 4. 9. Jumlah Biaya Pengelasan

Tebal Plat	Sambungan Lurus	Sambungan Pojok	Sambungan Tumpang
6 mm	10.704,452	10.620,513	10.500,975
12 mm	56.430,677	63.314,669	41.010,705
18 mm	132.881,478	94.151,248	100.269,073
Total Biaya	200.016,607	168.086,730	151.780,753

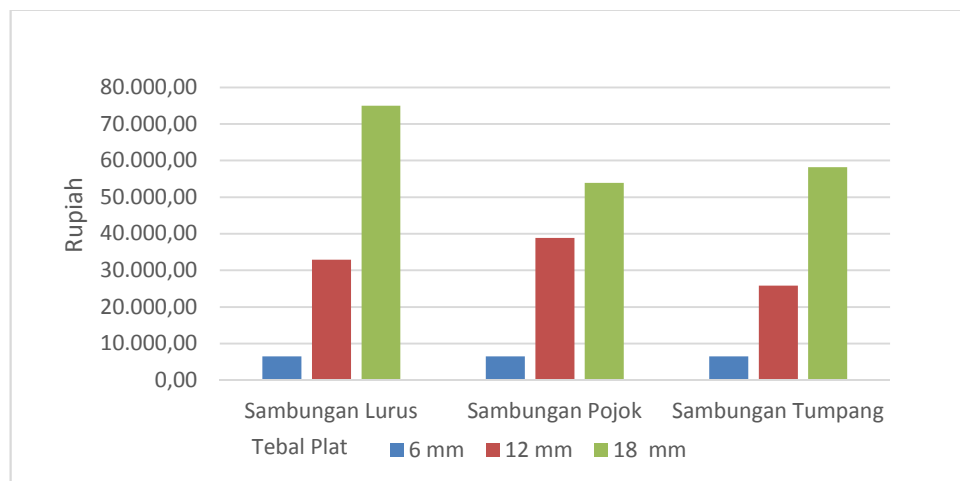
Dari hasil perhitungan-perhitungan yang didapat terhadap besarnya biaya pengelasan diperusahaan “B” ini, maka dari data-data tersebut dapat dianalisa sebagai berikut;

- Besarnya biaya pengelasan dari masing-masing ketebalan pelat yang dinakan terhadap jenis sambungan, yaitu sambungan lurus, sambungan pojok dan sambungan tumpang.
- Besarnya akumulasi biaya yang terjadi dari setiap ketebalan plat terhadap jenis sambungan yang digunakan, yaitu biaya elektroda, biaya peralatan, biaya listrik dan biaya tenaga kerja.

B. 1. Biaya Elektroda

Besar biaya elektroda berkaitan erat dengan harga pasar dari harga elektroda dipasar. Biaya elektroda. Dalam penelitian ini, dapat diketahui bahwa besarnya biaya elektroda dalam proses pengelasan ini ternyata memberikan biaya yang paling dominan dan paling besar dibandingkan dengan unsur-unsur biaya yang lain yaitu biaya peralatan, biaya listrik dan biaya tenaga kerja.

Besarnya biaya elektroda ini antara lain disebabkan oleh adanya kerugian terhadap elektroda yang terbuang sebagaimana yang terjadi dalam pengelasan SMAW, kemudian kerugian lapisan pembungkus serta kerugian percikan yang besarnya tergantung pada teknik pengelasan.



