

## BAB II

### TINJUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Pada saat melakukan penelitian, sangat diperlukan literasi dan observasi sebagai referensi untuk mencari sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil dalam penelitian.

Berikut adalah beberapa referensi yang diambil dalam penelitian ini, yaitu:

Tabel 2. 1 Sumber referensi

No	Judul Penelitian	Peneliti Tahun	Sumber Penelitian	Kesimpulan
1.	Pengaruh Proses Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Laju Korosi Material Baja ST 37 Pada Daerah HAZ Dan Base Metal Dengan Variasi Ampere 120,160,200	(Putra, 2017)	Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses pengelasan SMAW memberikan pengaruh cukup besar terhadap Laju korosi . Laju korosi paling tinggi terdapat pada daerah HAZ dengan ampere 120 sebesar 0,7700 mm/Y atau 0,2186%.</li> </ul>

2.	ANALISA PENGARUH pH LINGKUNGA N TERHADAP LAJU KOROSI DAN WAKTU SISA PADA HEAT AFFECTED ZONE AKIBAT PENGELASA N SMAW SPEC. PIPA API 5L GRADE B	(Fahlafi et al., 2019)	Jurnal Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil pengujian korosi material pipa API 5L Grade B dengan media korosi asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH) diperoleh nilai potensi korosi pada pH 4 memiliki corrosion rate sebesar 17,658 mmpy sehingga memiliki remaining lifetime 0,202 tahun (2,5 bulan). Pada pH 6 memiliki corrosion rate sebesar 1,758 mmpy sehingga memiliki remaining lifetime 2 tahun. Karena karakteristik dari pH 4 adalah senyawa yang</li> </ul>
----	---	---------------------------	--	---

				bersifat asam yang memprcepat corrosion rate dan mempengaruhi remaining lifiteime menjadi singkat.
3.	ANALISA PENGARUH LAJU KOROSI PLAT BAJA ST 40 DAN STAINLESS STEEL 304 TERHADAP LARUTAN ASAM SULFAT	(Santoso, 2019)	Jurnal Universitas Islam Majapahhit, Mojokerto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larutan asam sulfat menyebabkan adanya korosi pada plat baja karbon ST 40 dan plat stainless steel (SS) 304. Baja karbon ST 40 dan stainless steel (SS) 304 mengalami jenis korosi yang sama yaitu korosi merata (uniform attack) dan korosi sumuran (pitting corrosion)</li> </ul>
4.	Pengaruh Ph dan Kecepatan Putaran Terhadap	(Rahman, 2016)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Laju korosi baja St 42 menurun seiring dengan naiknya pH.</li> </ul>

	<p>Karakteristik Korosi Baja Karbon Rendah Pada Larutan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Menggunakan Rotating Cylinder Electrode (RCE)</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan putaran mengakibatkan perubahan morfologi permukaan baja St 42 menjadi kasar akibat gaya geser yang tinggi antara fluida dengan permukaan baja. Akan tetapi, hal ini tidak terbukti pada baja St 42 pada pH 6 dengan kecepatan putaran 560 rpm yang memiliki permukaan yang halus dan terdapat produk korosi yang sangat sedikit.</li> </ul>
5.	<p>LAJU KOROSI PADA PIPA HITAM DAN PIPA GALVANIS DI WILAYAH</p>	<p>(Setiawan &amp; Wardana, 2006) (Marpaung et al., 2016)</p>	<p>Jurnal Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laju korosi atmosferik untuk material pipa galvanis termasuk kategori level C2 atau rendah untuk seluruh wilayah</li> </ul>

	KOTA SEMARANG			Kota Semarang. Untuk material pipa hitam hampir seluruhnya tergategori level C4 yaitu kategori tinggi namun masih dibawah level C5 (sangat tinggi). Harus menjadi perhatian lebih karena pipa hitam banyak digunakan sebagai bahan konstruksi untuk papan reklame oleh pihak advertising di Kota Semarang.
6.	Pengaruh Parameter Proses Pembuatan Objek dengan Teknologi Rapid Prototyping Digital Light Processing	(Dicky Pratama Putra, 2020)	Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep analisis variansi didasarkan pada konsep distribusi F serta dapat diaplikasikan untuk analisis hubungan antara berbagai variabel yang diamati.</li> </ul>

	Terhadap Tegangan Bending			<p>Dalam perhitungan statistik, analisis variansi sangat dipengaruhi asumsi-asumsi yang digunakan seperti distribusi normal, identik (homogenitas variansi), independen (kebebasan dari kesalahan) dan linieritas model. Asumsi kenormalan distribusi memberi penjelasan terhadap karakteristik data dari tiap kelompok.</p>
--	---------------------------------	--	--	--

## 2.2 Korosi

Korosi adalah suatu proses degradasi material dan penurunan kualitas suatu material akibat pengaruh reaksi kimia dan elektrokimia dengan keadaan lingkungannya (Jones D.A, 1996). Hampir seluruh produk korosi disebabkan oleh lingkungan atmosfer. Hal ini dikarenakan pada umumnya logam selalu

berhubungan dengan udara terbuka yang kelembaban dan kandungan polutannya dapat mempengaruhi korosifitas logam. Korosi atmosferik sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan iklim atau lingkungan. Faktor-faktor seperti temperatur, kelembaban dan kandungan bahan kimia dalam udara sangat menentukan laju korosi (Fontana, 1987).

