

^BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian pengaruh besarnya arus listrik pengelasan telah diteliti oleh Wardoyo dan Sumiyarso (2010), mereka menyatakan bahwa peningkatan arus listrik pengelasan TIG paduan aluminium 6061 mengakibatkan penurunan kekuatan luluh dan kekuatan tarik maksimum, untuk kekuatan luluh dari 143.08 MPa (pada arus listrik 50 Ampere) menjadi 135.26 (pada arus listrik 70 Ampere), sedang untuk kekuatan tarik maksimum dari 245.80 MPa (pada arus listrik 50 Ampere) menjadi 221.64 MPa (pada arus listrik 70 Ampere). Hal ini diperkirakan karena adanya penambahan masukan panas dengan naiknya arus pengelasan.

Riswanda (2011), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi arus pada proses las TIG dan variasi putaran pada Proses FSW terhadap sifat Mekanik dan korosi sambungan las tak sejenis aluminium paduan 5083 dan 6061-T6, menggunakan arus 100, 120 dan 140 A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum proses pengelas *TIG* masih lebih baik dibandingkan dengan proses las FSW. Nilai kekerasan mikro rata-rata padalogam las proses FSW 46,42 (kg/mm²). Hasil ini masih jauh dibawah las TIG dengan nilai kekerasan rata-rata 73,83 (kg/mm²). Kekuatan tarik tertinggi hasil pengujian las FSW terdapat pada parameter putaran 1600 rpm

yaitu 151 MPa, sedangkan kekuatan tertinggi hasil las TIG yaitu pada arus 120 A dengan kekuatan tarik 201 MPa

Selanjutnya Riswanda (2013), melakukan penelitian tentang Pengaruh Variasi Arus Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Sambungan Las Disimilar AA 5083-AA 6061-T6. Variasi arus antara lain: 100 A, 120 A dan 140 A pada tegangan 20 V (*Constant Voltage*), sehingga menghasilkan *Heat Input* sebesar 1,09, 1,15 dan 1,30 kJ/mm, pengelasan menggunakan las TIG. Pengujian yang dilakukan meliputi pengamatan visual, foto mikro, kekerasan, serta uji tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelasan spesimen dengan arus 100 A menghasilkan penetrasi logam pengisi kedalam alur las kurang, dan pada pengelasan dengan arus 140 A terjadinya percikan busur (*Spatter*) dan pelelehan yang berlebihan serta terjadi *Undercut*. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa distribusi terlihat paling *Smooth* (beraturan) terjadi pada spesimen dengan arus 120 A, serta hasil uji tarik memperlihatkan kekuatan tertinggi terjadi pada arus 120 A, (*Heat Input* 1,15 kJ/mm) yaitu 201 MPa. (Ahmadi Nurfi,2016)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengelasan

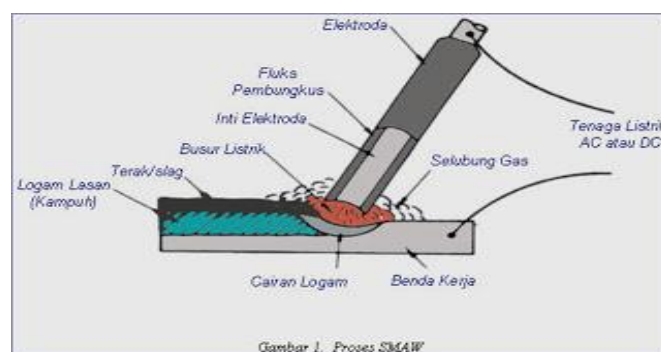
Pengelasan (*Welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya disamping untuk pembuatan atau produksi proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran.

Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas, pada waktu ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan cara menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom molekul dari logam yang disambungkan. (Andewi Linda, 2016)

2.2.2 Macam-macam Pengelasan

1. Las Listrik SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)



Gambar 2.1 Busur Las SMAW (Sumber: Tira Weld 2013)

Diakses pada tanggal: 19 Juli 2018

SMAW adalah salah satu jenis pengelasan yang menggunakan loncatan elektron (busur listrik) sebagai sumber panas untuk pencairan suhu busur dapat mencapai 3300° C, jauh diatas titik lebur baja sehingga karenanya dapat mencairkan baja secara merata (Instant) SMAW dapat menggunakan arus listrik bolak-balik (*AC-Alternating Current*) maupun arus searah (*DC=Direct Current*)

Jika arus bolak-balik yang digunakan tidak ada katup-katup, sebaliknya apabila arus searah yang digunakan maka digunakan kaup- katup+ dan kondisi ini disebut polaritas terdapat dua jenis polaritas untuk pengelasan, yakni polaritas lurus dimana elektroda bermuatan dan bahan induk bermuatan + dan polaritas terbalik, dimana elektroda bermuatan + dan bahan induk bermuatan.