Gambar 4.1. Biaya Elektroda Dari Setiap Tebal Plat dengan Setiap Jenis Sambungan

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa besarnya biaya elektroda dalam sambungan lurus memberikan unsur biaya yang paling besar = Rp. 114.387,5,- dibandingkan dengan unsur biaya yang terjadi pada sambungan tumpang = Rp. 99.151,494,- dan sambungan pojok = Rp. 90.474,315,- kemudian dari setiap tebal plat yang digunakan dalam proses pengelasan besar biaya yang dikeluarkan dengan tebal plat semakin besar akan memberikan biaya yang semakin besar pula, besarnya biaya dengan ketebalan plat sebesar 18 mm diberikan dalam sambungan lurus = Rp. 74.979,164,- dan diikuti pada sambungan tumpang = Rp. 58.162,500,- serta sambungan pojok = Rp. 53.883,334,-. Untuk ketebalan plat 12 mm ternyata pada sambungan pojok memberikan besar biaya tertinggi sebesar Rp. 38.841.664,- kemudian diikuti dalam sambungan lurus = Rp. 32.945,836,- dan sambungan pojok = Rp. 25.849,315,-. Pada ketebalan plat 6 mm ternyata tidak memberikan perbedaan terhadap besarnya biaya elektroda yang dikeluarkan masing-masing sebesar Rp. 6.462,5,-

B. 2. Biaya Peralatan

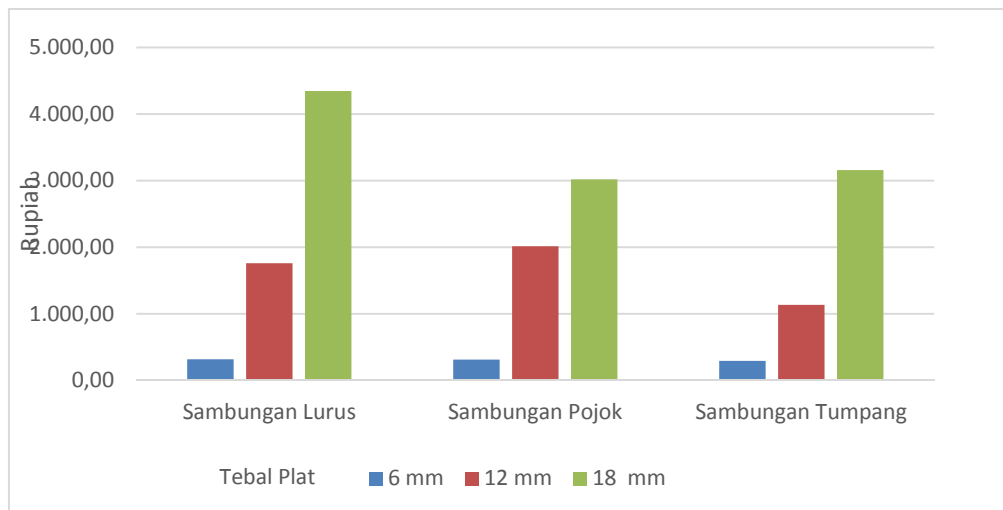
Dari gambar IV 2 dibawah ini dapat diketahui bahwa besarnya penggunaan terhadap biaya peralatan ternyata diberikan dalam sambungan lurus = Rp. 6.427,696,- diikuti dengan penggunaan peralatan pada sambungan pojok = Rp. 5.348,819,- dan sambungan tumpang = Rp. 4.592,592,-. Sehingga setiap ketebalan plat yang dipergunakan semakin besar akan diikuti dengan peningkatan biaya yang dikeluarkan, hal ini diperlihatkan dari setiap jenis sambungan yang dipergunakan.

Pada jenis sambungan lurus memberikan besar biaya peralatan yang tertinggi sebesar Rp. 4.344,594,- sedangkan pada jenis sambungan pojok = Rp. 3.021,429,- dan sambungan tumpang

= Rp. 3.159,389,- relatif tidak terjadi perbedaan yang mencolok untuk jenis sambungan pojok dengan sambungan tumpang, hal ini terjadi untuk ketebalan plat sebesar 18 mm.