Korosi merupakan fenomena kerusakan suatu material akibat material tersebut bereaksi secara kimia dengan lingkungannya yang tidak mendukung. Korosi dapat berlangsung apabila semua komponen sel elektrokimia tersedia yaitu anoda, katoda sirkuit eksternal (penghubung antara anoda dan katoda), sirkuit internal (elektrolit). Katoda (+) dan anoda (-) adalah logam yang sejenis atau berlainan yang mempunyai perbedaan potensial. Apabila salah satu dari komponen tersebut di atas tidak ada, maka korosi tidak akan berlangsung. Lingkungan yang tidak mendukung yang dapat menyebabkan korosi dapat berupa kadar pH yang rendah, banyaknya kandungan unsur klorida bebas, sulfat dan beberapa faktor lingkungan lainnya. Dalam menentukan suatu derajat kerusakan dari suatu proses korosi terhadap suatu material maka digunakan satuan mpy dan mm/year yang menyatakan laju korosi.

### 2.3 Laju Korosi

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumun sebagai berikut :

$$\Delta W = W_0 - W_1 \quad (2.1)$$

Keterangan :

$\Delta W$  = Selisih berat (gram)

$W_0$  = Berat sebelum diuji (gram)

$W_1$  = Berat setelah diuji (gram)

Metode ini mengukur kembali berat awal benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi pada benda tersebut), kekurangan berat daripada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya (Jones D.A, 1996) .

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{W \times K}{D \times A \times T} \quad (2.2)$$

Keterangan:

CR = Laju korosi (mmpy)

W = *Weight Loss* (gram)

K = Konstanta Faktor

$$D = \text{Densitas Spesimen} = \frac{m}{p \times l \times t} \text{ (g/mm}^3\text{)} \quad (2.3)$$

As = Luas Permukaan (mm<sup>2</sup>)

T = Waktu (jam)

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{87.6 \times w \text{ (mm)}}{D \times A \times T \text{ (Tahun)}} \quad (2.4)$$

Tabel 2. 2 Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya [7]

Satuan Laju Korosi / Corrosion Rate	Konstanta
Mils per year (mpy)	3,45 x 10 <sup>6</sup>
Inches per year (ipy)	3,45 x 10 <sup>3</sup>
Milimeters per year (mm/y)	8,76 x 10 <sup>4</sup>
Micrometers per year (µm/y)	8,76 x 10 <sup>7</sup>



Semakin besar laju korosi suatu logam maka semakin cepat material tersebut untuk terkorosi. Kualitas ketahanan korosi suatu material dapat dilihat pada tabel

Tabel 2. 3 Distribusi kualitas ketahanan korosi suatu material [7]

<i>Relative corrosion resistance</i>	<b>Mpy</b>	<b>mm/yr</b>	<b>µm/yr</b>	<b>nm/yr</b>	<b>pm/s</b>
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1 – 5	0,02 – 0,1	25 – 100	2 – 10	1 – 5
<i>Good</i>	5 – 20	0,1 – 0,5	100 – 500	10 – 50	20 – 50
<i>Fair</i>	20 – 50	0,5 – 1	500 – 1000	20 - 150	20 – 50
<i>Poor</i>	50 – 200	1 – 5	1000 – 5000	150 – 500	50 – 200
<i>unacceptable</i>	200+	5+	5000+	500+	200+

Metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan *sustainable* dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat spesimen diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) juga dapat dijadikan referensi untuk *treatment* yang harus diterapkan pada daerahdan kondisi tempat spesimen tersebut diteliti.

## 2.4 Faktor yang Mempengaruhi Korosi

Faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu yang berasal dari bahan itu sendiri dan dari lingkungan. Faktor dari bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, unsur-unsur yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan, dan sebagainya. Faktor dari lingkungan meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembaban, keberadaan zat-zat kimia yang bersifat korosif, mikroba, dan sebagainya. Menurut (Halimatuddahlia, 2003) penguapan dan pelepasan bahan-bahan korosif ke udara dapat mempercepat proses korosi, yaitu:

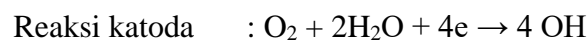
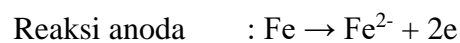
### A. Faktor gas terlarut

Laju korosi sangat dipengaruhi oleh gas yang dapat larut dalam air yang menyebabkan terjadinya korosi. Gas terlarut yang dapat menyebabkan terjadinya korosi adalah sebagai berikut:

a. