

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) mengelas ialah proses ikatan metalurgi dengan sambungan logam paduan atau logam yang dilakukan dalam keadaan cair atau lumer. Mengelas menurut Alip (1989) adalah aktivitas menyambung dua atau lebih bagian benda dengan memanaskan atau menggabungkan atau menekan keduanya sehingga menyatu seperti benda utuh. Sedangkan menurut wiryosumarto (1996:1) menjelaskan bahwa pengelasan ialah proses penyambungan setempat dengan beberapa batang logam menggunakan energi panas. Sebaliknya apabila mengelas menggunakan arus yang terlalu tinggi maka akan mengakibatkan kawat las terlalu cepat mencair dan mengakibatkan permukaan las-an yang melebar serta penembusan yang dalam sehingga mengurangi hasil kualitas tarik serta rentan akan kerapuhan dari hasil pengelasan

Las SMAW (sheilded metal arc welding) las busur listrik nyala terlindung adalah pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam.

Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pencairan yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu busur las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan mengalami pencairan bersamaan dengan logam induk dan embeku bersama, menjadi kampuh las.

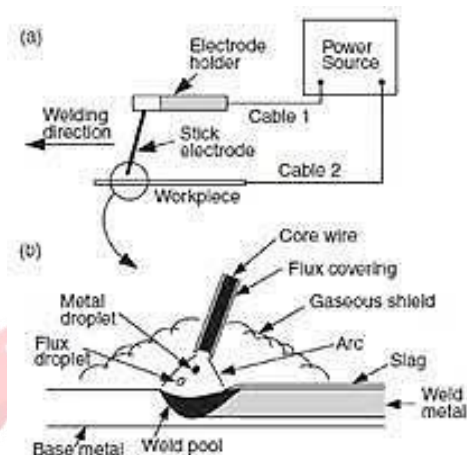
Proses perpindahan logam elektroda terjadi di ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar (Saifuddin A. Jalil, 2017).

2.2 Macam Jenis Pengelasan

2.2.1 Las Smaw

Shielded Metal Arc Welding adalah proses pengelasan manual dimana busur listrik tercipta diantara benda kerja dan elektroda termakan yang dibungkus terak. Proses ini menggunakan dekomposisi terak guna menciptakan gas pelindung dan menyediakan elemen terak untuk melindungi lelehan logam lasan. Proses pengelasan dan diagram sirkuit SMAW ditunjukkan pada Gambar 2.1 Peralatan SMAW meliputi sumber daya, kabel elektroda, kabel kerja, pemegang elektroda,

penjepit, dan elektroda. Elektroda dan sistem kerja adalah bagian dari rangkaian listrik.



Gambar 2. 1 Elektroda dan sistem kerja SMAW (Suratman, 2001)

Besarnya arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada diameter elektroda, tebal bahan yang dilas, jenis elektroda yang digunakan, geometri sambungan, diameter inti elektroda, posisi pengelasan. Daerah las mempunyai kapasitas panas tinggi maka diperlukan arus yang tinggi. Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya.

Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Jika arus terlalu besar, maka akan menghasilkan manik melebar, butiran kecil, penetrasi dalam, serta penguatan matrik las tinggi (Suratman, 2001). Kekuatan tarik meningkat dengan meningkatnya arus pengelasan dari 100 A ke 160 A sebagaimana hasil penelitian Joko Santoso (2006) dan Trinova Budi Santoso (2015).

Kecepatan pengelasan sangat dipengaruhi oleh besar kuat arus yang dipakai, jenis elektroda, diameter inti elektroda, metal yang akan dilas, dan bentuk geometri sambungan. Kecepatan pengelasan yang tinggi akan berdampak pada berkurangnya penetrasi, sehingga kekuatan sambungan menurun, disamping mengakibatkan masukan panas yang diterima persatuan panjang akan menjadi lebih kecil. Kecepatan pengelasan yang tidak juga berdampak terjadinya pendinginan yang cepat sehingga dapat memperkeras daerah terpengaruh panas. Kecepatan las yang terlalu tinggi akan berpengaruh pada bentuk manik las yang menyempit dan

penguatan manik yang rendah. Selain itu dapat merubah sifat mekanik daerah lasan yang berupa naiknya kekuatan tarik dan perpanjangan yang rendah (Wiryosumarto, 2008).

Ada beberapa kelebihan yang dimiliki oleh pengelasan SMAW, di antaranya adalah:

Keuntungan dari Pengelasan SMAW

- Proses ini cocok untuk sebagian besar logam dan paduan yang tersedia secara komersial.
- Tidak perlu banyak persiapan sebelum pengelasan.
- Peralatannya relatif murah dan portabel.
- Peralatannya relatif sederhana.
- Proses pengelasan SMAW bisa dimanfaatkan untuk semua area pengelasan.
- Proses pengelasan SMAW sangat fleksibel dan dapat diterapkan pada berbagai pengaturan dan posisi sambungan.
- Tidak perlu pelindung gas terpisah.
- Dapat digunakan untuk pengelasan pada semua jenis sambungan.
- Kurang sensitif terhadap angin sehingga jika digunakan di area terbuka yang banyak anginnya tidak akan menjadi masalah
- Dapat digunakan di area manapun dengan akses terbatas (elektroda dapat ditekuk dan bahkan cermin dapat digunakan di ruang sempit).

Kekurangan yang dimiliki oleh metode SMAW, di antaranya :

- Satu elektroda saja bisa menghasilkan logam las sekitar sepuluh sampai lima belas sentimeter.
- Tingkat deposisi rendah dari GMAW dan FCAW
- Dibutuhkan lebih banyak operator las yang terampil daripada banyak proses las lainnya.
- Tidak cocok untuk logam reaktif seperti Titanium, Zirkonium, Tantalum, dan Niobium.
- Tidak cocok untuk logam dengan suhu leleh rendah seperti Timbal, Timah dan Seng dan paduannya.
- Proses SMAW tidak dapat diotomatisasi.
- Lebih banyak terak karena elektroda terlindung fluks.
- Penggantian elektroda yang dikonsumsi berulang kali dengan yang baru membuat proses ini cukup lambat jika dibandingkan dengan GMAW.
- Kemungkinan Cacat las yang timbul cukup besar, sehingga terkadang memerlukan pengujian material lasan untuk memastikan kualitasnya.



Gambar 2. 2 Mesin las SMAW
Sumber : Dokumentasi pribadi (2022)

2.2.2 Las Mig

Las MIG (Metal Inert Gas) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam yang mencair saat proses pembekuan dari pengaruh atmosfer.

Kelebihan Las MIG (Metal Inert Gas)

Penggunaan Las MIG (Metal Inert Gas) dalam berbagai pengelasan memiliki beberapa kelebihan antara lain dapat disebutkan berikut ini :

- Sangat efisien dan proses pengerjaan yang cepat
- Dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan (welding positif)
- Tidak menghasilkan slag atau terak, layaknya terjadi pada las SMAW
- Memiliki angka deposisi (deposition rates) yang lebih tinggi dibandingkan SMAW
- Membutuhkan kemampuan operator yang baik
- Proses pengelasan MIG (metal inert gas)sangat cocok untuk pekerjaan konstruksi
- Membutuhkan sedikit pembersihan post-weld

Kelemahan Las MIG (Metal Inert Gas) Pada proses pengelasan MIG (Metal Inert Gas) memiliki beberapa kelemahan , antara lain :

- Wire-feeder yang memerlukan pengontrolan yang kontinu
- Sewaktu waktu dapat terjadi Burnback

- Cacat las porositisering terjadi akibat penggunaan kualitas gas pelindung yang tidak baik.
- Busur yang tidak stabil, akibat ketrampilan operator yang kurang baik.
- Pada awalnya set-up pengelasan merupakan permulaan yang sulit



Gambar 2. 3 Mesin las MIG

Sumber : Dokumentasi pribadi (2022)

2.2.3 Las Tig/Gtaw

Las TIG ialah salah satu dari las busur listrik (Art Welding) atau biasa di sebut dengan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar. Terjadi peleburan yang disebabkan adanya panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam induk. Logam pengisi dimasukkan kedalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Las ini dapat dilakukan dengan cara manual maupun otomatis pada pengumpana logam pengisiannya.

Keuntungan las GTAW, Adapun beberapa kelemahan dari pengelasan ini di antaranya:

- Menghasilkan pengelasan bermutu tinggi pada bahan-bahan ferrous dan non ferrous
- Semua pengotor yang berasal dari atmosfer dapat dihilangkan
- Bisa digunakan untuk membuat root pass bermutu tinggi dari arah satu sisi pada berbagai jenis bahan
- Kecepatan gerak yang lebih rendah dibandingkan dengan SMAW akan memudahkan pengamatan sehingga lebih mudah dalam mengendalikan logam las selama pengisian dan penyatuan.

Kelemahan las GTAW, Adapun beberapa kelemahan dari pengelasan ini di antaranya:

- Laju pengisian lebih rendah dibandingkan dengan proses las lain umpamanya SMAW
- GTAW butuh kontrol kelurusan sambungan yang lebih ketat
- GTAW juga butuh kebersihan sambungan yang lebih baik untuk menghilangkan minyak, grease, karat, dan kotoran-kotoran lain agar terhindar dari porosity dan cacat-cacat las lain
- GTAW harus dilindungi secara berhati-hati dari kecepatan udara di atas 5 mph untuk mempertahankan perlindungan inert gas di atas kawah las



Gambar 2. 4 Mesin las TIG
Sumber : Dokumentasi pribadi (2022)

2.3 Elektroda

Bagian yang sangat penting dalam las busur listrik, adalah elektroda las. Jenis elektroda yang digunakan akan sangat menentukan hasil pengelasan, sehingga penting untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan elektroda yang tepat. Berdasarkan selaput pelindungnya elektroda dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu elektroda polos dan elektroda berselaput. Elektroda berselaput terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau fluks. Pelapisan fluks pada bagian inti dapat dilakukan dengan destrusi, semprot atau celup. Selaput yang ada pada elektroda berfungsi untuk melindungi cairan las, busur listrik, dan sebagian benda kerja dari udara luar. Udara luar mengandung gas oksigen, yang dapat mengakibatkan bahan las mengalami oksidasi, sehingga dapat mempengaruhi sifat mekanis dari logam yang dilas. Oleh karena itu, elektroda yang berselaput digunakan untuk pengelasan benda-benda yang butuh kekuatan mekanis.

Bila ditinjau dari logam yang di las kawat elektroda dibedakan menjadi lima bagian besar yaitu, baja lunak, baja karbon tinggi, baja paduan, besi tuang, dan logam non ferro. Karena filler metal harus mempunyai kesamaan sifat dengan

logam induk, maka sekaligus ini berarti bahwa tidak ada elektroda yang dapat dipakai untuk semua jenis dari pengelasan. Demikian pula ukuran diameternya. Pemilihan ukuran parameter Jurnal Mechanical, Volume 3, Nomor 2, September 2012 55 tergantung dari perencanaan, ukuran las, posisi pengelasan, input panas, serta keahlian dalam pengelasan. Ini berarti bahwa tiap ukuran diameter elektroda mempunyai kaitan dengan besarnya kuat arus yang harus lewat pada elektroda tersebut. Di mana elektroda tersebut mempunyai selubung atau coating. Elektroda perlu disimpan di tempat yang kering dan hangat dan digunakan berurutan misalnya elektroda baru tidak ditumpuk di atas yang lama. Kadang-kadang elektroda yang sudah sangat lama mempunyai lapisan bulu berwarna putih yang disebabkan oleh kaca air pada elektroda. Elektroda harus ditumpuk dengan hati-hati dan jangan dijatuhkan yang akan menyebabkan retak dan terkelupasnya lapisan. Las yang berkualitas jelek biasanya sebagai akibat jika digunakan elektroda terkelupas, lembab, atau rusak. Jika elektroda kering digetarkan di tangan menghasilkan bunyi logam yang kuat, akan tetapi yang lembab mempunyai bunyi yang teredam (Kenyon, 1985).

2.3.1 Jenis Jenis Elektroda

1. Elektroda berselaput

Elektroda berselaput adalah bahan inti kawat yang dilapisi salutan (flux) dari bahan kimia tertentu disesuaikan dengan jenis pengelasan. Elektroda ini disebut juga consumable electrode, karena bisa habis saat digunakan mengelas. Kawat las smaw yang biasa kita pakai sehari-hari adalah termasuk elektroda berselaput.

Elektroda berselaput terdiri dari dua bagian dengan fungsi yang berbeda, yaitu:

- Bagian inti elektroda, berfungsi sebagai penghantar arus listrik dan sebagai bahan tambah. Bahan inti elektroda dibuat dari logam ferro dan non ferro, seperti: baja karbon, baja paduan, aluminium, kuningan dan lain-lain.
- Bagian salutan elektroda, berfungsi untuk: memberikan gas pelindung pada logam yang dilas, melindungi kontaminasi udara pada waktu logam dalam keadaan cair, membentuk lapisan terak yang melapisi hasil pengelasan dari oksidasi udara selama proses pendinginan, mencegah proses pendinginan agar tidak terlalu cepat, memudahkan penyalaan dan mengontrol stabilitas busur.

Flux adalah bagian yang melapisi inti kawat las yang terbuat dari campuran bahan kimia khusus dengan persentase yang berbeda-beda untuk tiap jenis elektroda. Jenis bahan kimia pembuat flux misalnya: selulosa, kalsium karbonat (CaCO_3), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida mangan, oksida besi, serbuk besi, besi silikon, besi mangan dan sebagainya.

Pelapisan fluks pada kawat inti bisa dengan cara destrusi, semprot atau celup. Tebal selaput berkisar antara 70% sampai 50% dari diameter elektroda tergantung dari jenis selaput.

Pada waktu pengelasan, selaput elektroda ini akan turut mencair dan menghasilkan gas CO₂ yang melindungi cairan las, busur listrik dan sebagian benda kerja terhadap udara luar. Udara luar yang mengandung O₂ dan N akan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari logam las. Cairan selaput yang disebut terak akan terapung dan membeku melapisi permukaan las yang masih panas.

Elektroda yang telah dibuka dari bungkusnya, harus disimpan di dalam kabinet pemanas atau oven dengan suhu 15 derajat lebih tinggi dari suhu udara luar, sebab lapisan tersebut sangat peka terhadap kelembaban.

Apabila dibiarkan lembab, maka pada saat digunakan bisa menyebabkan hal-hal sebagai berikut:

- Salutan mudah terkelupas, sehingga sulit untuk dinyalakan
- Percikan yang berlebihan
- Busur tidak stabil
- Asap yang berlebihan

2. Elektroda polos

Elektroda polos adalah jenis elektroda tanpa lapisan flux. Elektroda ini disebut juga dengan 'non consumable electrode' karena tidak bisa mencair saat digunakan pengelasan.

Jenis elektroda ini terbuat dari bahan logam tungsten atau wolfram yang mempunyai sifat tahan panas dan tidak bisa mencair / meleleh.

Yang termasuk salah satu jenis elektroda ini dapat kita temui pada pengelasan TIG atau GTAW, atau biasanya kita menyebut las argon. Pengelasan ini menggunakan elektroda tungsten yang berfungsi untuk melelehkan logam induk dengan pengisi menggunakan filler metal. Sedangkan gas argon digunakan sebagai pelindungnya.

2.3.2 Klasifikasi Elektroda Berdasarkan Codenya

1. Elektroda E 6010 dan E 6011

Elektroda ini adalah jenis elektroda selaput selulosa yang dapat dipakai untuk pengelesan dengan penembusan yang dalam. Pengelasan dapat pada segala posisi dan terak yang tipis dapat dengan mudah dibersihkan.

Deposit las biasanya mempunyai sifat mekanik yang baik dan dapat dipakai untuk pekerjaan dengan pengujian Radiografi. Selaput selulosa dengan kebasahan 5% pada waktu pengelasan akan menghasilkan gas pelindung. E 6011

mengandung Kalium untuk membantu menstabilkan busur listrik bila dipakai arus AC.

E 6010 digunakan dengan mesin las arus DC, sedangkan E 6011 bisa digunakan dengan arus AC dan DC. Jenis elektroda las ini dapat digunakan pada permukaan yang tidak bersih, terdapat cat, dan galvanis. Cocok untuk gouging pada pekerjaan cutting dan welding repair di workshop fabrikasi.

2. Elektroda E 6012 dan E 6013

Kedua elektroda ini termasuk jenis selaput rutil yang dapat menghasilkan penembusan sedang. Keduanya dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi, tetapi kebanyakan jenis E 6013 sangat baik untuk posisi pengelesan tegak arah ke bawah atau las downhill.

Jenis E 6012 umumnya dapat di pakai pada ampere yang relatif lebih tinggi dari E 6013. Jenis elektroda ini mengandung lebih banyak Kalium memudahkan pemakaian pada voltage mesin yang rendah. Elektroda dengan diameter kecil kebanyakan dipakai untuk pengelasan pelat tipis.

Elektroda E 6012 memberikan busur yang lebih kuat daripada elektroda E 6013, pada umumnya digunakan untuk pengelasan sheet metal dan aplikasi arus rendah lainnya.

Elektroda E 6013 mirip dengan E 6012 tapi, lebih mudah digunakan, percikan minimal, dan menghasilkan manik las yang lebih bagus.

3. Elektroda E 6020

Elektroda jenis ini dapat menghasilkan penembusan las sedang dan teraknya mudah dilepas dari lapisan las. Selaput elektroda terutama mengandung oksida besi dan mangan. Cairan terak yang terlalu cair dan mudah mengalir cocok untuk pengelasan datar tapi menyulitkan pada pengelasan dengan posisi lain misalnya posisi vertikal dan overhead.

4. Elektroda Selaput Serbuk Besi

Elektroda jenis ini antara lain: E 6027, E 7014, E 7018, E 7024 dan E 7028. Mengandung serbuk besi untuk meningkatkan efisiensi pengelasan. Umumnya selaput elektroda akan lebih tebal dengan bertambahnya persentase serbuk besi. Dengan adanya serbuk besi dan bertambah tebalnya selaput, pengelasan akan memerlukan ampere yang lebih tinggi.

5. Elektroda Hydrogen Rendah

Elektroda jenis ini antara lain: E 7015, E 7016 dan E 7018. Selaput elektroda jenis ini mengandung hydrogen yang rendah (kurang dari 0,5 %), sehingga deposit

las dapat bebas dari porositas. Elektroda ini dipakai untuk pengelasan yang memerlukan mutu tinggi dan bebas porositas, misalnya untuk pengelasan bejana dan pipa yang bertekanan.

Elektroda las E7015 mempunyai kekuatan tarik 580MPa dan kekuatan luluh 490Mpa. Cocok untuk mengelas struktur baja low carbon steel dan low alloy steel, seperti 16Mn, 16MnR, 09Mn2Si, 09Mn2V dan sebagainya.

E 7016 menghasilkan las berkualitas dengan kekuatan tarik 70.000 PSI. Cocok untuk pengelasan datar dengan arus AC +, untuk baja high carbon steel sampai pada baja ringan. Biasanya digunakan untuk root pass pada pengelasan pipa.

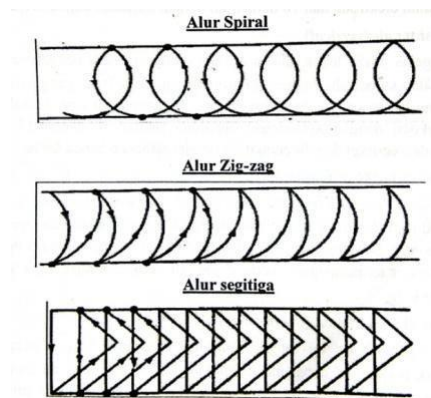
E 7018 menghasilkan lasan berkualitas tinggi, pada logam yang membutuhkan kekuatan 70.000 PSI ke atas. Elektroda ini dapat digunakan pada baja medium carbon, high carbon, dan low-alloy steel. Sangat baik untuk filler pass dan capping pada pengelasan pipa.

Salah satu poin penting yang perlu diperhatikan untuk E 7018 adalah prosedur penyimpanan dan pengeringan. Elektroda harus tetap berada di lingkungan dengan kelembaban rendah agar dapat meminimalkan kelembaban di lapisan elektroda, mengurangi tingkat hidrogen, dan menghindari hydrogen cracking.

2.4 Macam Jenis Gerakan Elektroda

- Gerakan arah turun sepanjang sumbu elektroda, gerakan ini ditujukan agar jarak busur listrik tetap.
- Gerakan ayunan elektroda. Gerakan ini bertujuan untuk mengatur lebar jalur las yang diharapkan. Gerakan ayunan ini dibagi menjadi dua yaitu ayunan ke atas dan ayunan ke bawah. Ayunan ke atas menghasilkan jalur las yang kecil, sedangkan ayunan ke bawah menghasilkan jalur las yang lebih lebar.
- Tembusan las yang dihasilkan dari gerakan ayun kurang baik jika dibandingkan gerakan lurus elektroda. Gerakan ayunan lebih memakan waktu dibandingkan dengan gerakan lurus. Selain itu juga gerakan ayun menimbulkan panas yang berlebih sehingga menimbulkan pemuaian dan menimbulkan perubahan bentuk dari bahan dasar. Karena hal tersebut maka penggunaan gerakan ayunan perlu memperhatikan tebal bahan dasar. (Daryanto, 2013)

Berikut ini merupakan gambar alur elektroda pada saat melakukan pekerjaan las:



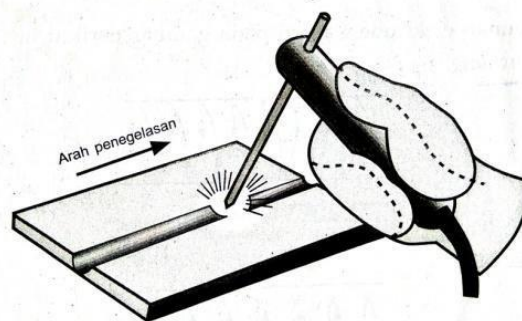
Gambar 2. 5 Ayunan pengelasan
 Sumber : <https://images.app.goo.gl/Ve2DjEYmF1mER8KbA>

2.5 Posisi Pengelasan, HAZ Dan Logam Induk

2.5.1 Posisi Pengelasan

1. Posisi di bawah tangan

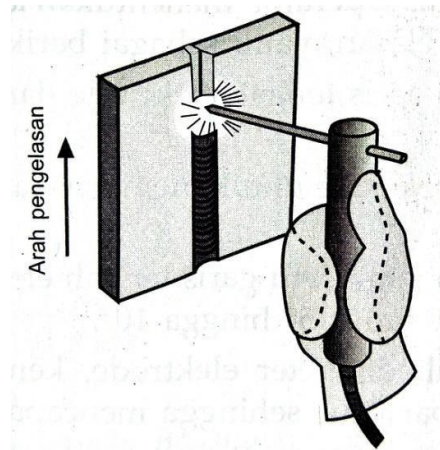
Posisi ini merupakan posisi paling mudah dilakukan. Oleh sebab itu untuk menyelesaikan pengelasan diusahakan pada posisi ini. Pada posisi di bawah tangan memiliki kemiringan elektroda 10° - 20° terhadap garis vertikal ke arah elektroda dan 70° - 80° terhadap benda yang dilas.



Gambar 2. 6 Posisi Pengelasan di bawah Tangan
 Sumber : (Umaryadi, 2007)

2. Posisi tegak (vertikal)

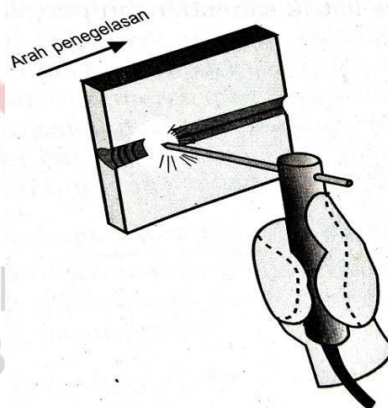
Posisi tegak merupakan posisi pengelasan dengan arah ke bawah atau ke atas. Pengelasan ini merupakan posisi paling sulit karena bahan yang sudah mencair akan mengalir ke bawah sehingga menyebabkan penumpukan ke arah bawah. Hal ini dapat dikecil dengan kemiringan elektroda 10° - 15° terhadap garis vertikal ke arah elektroda dan 70° - 85° terhadap benda yang dilas.



Gambar 2. 7 Posisi Pengelasan Tegak (vertikal)
Sumber : (Umaryadi, 2007)

3. Posisi datar (horisontal)

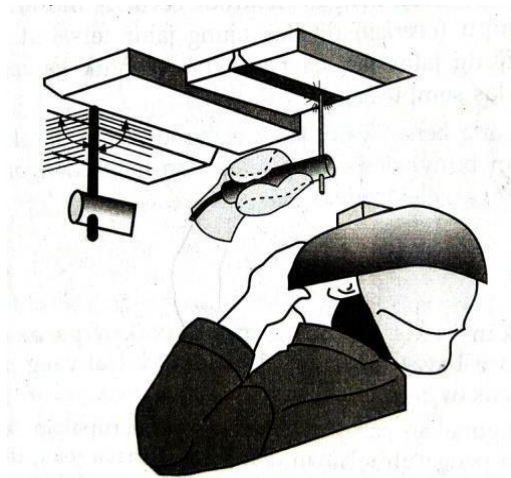
Mengelas dengan posisi ini biasa disebut dengan mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dengan arah elektroda mengikuti horisontal. Pada posisi datar elektroda di buat dengan kemiringan 5° - 10° terhadap garis vertikal kearah elektroda dan 70° - 80° terhadap benda kerja. 16



Gambar 2. 8 Posisi Pengelasan datar (horisontal)
Sumber : (Umaryadi, 2007)

4. Posisi di atas kepala (*overhead*)

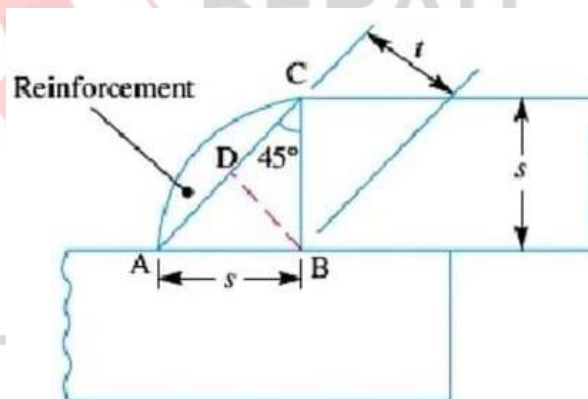
Posisi paling sulit dan berbahaya karena bahan cair banyak yang jatuh dan mengenai pengelas, oleh karena itu diperlukan perlengkapan safety yang lengkap. Posisi mengelas ini benda kerja berada di atas orang yang melakukan dan kedudukan elektroda dengan kemiringan elektroda 5° - 20° terhadap garis vertikal kearah elektroda dan 75° - 85° terhadap benda kerja. (Daryanto, 2013)



Gambar 2. 9 Posisi Pengelasan di atas Kepala
Sumber : (Umaryadi, 2007)

2.6 Perhitungan Rencana Kekuatan Las Sudut (*Vilet Weld*)

Dalam melakukan perhitungan atau rencana kekuatan las sudut ada yang harus di ketahui mulai dari mutu bahan las, tebal dan panjang lasan.



Gambar 2.10 Skema dan dimensi las sudut
Sumber : (Nur,Rusdi,2017)

Keterangan:

t = Tebal leher (BD).

s = Ukuran las = Tebal plat,

l = Panjang las,

Dari Gambar di atas kita temukan ketebalan leher adalah:

$t = s \cdot \sin 45^\circ = 0,707 \cdot S$ (Nur,rusdi,2017)

Luas minimum las atau luas leher adalah:

$$A = t.l = 0,707.s.l \dots\dots\dots (Nur, rusdi, 2017)$$

Jika σ_t adalah tegangan tarik yang diijinkan untuk las logam, kemudian kekuatan tarik sambungan untuk las fillet tunggal (single fillet weld) adalah:

$$P = 0,707.s.l. \sigma_t \dots\dots\dots (Nur, rusdi, 2017)$$

Kuat perencanaan per satuan panjang las sudut di tentukan sebagai berikut

$$\phi R_{nw} = 0,75.t_e.(0,6f_u) \dots\dots\dots (\text{Bahan dasar}) \dots\dots\dots (\text{Agus}, 2008)$$

$$\phi R_{nw} = 0,75.t_e.(0,6f_{uw}) \dots\dots\dots (\text{Las}) \dots\dots\dots (\text{Agus}, 2008)$$

2.7 Efiseinsi sambungan las tebal las minimum

Efisiensi sambungan

Tabel 2.1 presentase efisiensi sambungan las

Jenis sambungan		Efisiensi sambungan (%)		
		Uji radiografi penuh	Uji radiografi sebagian	Tanpa uji radiografi
1.	Las tumpul kedua sisi	100	95	70
2.	Las tumpul dengan pelat pembantu	90	85	65
3.	Las tumpul satu sisi	-	-	60
4.	Sambungan tumpang dengan las sudut dua sisi	-	-	55
5.	Sambungan tumpang dengan las sudut satu sisi dan las isi satu sisi	-	-	50
6.	Sambungan tumpang dengan las sudut satu sisi	-	-	45

Sumber (harsono, okumura, 2008)

Ukuran las minimum yang di rekomendasikan

Terdapat ketebalan las minimum yang di rekomendasikan berdasarkan dari tebal plat yang digunakan.