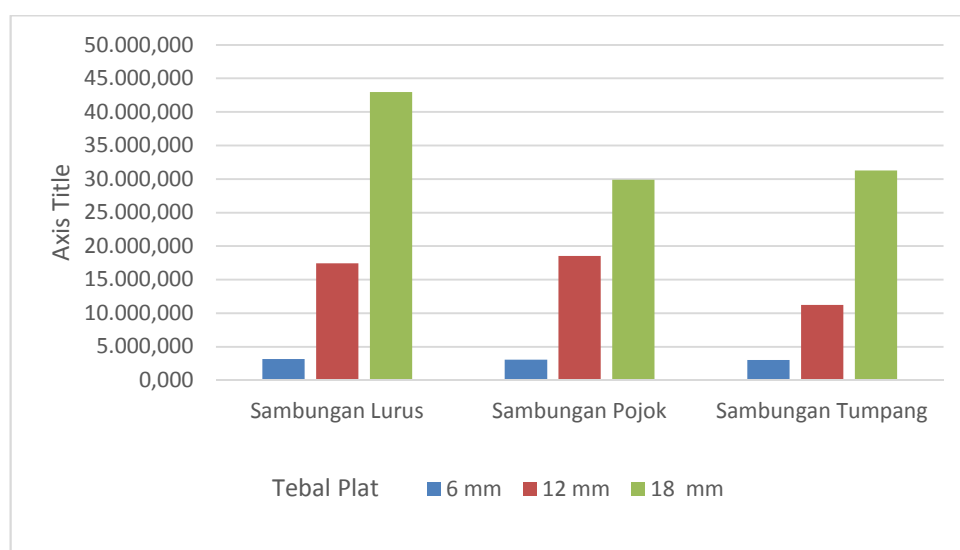
Sedang untuk ketebalan plat sebesar 12 mm biaya peralatan terbesar diserap pada jenis sambungan pojok = Rp. 2.015,429,- diikuti jenis sambungan lurus = Rp. 1.762,142,- dan jenis sambungan tumpang = Rp. 1.762,142,-

Dalam ketebalan plat sebesar 6 mm tidak terjadi perbedaan biaya peralatan, masing-masing Rp. 320,960,- untuk sambungan lurus, Rp. 311,961 untuk sambungan pojok dan = Rp. 295,596 untuk sambungan tumpang.



Gambar 4.2. Biaya Peralatan Dari Setiap Tebal Plat dengan Setiap Jenis Sambungan

B. 3. Biaya Listrik



Gambar 4.3. : Besar Biaya Listrik

Besarnya biaya listrik yang terjadi dalam proses ini dapat diperlihatkan melalui gambar IV. 3 diatas, dimana besarnya biaya listrik pada proses sambungan lurus memberikan unsur biaya yang paling besar = Rp. 63.583,706,- di ikuti dengan sambungan pojok = Rp. 51.524,092,- dan terakhir sambungan tumpang = Rp. 45.509,988,-.

Ketebalan plat yang digunakan sebesar 18 mm memberikan perbedaan terhadap biaya listrik yang digunakan dimana pada jenis sambungan lurus memberikan unsur biaya listrik paling besar = Rp. 42.977,357,- sedangkan pada sambungan tumpang = Rp. 31.253,142,- dan sambungan pojok besar = Rp. 29.888,417,- dengan ketebalan plat sebesar 12 mm pada sambungan lurus biaya yang terjadi sebesar = Rp. 17.431,365,- dan sambungan pojok = Rp. 18.549,413,- sedangkan sambungan tumpang sebesar Rp. 11.253,375,- .

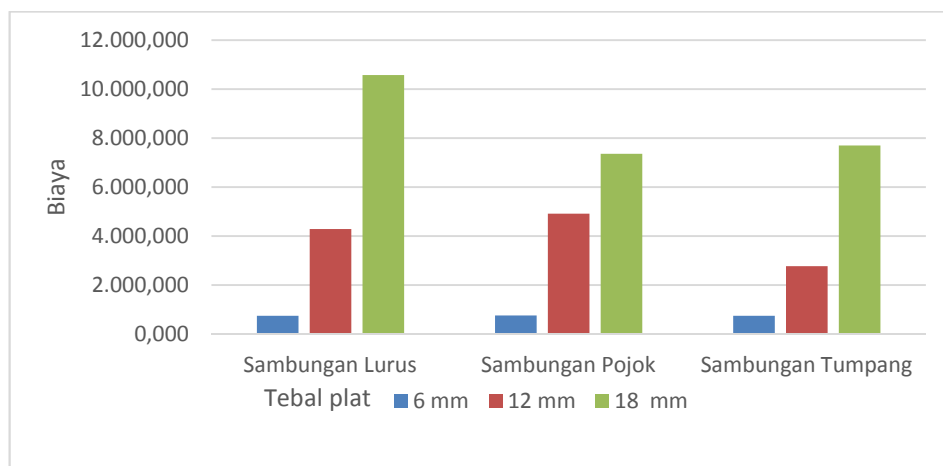
Pada ketebalan plat 6 mm ternyata pada setiap jenis sambungan tidak memberikan perbedaan yang besar terhadap biaya yang dikeluarkan yaitu masing =Rp. 3.174,984,- untuk sambungan lurus, = Rp. 3.086,262,- untuk sambung pojok dan = Rp. 3.003,471,- untuk sambungan tumpang.

B. 4. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga yang terjadi dalam penelitian ini dapat diikuti melalui gambar B. IV 4 dibawah ini, dimana besarnya biaya tenaga kerja untuk proses pengelasan yang dilakukan dengan sambungan lurus memberikan besar biaya yang paling tinggi = Rp. 15.620,705,- kemudian diikuti pada proses dengan sambungan pojok = Rp. 13.026,016,- dan sambungan tumpang = 11.203,858,- hal ini diperlihatkan melalui ketebalan plat 18 mm.

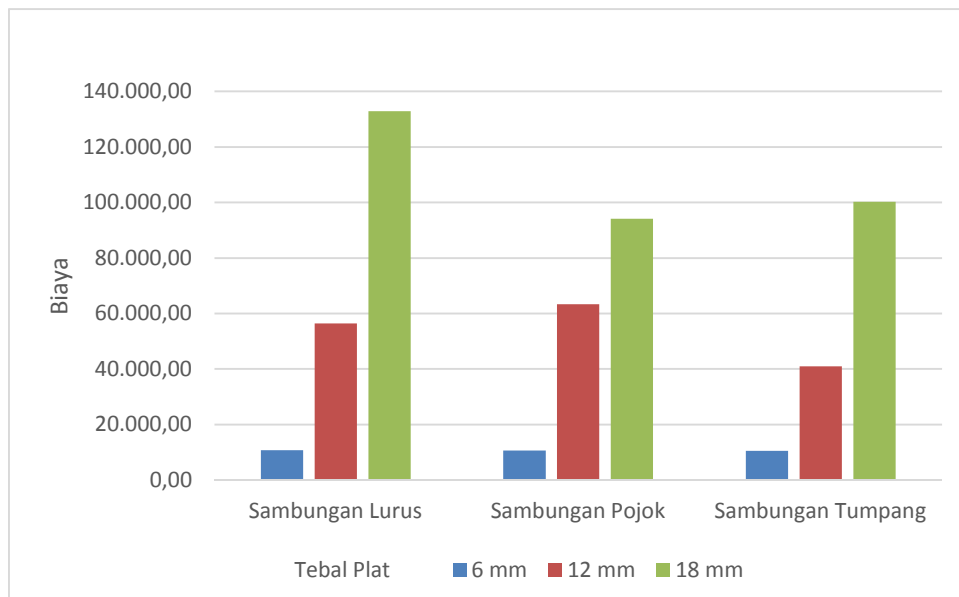
Sedangkan untuk ketebalan plat 12 mm biaya tenaga kerja yang terbesar adalah terjadi pada proses dengan sambungan pojok = Rp. 4.908,163,- diikuti proses pada sambungan lurus = Rp. 4.291,334,- dan sambungan tumpang = Rp. 2.770,408,- .

Untuk ketebalan plat 6 mm biaya tenaga kerja yang terjadi pada masing-masing jenis sambungan relatif tidak terjadi perbedaan dalam kata lain terjadi perbedaan yang tipis terhadap biaya tenaga kerja pada setiap jenis sambungan = Rp. 759,790 pada sambungan pojok, = Rp. 749,008,- pada sambungan lurus dan = Rp. 739,408,- pada sambungan tumpang.



Gambar 4.4. Besar Biaya Tenaga Kerja

B. 4. Biaya Total



Gambar 4.5. Biaya Total

Biaya total adalah merupakan gabungan biaya yang terjadi, yang diakumulasikan dari biaya elektroda, biaya peralatan, biaya listrik dan biaya tenaga kerja. Dari gambar IV 5 diatas dapat diketahui bahwa biaya yang terbesar dalam proses pengelasan ini dengan besar semua ketebalan plat yang digunakan diberikan dalam sambungan lurus yaitu sebesar Rp. 200.016,607, sedangkan dalam sambungan pojok besar biaya yang terjadi adalah Rp. 168.086,730, dan untuk sambungan tumpang besar biaya yang dihasilkan adalah Rp. 151.780,753.

Bila diperhatikan pada setiap jenis sambungan dengan ketebalan plat yang dipergunakan maka pada ketebalan plat 18 mm jenis sambungan lurus memberikan biaya yang terbesar diikuti pada jenis sambungan tumpang dan jenis sambungan pojok. Untuk ketebalan plat 12 mm ternyata unsur biaya yang terbesar diserap oleh jenis sambung pojok, diikuti jenis sambungan lurus dan jenis sambungan tumpang, sedangkan untuk ketebalan plat 6 mm biaya yang terbesar diserap oleh jenis sambungan lurus pojok dan tumpang, akan tetapi perbedaannya sangat tipis, tapi kalau diperhatikan perbedaan antara biaya yang terjadi pada jenis sambungan lurus dengan jenis sambungan tumpang terjadi perbedaan yang lebih besar bil dibandingkan antara jenis sambungan lurus dengan sambungan pojok dan antara jenis sambungan pojok dengan jenis sambungan tumpang.

5. KESIMPULAN

Dengan memperhatikan uraian pembahasan tersebut diatas maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penentuan besarnya harga produk dapat ditentukan lebih mendetail dengan melakukan perhitungan besarnya biaya pengelasan dari setiap elemen produk yang akan dibuat.
2. Untuk menghitung besarnya biaya proses pengelasan harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti, logam yang akan dilas, jenis sambungan pengelasan, posisi dari pengelasan, ketebalan logam yang akan di las serta kecepatan leleh dari elektroda yang dipergunakan.
3. Besarnya biaya secara keseluruhan terakumulasi melalui biaya elektroda, biaya peralatan, biaya listrik dan biaya tenaga kerja.

4. Biaya terbesar dalam proses pengelasan didominasi oleh biaya elektroda.
5. Berdasarkan pada jenis sambungan biaya yang terbesar didapat pada jenis sambungan lurus.
6. Dengan menggunakan tebal plat 18 mm biaya tertinggi di dapat pada proses pengelasan dengan mempergunakan jenis sambungan lurus.
7. Dengan menggunakan ketebalan plat sebesar 12 mm biaya tertinggi didapat melalui jenis sambungan pojok.
8. Pada ketebalan plat 6 mm, besarnya biaya yang terjadi dari ketiga jenis sambungan relatif kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H., Ostwald, Philip F., Begemen, Myron L., “**Manufacturing Processes**”, Seventh Edition, John Wiley & Sons, Inc. Toronto, 1979.
- Amstead, B.H., Ostwald, Philip F., Begemen, Myron L., dan Djafri Sriati, “**Teknologi Mekanik**”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1997.
- Cary, Howard B., “**Modern Welding Technology**”, Second Edition, Prantice hall, Inc., New Jersey, 1989.
- Harsono Wiryosumartoa, Prof. Dr. Ir., dan Okumura Thosie, Prof. Dr., **Teknologi Pengelasan Logam**”, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
- Tarmizi Husni, “**Estimsi Biaya Produksi dan Penentuan Harga Alat Penukar kalor di PT “B”**”, Thesis, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1996.