Elektroda dibuat dengan karakter khusus, ada yang hanya menggunakan AC, ada yang menggunakan DC polaritas lurus atau lazim dibuat DCSP (*Direct Current Straight Polarity*) atau juga disebut DCEN (*Direct Current Electrode Negative*) ada yang menggunakan DC polaritas terbalik atau disebut DCEP (*Direct Current Elektrode Positive*).

1. Fungsi dan Kegunaan *Coating* atau Salut Elektroda

- a. Mencair dan menanmpung diatas kolom las sehingga melindungi cairan baja dari reaksi dengan zat asam menjadi oksida.

- b. Cairan *coating* (*Fluk*) membeku diatas lajur las membentuk slag atau terak dan berfungsi untuk melindungi lajur las panas dari reaksi dengan zat asam.
- c. *Coating* sewaktu mencair juga menghasilkan asap yang berfungsi mengusir udara dari lingkungan busur las.
- d. *Coating* juga berfungsi untuk menstabilkan busur karena proses ionisasi yang terjadi.

SMAW menggunakan elektoda batang (*Stick Electrode*) yang berselaput untuk mengetahui sifat mekanis bahan las maka oleh AWS (*American Welding Soceity*) dibuat sistem identifikasi yang tertulis pada *coating*.

Jika ditinjau dari kekuatan tarik bahan elektroda maka jenis-jenis stick electroda ini dapat dikelompokkan menjadi:

- Kelompok E 60.....yang berkuat tarik 60.000 psi
- Kelompok E 70.....yang berkuat tarik 70.000 psi
- Kelompok E 80.....yang berkuat tarik 80.000 psi
- Kelompok E 90.....yang berkuat tarik 90.000 psi
- Kelompok E 100....yang berkuat tarik 100.000 psi

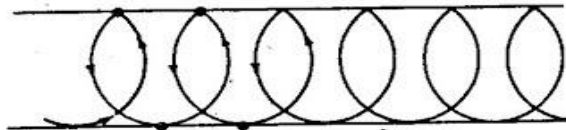
Masing masing elektroda memiliki karakteristik khusus sesuai dengan maksud dan tujuan dibuatnya selanjutnya untuk keperluan kualifikasi las.

2. Gerakan Elektroda atau Alur Las

Gerakan elektroda pada saat pengelesan ada tiga macam yaitu :

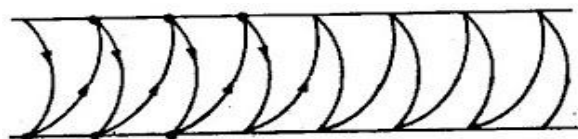
- a. Gerakan arah turun sepanjang sumbu elektroda gerakan ini dilakukan untuk mengatur jarak busur listrik agar tetap.
- b. Gerakan ayunan elektroda gerakan ini diperlukan untuk mengatur lebar
- c. Jalur las yang dikehendaki ayunan keatas menghasilkan alur las yang kecil, Ayunan segitiga dipakai pada jenis elektroda *Hydrogen* rendah untuk mendapatkan penembusan las yang baik diantara dua celah pelat.

Alur Spiral



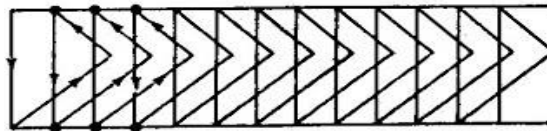
Pada gerakan las dengan menggunakan metode spiral umumnya banyak digunakan pada posisi 1G hasil las yang bagus dan penetrasi yang baik.

Alur Zig-zag



Untuk metode gerakan Zig-zag banyak digunakan pada posisi pengelasan 2G dan 3G pada metode ini biasanya hasil las lebih rapih dalam rigi-riginya dikarenakan pada gerakan ini kanan dan kirinya akan lebih terisi lelehan pada elektroda las.

Alur Segitiga



Gambar 2.2 Gerakan Alur Las (Sumber:Admin.PPNS 2015)

Diakses pada tanggal:19 Juli 2018

Sementara dengan menggunakan metode segitiga jarang sekali digunakan, karena pada proses ini sangat lama yang bisa mengakibatkan benda kerja meleleh dengan cepat akibatnya hasil las bolong,dikarnakan gerakan yang terlalu rumit.

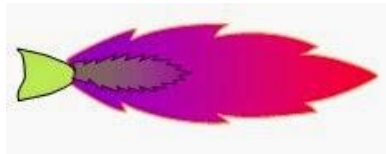
3. Las OAW (*Oxy actylene welding*)

Pengelasan dengan *oxy actylene* adalah proses pengelasan secara manual dengan pemanasan permukaan logam yang akan dilas atau disambung sampai mencair oleh nyala gasasetilin melalui pembakaran *actylene* dengan *gas O2*.

dengan atau tanpa logam pengis proses penyambungan dapat dilakukan dengan tekanan (ditekan) sangat tinggi sehingga dapat mencairkan logam.