Tabel 2.2 ukuran las minimum

Thickness of plate (mm)	3 - 5	6 - 8	10 - 16	18 - 24	26 - 55	Over 58
Minimum size of weld (mm)	3	5	6	10	14	20

Sumber : (Nur, rusdi, 2017)

Tabel sifat mekanis baja *structural*

Tabel 2.3 sifat mekanis baja *structural*

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : (Agus, 2008)

2.8 Penelitain Terdahulu

Tabel 2. 4 Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Penulis dan Judul penelitian	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil penelitian
1	RANTI HIDAYAW ANTI 2017 EFISENSI PENGGANTIAN PIPA PENSTOCK PLTA SIMAN DENGAN METODE WELDED LAP JOIN	1. Mengingat harga flexible sleeve coupling cukup mahal maka dalam hal ini jenis sambungan tersebut tidak dijadikan pilihan. Sehingga alternatif penggunaan jenis sambungan pipa adalah jenis sambungan las Welded Lap Joints dan Welded Butt Joint.	Sambungan las yang akan digunakan adalah jenis Welded lap joint. Welded lap joints dapat digunakan pada semua ukuran diameter dengan tekanan sampai 400 psi (2,757.9 kPa) atau lebih. Welded lap joints memungkinkan adanya sudut pada saat konstruksi sehingga pelaksanaan di lapangan dapat dilakukan dengan cepat karena pengelasannya dapat dilakukan disisi luar pipa saja namun bentuknya perlu modifikasi dengan penambahan plat	Berdasarkan hasil perhitungan, tegangan kombinasi yang terjadi pada material pipa jenis SM 50 (JIS G3106) dengan diameter pipa 1.8 meter dan ketebalan pipa 1.6 cm adalah $603,8 \text{ kg/cm}^2 < (\text{lebih kecil})$ dari tegangan ijin material SM 50 = 1650 kg/cm^2 . Oleh karenanya pipa dengan ketebalan 1.8 cm aman untuk digunakan. 2. Berdasarkan pertimbangan waktu pelaksanaan yang mempengaruhi waktu shutdown sistem pembangkit dan faktor kemudahan pelaksanaan maka alternatif 2a dipilih sebagai metode penggantian pipa

			butt-strap seperti sambungan jenis Butt-strap welding joints	pesntock PLTA Siman yaitu menggunakan sambungan Lap joint dengan total durasi shutdown 80 hari. Total durasi shutdown 80 hari adalah hanya untuk pelaksanaan pekerjaan pembongkaran pipa penstok lama, pemasangan pipa penstok baru ditambah dengan pelaksanaan pekerjaan sipil. Waktu shutdown 80 hari tidak termasuk waktu untuk pekerjaan persiapan, pengadaan dan transportasi bahan/material. 3. Perlu penambahan ditambah bored pile untuk mengatasi sliding dan tegangan tarik dikarenakan anchor block tidak aman terhadap sliding pada kondisi expansion dan terjadi tegangan tarik -1.6 ton pada kondisi contraction.
2	Dody Prayitno1, Harry Daniel Hutagalung2, Daisman P.B. Aji3 PENGARU H KUAT ARUS LISTRIK PENGELASAN	1. Sebuah control valve memiliki seat dan plug yang selalu bergesekan, sehingga plug sering mengalami keausan.	Salah satu upaya untuk mengurangi keausan dengan cara hardfacing, yaitu penambahan material (cladding) pada logam induk dengan maksud meningkatkan kekerasan permukaan.	Berdasarkan penyajian data dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa: 1) Penambahan material stellite 6 dengan menggunakan metode pengelasan SMAW

	TERHADAP KEKERASAN AN LAPISAN LASAN PADA BAJA ASTM A316			mampu meningkatkan kekerasan permukaan material plug, 2) Peningkatan arus pengelasan dari 120 A ke 140 A mampu meningkatkan kekerasan dari 465 H ke 514.7 HV, 3) Penambahan arus pengelasan dari 140 A ke 160 A akan menurunkan kekerasan dari 51.47 HV ke 423 HV, dan 4) Kekerasan tidak berubah dengan meningkatkan arus pengelasan dari 120 A ke 160 A.
--	---	--	--	---

**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**