4. Nyala Api Las OAW (*Oxy Acetylene Welding*)

a. Nyala Api Netral



Kegunaan dari nyala api netral ini untuk *Heat Treatment* nyala api kerucut dalam berwarna putih menyala nyala api kerucut antara tidak ada nyala api kerucut luar berwarna kuning

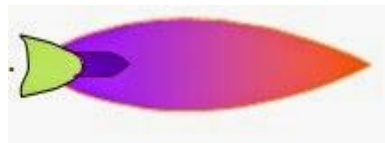
b. Nyala Api Oksidasi atau Oksigen lebih



Sering digunakan untuk pengelasan logam perunggu dan kuningan setelah dicapai nyala api netral kemudian kita kurangi aliran gas asetilen maka kita akan dapatkan nyala api oksigen lebih nyala apinya pendek dan berwarna ungu nyala kerucut luarnya juga pendek.

Fungsi dan kegunaan dari nyala api ini yaitu : Untuk pemotongan material logam dan pengelasan jenis perunggu dan kuningan.

c. Nyala Api Karbuari Asitilen lebih



Gambar 2.3 Macam-macam Nyala api Las OAW

(Sumber:Admin.PPNS 2015) Diakses pada tanggal:19 Juli 2018

Setelah dicapai nyala api netral kemudian kita mengurangi aliran gas oksigen nyala api menampilkan kerucut api dalam dan antara nyala api luar berwarna biru. Fungsi dan kegunaan dari nyala api yaitu: Untuk pengelasan bahan logam monel,nikel dan berbagai jenis baja

5. Kelebihan dan Kekurangan Las OAW (*Oxy actylene welding*)

Kelebihan

- a. Effisiensi sambungan yang baik dapat digunakan pada temperatur tinggi dan tidak ada batas ketebalan logam induk.
- b. Geometri sambungan yang lebih sederhana dengan kedekatan udara, air dan minyak yang sempurna.

- c. Produksi lebih murah, meningkatkan nilai ekonomis, produktivitas, berat yang lebih ringan.

Kekurangan

- a. Kualitas logam las berbeda dengan logam induk, dan kualitas dari logam induk pada daerah yang tidak terpengaruh panas ke bagian logam las berubah secara kontinyu.
- b. Terjadinya distorsi dan perubahan bentuk (*Deformasi*) oleh pemanasan dan pendinginan cepat.

2.2.3 Kendala proses las Aluminium

Perkembangan industri manufaktur di Indonesia saat ini berkembang sangat pesat hal ini terbukti dengan banyaknya perusahaan manufaktur skala sedang dan besar pada industri tersebut kebanyakan menggunakan teknologi pengelasan sebagai teknik penyambungan hal ini disebabkan karena teknologi las memiliki beberapa keunggulan serta metode pengelasan lebih cepat dan murah.

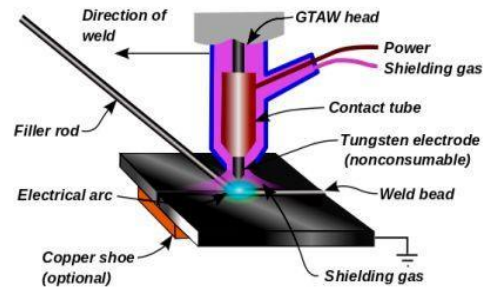
Oleh karena itu pengembangan teknologi las pada pelat aluminium harus terus diteliti dan dikembangkan untuk menghasilkan sambungan kekuatan yang diinginkan namun metode pengelasan aluminium mempunyai kendala dalam beberapa hal, salah satunya disebabkan oleh konduktivitas sehingga sulit mengkonsentrasikan panas hanya pada satu daerah lasan saat dilakukan dengan menggunakan las busur konvensional, seperti las TIG dan MIG. (Romli,2012)

1. Kendala Pengelasan Aluminium

- a. Aluminium juga mudah teroksidasi dan membentuk oksida aluminium dengan titik cair yang tinggi.
- b. Mudah terjadi deformasi sehingga cenderung membentuk retak panas pada paduan yang getas.
- c. Akan terbentuk rongga halus bekas kantong-kantong hidrogen apabila proses pembekuannya terlalu cepat akibat perbedaan yang tinggi antara kelarutan hidrogen dalam logam cair dan logam padat.
- d. Mudah terkontaminasi zat lain yang terbentuk saat pengelasan disebabkan berat jenis paduan aluminium rendah.
- e. Daerah yang terkena panas mudah mencair dan jatuh menetes.

2.2.4 Pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*)

Gas tungsten arc welding atau *tungsten inert gas* (TIG) adalah jenis las listrik yang menggunakan bahan *tungsten* sebagai elektroda tidak terkonsumsi, elektroda ini digunakan hanya untuk busur nyala listrik bahan penambah berupa batang las (*Rod*) yang dicairkan oleh busur nyala tersebut mengisi kampuh bahan induk sementara untuk mencegah oksidasi digunakan gas mulia seperti (*Argon, Helium, Freon*) dan CO_2 sebagai gas pelindung.



Gambar 2.4 Proses las TIG (Sumber:Nursyahid.MS 2008) Diakses pada tanggal:19 Juli 2018

Jenis las ini bisa digunakan dengan bahan penambah atau tanpa bahan penambah las ini menghasilkan sambungan las yang bermutu tinggi panas dari busur terjadi diantara elektroda tungsten dan logam induk akan meleburkan logam pengisi ke logam induk di mana busurnya dilindungi oleh gas mulia (Argon).

Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan bahan dasar merupakan sumber panas untuk pengelasan titik cair elektroda sedemikian tingginya sampai 3410° C, sehingga tidak ikut mencair pada saat terjadi busur listrik sebagian bahan tambah dipakai elektroda tanpa selaput yang digerakkan dan didekatkan ke busur yang terjadi antara elektroda dengan bahan dasar.

1. Pembakar las GMAW (*Gas tungsten arc welding*)

- a. Penyedia arus
- b. Penyedia gas argon
- c. Elektroda *Tungsten*
- d. Semburan gas pelindung

2. Karakter mesin las GTAW (*Gas tungsten arc welding*)

Mesin las AC/DC merupakan mesin las pembangkit arus AC/DC yang digunakan pada proses las GTAW, Sekarang ini teknologi pengelasan telah berkembang pesat termasuk pada mesin-mesin las sekarang yang telah canggih ada beberapa yang masih manual tapi dewasa ini mesin las telah banyak yang otomatis.

3. Pengaplikasian las GTAW (*Gas tungsten arc welding*)

- a. Las TIG sering digunakan di industri otomotif terutamanya pada pelat tipis pembuatan body-body kendaraan mobil
- b. Sangat baik untuk digunakan dalam pengelasan tembusan (*Rood*)
- c. Untuk pembuatan pagar yang difokuskan pada bahan *stanliss* atau aluminium.

4. Kelebihan dan Kekurangan las GTAW (*Gas tungsten arc welding*)

Kelebihan

- a. Hasil pengelasan tidak perlu dibersihkan karena tidak menghasilkan *slag*.
- b. Hasil lasan lebih kuat karena dapat penetrasi yang dalam dan ketahanan korosi lebih tinggi.
- c. Hasil pengelasan sangat bersih.
- d. Proses pengelasan dapat diamati dengan mudah, asap yang timbul tidak banyak.

- e. Tidak menghasilkan spater atau percikan las sehingga lasan lebih bersih.

Kekurangan

- a. Untuk efisiensi kecepatan las TIG rendah.
- b. Saat proses pengelasan berlangsung dapat terjadi *Burnback*.
- c. Cacat las porositas atau lubang-lubang kecil sering terjadi jika gas pelindung permukaan pengelasan tidak dapat melindungi secara maksimal.

2.2.5 Elektroda

Bahan elektroda adalah *Tungsten* murni dan paduan *Tungsten*, bahan ini tidak terkonsumsi dalam pengelasan apabila diperlukan secara benar dan hati-hati adapun fungsinya adalah sebagai salah satu terminal busur nyala listrik yang menghasilkan panas untuk mencairkan bahan kawat las dan bahan induk

Titik lebur *Metal Tungsten* adalah 3410° C pada tungsten mendekati suhu ini, sifatnya menjadi *Thermionic* (sumber pemasok elektron) suhu tersebut di atas dihasilkan melalui tahanan listrik, jika saja bukan karena pengaruh pendinginan dari penguapan elektron yang keluar dari ujung elektroda. (Santoso Joko, 2006)

1. Tabel Arus Elektroda *Tungsten* dan Tutup Gas:

Tabel 2.1 Elektroda Tungsten (Sumber:Wiryosumarto.H 2004)

GARIS TENGAH ELEKTRODA		GARIS TENGAH DIGUNAKAN (INCI)	ARUS SEARAH (a)		ARUS BOLAK BALIK (a)	
INCI	MM		POLARITAS LURUS (DCEN) (b)	POLARITAS TERBALIK (DCEP) (b)	GELOMBANG TIDAK BALANS (c)	GELOMBANG BALANS (c)
0,010	0,25	¼	HINGGA 15	-	HINGGA 15	HINGGA 15
0,020	0,50	¼	5~20	-	5~15	10~20
0,040	1,00	3/8	15~80	-	10~60	20~30
1/16	1,6	3/8	70~150	10~20	50~100	30~80
3/32	2,4	½	150~250	15~30	100~160	60~130
1/8	3,2	½	250~400	25~40	150~210	100~180
5/32	4,0	½	400~500	40~55	200~275	160~240
3/16	4,8	5/8	500~750	55~80	250~350	190~300

1. Elektroda dan Tabel Kode

Elektroda diproduksi dengan permukaan halus atau tergerinda, elektroda dengan permukaan halus telah dibersihkan secara kimiawi, sedangkan elektroda yang permukaannya tergerinda pembersih *Impurities* dilakukan dengan gerinda.

Identifikasi Warna dan Elemen Paduan:

Tabel 2.2 Kode Warna *Tungsten* (Sumber:Junaidi M Kasem 2017)

KLASIFIKASI AWS	WARNA (s)	ELEMEN PEMADU	OXIDA PEMADU	BERAT NOMINAL DARI OXIDA PEMADU (%)
EWP	HIJAU	-	-	-
EW Ce-2	JINGGA	CERIUM	CaCO ₂	2
Ew La-1	HITAM	LATHINUM	La ₂ O ₃	1
EW Th-1	KUNING	THORIUM	Th O ₂	1
EW Th-2	MERAH	THORIUM	Th O ₂	2
EW Zr-1	COKLAT	ZIRCONIUM	Zr O ₂	0,25

2. *Thorium Tungsten*

Thoriated Tungsten merupakan elektroda yang sangat umum digunakan, Untuk paduan *Thorium* 2% diberi kode warna merah. Kelebihannya adalah memberi keuntungan pada saat mulainya penyalan busur dan menghasilkan kapasitas arus listrik yang kuat dapat digunakan untuk pengelasan arus DC pada material baja karbon, *Stainless Steels*, paduan *Nikel* dan *Titanium*.

3. *Tungsten + 0,8 Zirconium*

Paduan *Zirconium* dengan *Tungsten*, biasanya digunakan pada pengelasan AC. Memiliki busur yang lebih stabil dibandingkan tungsten murni dan memberikan tahanan yang tinggi bila terjadi kontaminasi dalam pengelasan dengan menggunakan AC, Digunakan untuk pengelasan aluminium dan paduan *Magnesium*.

4. *Lanthinum Tungsten*

Lanthanated Tungsten mempunyai konduktivitas yang sama dengan 2% *Thoriated Tungsten*, sehingga welder dapat mengganti 2% *Thoriated Tungsten* dengan *Lanthanated Tungsten* tanpa mengubah parameter lasnya *Lanthanated Tungsten* baik untuk pengelasan DC tetapi dapat juga digunakan untuk pengelasan AC.

5. *Cerium Tungsten*

Ceriated Tungsten Digunakan untuk pengelasan DC dengan arus rendah, sangat mudah dinyalakan biasanya membutuhkan arus 10% dari arus yang biasa digunakan untuk *Thoriated Tungsten*. Biasa digunakan untuk pengelasan pipa, komponen yang kecil dan siklus pengelasan yang pendek.

2.2.6 Macam-macam Filler Pada Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)

Filler Rod merupakan logam pengisi kampuh las (*Filler Metal*) pada proses las TIG. Pemilihan bahan tambah TIG tergantung dari logam dasar (*Base Metal*) yang akan dilas biasanya *filler rod* dibuat dari logam yang komposisinya lebih unggul dibanding logam dasar

mengingat dalam proses pengelasan ada beberapa unsur logam yang berkurang atau bertransformasi strukturnya sehingga berdampak pada pengurangan sifat-sifat mekanik logam.

Ada banyak sekali bahan tambah las TIG, yang mana macamnya tergantung dari macam logam induk yang akan dilas untuk memudahkan pemilihan dan menstandarkan kebutuhan bahan tambah las TIG maka dibuat kodefikasi.

Berikut macam-macam kodefikasi *Filler* dan kegunaanya:

1. ER70S-6 dan ER70S

Kode ER70S-2, ER70S-6 dan beberapa pilihan ER70S seri lainnya dengan angka yang berbeda di akhir klasifikasi *Filler Rod* diatas digunakan untuk mengelas pipa berdiameter kecil dan pelat baja, maupun lajur akar (*Root Pass*) pada pengelasan pipa.

2. ER 308 dan ER 308 L

Merupakan *Filler Rod* yang paling umum digunakan untuk mengelas *Stainless Steel* tipe 304 maupun tipe seri 300 lainnya yang secara luas digunakan di bidang manufaktur.

3. ER 309 dan ER 309 L

Digunakan untuk pengelasan logam induk yang berbeda disimilar dapat menangani panas tinggi serta memiliki ketahanan korosi yang baik .

4. ER 316 dan ER 316 L

Umumnya digunakan untuk bejana tekan, katup, peralatan kimia dan aplikasi dilaut huruf " L " mengacu pada ekstra karbon rendah dalam batang (kurang dari 0,8%) yang membantu bahkan lebih dalam mencegah korosi .

5. ER-4043 dan ER 5356

Filler Rod dengan kode ER4043 digunakan untuk mengelas paduan aluminium seri 6000, bersama dengan sebagian besar paduan cor lainnya cocok digunakan untuk mengelas komponen otomotif seperti rangka, poros penggerak, dan rangka sepeda, ER 5356 Merupakan *Filler Rod* paduan aluminium *Magnesium* yang baik digunakan untuk mengelas paduan aluminium cor dan tempa umumnya direkomendasikan untuk pengelasan paduan aluminium seri 5000 atau 2000.

2.2.7 Aluminium

Alloy (Aluminium) adalah bahan campuran yang mempunyai sifat-sifat logam, terdiri dari dua atau lebih unsur-unsur dan sebagai unsur utama campuran adalah logam sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan *Cu*, *Mg*, *Si*, *Mn*, *Zn*, *Ni*, dan sebagainya.

Adapun itu seri aluminium dibedakan dalam beberapa macam diantaranya:

Alloy group	Nominal chemical composition ⁽¹⁾ , wt%										
	Mg	Si	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Zr	Other
Wrought alloys											
1xxx (Al > 99.00%)	0.006-0.25	0.006-0.7	0.002-0.06	0.01-0.03	0.002-0.05	0.006-0.6	...	0.006-0.35	0.006-0.05
2xxx (Cu)	0.02-0.8	0.10-1.3	0.02-0.3	0.05-0.2	0.05-1.3	0.12-1.3	0.05-2.3	0.8-6.8	0.10-0.80	0.05-0.5	...
3xxx (Mn)	0.05-1.3	0.3-1.8	0.05-0.10	0.05-0.40	0.05-1.8	0.1-1.0	0.05	0.05-0.50	0.05-1.0	0.1-0.5	...
4xxx (Si)	0.05-2.0	0.8-13.5	0.04-0.30	0.05-0.25	0.03-1.5	0.20-1.0	0.15-1.3	0.05-1.5	0.05-0.25
5xxx (Mg)	0.2-5.6	0.08-0.7	0.05-0.20	0.05-0.35	0.03-1.4	0.10-0.7	0.03-0.05	0.03-0.35	0.05-2.8
6xxx (Mg + Si)	0.05-1.5	0.20-1.8	0.08-0.20	0.03-0.035	0.03-1.0	0.08-1.0	0.2	0.10-1.2	0.05-2.4	0.05-0.20	...

Gambar 2.5 Komposisi Jenis Seri Aluminium (Sumber:Tira Weld 2006) Diakses pada tanggal: 09 Desember 2018

Aluminium merupakan logam yang reaktif sehingga mudah teroksidasi dengan oksigen membentuk lapisan aluminium oksida, alumina (Al_2O_3) dan membuatnya tahan korosi yang baik namun bila kadar *Fe*, *Cu* dan *Ni* ditambahkan akan menurunkan sifat tahan korosi karena kadar aluminium menurun penambahkan *Mg*, *Mn* tidak mempengaruhi sifat tahan korosinya.

1. Paduan Aluminium

- a. *Wrought Alloy* (lembaran)
- b. *Aluminium Casting Alloy* (batang cor).

2. Unsur- unsur Paduan dalam Alminium

- a. *Copper* (Cu), menaikkan kekuatan dan kekerasan, namun menurunkan elongasi (pertambahan panjang pangjangan saat ditarik). Kandungan Cu dalam alumunium yang paling optimal adalah antara 4-6%.
- b. Zink atau Seng (*Zn*), menaikkan nilai *Tensile*.
- c. *Mangan* (Mn), menaikkan kekuatan dalam temperature tinggi.
- d. Magnesium(*Mg*), Menaikan kekuatan aluminium dan menurunkan nilai *Ductility* nya ketahanan korosi dan *Weldability* juga baik.
- e. *Silikon* (Si), menyebabkan paduan aluminium tersebut bisa diperlakukan panas untuk menaikkan kekerasannya.
- f. *Lithium* (Li), ditambahkan untuk memperbaiki sifat tahan oksidasinya.

3. Alumunium *Copper Alloy* (seri 2xxx)

Paduan ini dapat di heat treatment terutama yang mengandung (2,5-5%) Cu. Dari seri ini yang terkenal seri 2017 dikenal dengan nama *Duralimin* mengandung 4%Cu, 0,5%Mg, 0,5%Mn pada komposisi standard. Paduan ini Mg ditingkatkan pada komposisi standard dari Al, 4,5%Cu, 1,5%Mg, 0,5%Mn, dinamakan paduan 2024 yang bernama *Duralumin Super*. Paduan yang memiliki Cu mempunyai ketahanan korosi yang jelek, jadi apabila ketahanan

korosi khusus diperlukan permukaannya dilapisi dengan Al murni atau paduan Al yang tahan korosi, Paduan ini banyak digunakan untuk alat-alat yang bekerja pada temperatur tinggi misalnya pada piston dan *Silinder Head* motor bakar. (Surdia,,T Saito,S,2000)

Tabel 2.3 Komposisi Aluminium 2024 (Sumber: Ramsden 2004)

Designation	Si,%	Cu,%	Mn,%	Mg,%	Ni,%	Ti,%	Others,%
2014	0.5-1.2	3.9-5.0	0.4-1.2	0.2-0.8	-	0.15 max	-
2017	0.2-0.8	3.5-4.5	0.4-1.0	0.4-0.8	-	0.15 max	-
2018	0.9 max	3.5-4.5	-	0.4-0.9	1.7-2.3	-	-
2024	0.5 max	3.8-4.9	0.3-0.9	1.2-1.8	-	0.15 max	-
2025	0.5-1.2	3.9-5.0	0.4-1.2	-	-	0.15 max	-

2.2.8 Metode Pengujian

1. Uji Komposisi material

Pengujian komposisi bahan sangat penting adanya untuk mengetahui sifat kimia utama yang terkandung pada sebuah material, dalam material atau bahan ada banyak sekali macam-macam dan tipenya oleh karena itu tujuan dari uji komposisi agar bisa mengetahui kandungan komposisi kima yang ada dalam material yang akan kita gunakan untuk sebuah penelitian.

Hal ini pada penelitian yang akan saya lakukan adalah menentukan seberapa besar kandungan yang ada dalam Alumnum ddengan seri 2024.

2. Pengujian dengan Metode Kekerasan

Kekerasan (*Hardness*) merupakan salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergesekan (*Frictional force*).

Kekerasan juga diartikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Didunia teknik umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan.

- Brinell (HB / BHN)
- Rockwell (HR / RHN)
- Vickers (HV / VHN)
- Micro Hardness

a. Pengujian Kekerasan *Brinell*

Pengujian *Brinell* merupakan salah satu cara pengujian kekerasan yang paling banyak digunakan pada pengujian brinell digunakan bola baja yang dikeraskan sebagai indenter.

Nilai kekerasan *Brinell*

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

- P = Gaya tekan (kg)
D = Diameter bola indentor (mm)
D = Diameter tampak tekan (mm)

b. Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Pada pengujian *Rockwell* pengukuran dilakukan oleh mesin, dan mesin langsung menunjukkan angka kekerasan dari bahan yang di uji. Cara ini lebih cepat dan lebih akurat. Pada cara *Rockwell* yang normal, permukaan logam yang di uji di tekan oleh indentor dengan gaya tekan 10 kg, beban awal (minor load P_0) sehingga ujung indikator menembus permukaan sedalam H , selama itu penekanan di teruskan dengan memberikan beban utama di lepas, hanya tinggal beban awal pada saat ini kedalaman penetrasi ujung indentor adalah dengan cara *Rockwell* dapat digunakan beberapa skala tergantung pada kombinasi jenis indentor dan besar beban utama yang digunakan.

c. Pengujian Kekerasan *Vickers*

Uji kekerasan *Vickers* ini juga didasarkan kepada penekanan sebuah indentor dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya

minor maka yang dijadikan dasar perhitungan nilai kekerasan *Vickers* bukanlah hasil pengukuran diameter ataupun diagonal bekas lekukan tetapi justru “dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu”

Inilah cara *vickers* dibandingkan dengan cara pengujian kekerasan lainnya. Angka kekerasan dihitung dengan :

$$HV = \{2P \sin (\alpha/2)\}/d^2 = 1,854 P/d^2$$

Dimana :

P = Gaya tekan (kg)

D = Diagonal tampak tekan rata rata (mm)

α = Sudut puncak indenter = 136

Hasil dari pengujian kekerasan *vickers* ini tidak akan bergantung pada besar gaya tekan (tidak seperti pada *Brinell*), dengan gaya tekan yang berbeda akan menunjukkan hasil yang sama untuk bahan yang sama. dengan demikian *vickers* dapat mengukur kekerasan bahan mulai dari yang sangat lunak (5HV) sampai yang sangat keras (1500HV) tanpa perlu mengganti gaya tekan.

d. Kampuh

Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 3-15 mm. Sambungan ini terdiri dari sambungan kampuh V terbuka dan

sambungan kampuh V tertutup, sambungan kampuh V terbuka dipergunakan untuk menyambung plat dengan ketebalan 3-15 mm dengan sudut kampuh antara 15° - 30° jarak akar 2 mm, tinggi akar 1-2 mm.

3. Pengujian Metode Uji Tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik pada daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *Raw Materials*. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik bertujuan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Sedangkan Pembebanan tarik merupakan pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda. (Barun Aznan,2004)

1) Elastisitas

Elastisitas merupakan kecenderungan suatu bahan padat untuk kembali ke bentuk aslinya yang berdeformasi sementara tanpa adanya perubahan secara permanen, yaitu sifat untuk melawan deformasi yang terjadi suatu bahan dapat nyatakan elastis sempurna jika sesudah gaya menyebabkan perubahan struktur atau perubahan bentuk pada bahan tersebut dan

kemudian tiadakan maka bahan kemudian kembali ke posisi awalnya meskipun tidak ada bahan yang memiliki sifat elastis sempurna akan tetapi hampir semua bahan memiliki sifat elastis sempurna yaitu hingga menuju ke deformasi yang terbatas disebut batas elastis jika suatu bahan berdeformasi diatas batas elastisnya,dan kemudian gaya yang dikenainya akan dihilangkan maka bahan tersebut tidak dapat kembali bentuk awalnya besar dan kecilnya deformasi yang terjadi pada bahan,yaitu merupakan perbedaan antara elastis dan plastis. Blatt (1986:179) menyebutkan suatu deformasi dinyatakan elastis jika deformasi memiliki keseimbangan dengan gaya penyebabnya dan bekerjanya gaya maka deformasi diabaikan.

2) Tegangan Luluh (*yield Stress*)

Semua bahan akan berubah bentuk karena dipengaruhi oleh gaya, jika gaya dihilangkan maka bahan akan kembali ke bentuk semulanya dan ada pula yang mengalami perubahan struktur dengan sedikit maupun banyak serta adanya yang menetap Maka deformasi bahan dapat dinyatakan oleh gaya per satuan luas dan bukan karena gaya jika suatu batang tegar yang akan beri gaya tarik (F) ke atas dengan gaya dilakukan dengan sama tetapi bertolak belakang ke bawah maka gaya-gaya tersebut akan disalurkan secara seragam ke luas penampang batang perbandingan antara gaya (F) terhadap luas penampang (A)

disebut kekuatan tarik, jika seluruh batang dalam posisi mengalami tegangan, maka pemotongan dapat dilakukan disembarang titik terhadap batang ditulis pada persamaan berikut ini:

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

(σ) = Tegangan Luluh (N/mm^2)

F = Gaya Luluh (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

3) Regangan (*Strain*)

Regangan merupakan perpanjangan dari sebuah material ketika diuji tarik samapai patah. Regangan berguna dalam menentukan apakah suatu material itu ulet atau getas, jika nilai regangannya besar material tersebut bersifat ulet apabila nilai regangannya kecil maka material tersebut dikatakan getas.

$$\text{Regangan } (\mathcal{E}) = \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Damana:

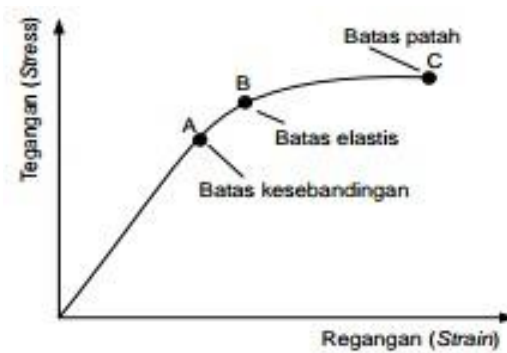
(\mathcal{E}) = Regangan (%)

L_o = Panjang Awal Penampang (mm)

L_i = Panjang Akhir Penampang (mm)

4) Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah nilai panjang yang didapat dari tegangan elastisitas dibagi regangan elastis yang ada atau yang bersangkutan. Dengan kata lain, modulus elastisitas adalah perkalian antara beban pada elastis dan panjang ujis semula dibagi dengan perkalian antara luas penampang semula dan pertambahan panjang



Gambar 2.6 Kurva Tegangan Terhadap Regangan Sumber:
(Matheus Souisa, 2011) Diakses pada tanggal:23Juli 2018

Pada gambar 2.5 menunjukkan daerah elastis bahwa kemiringan garis pada kurva tegangan terhadap regangan yang dinamakan dengan modulus *Young* (Y) Perbandingan antara tegangan terhadap regangan dalam daerah elastis pada grafik diatas disebut juga konstanta karakteristik atau modulus *Young* suatu bahan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F}{\Delta L / L_0} \dots \dots \dots (3)$$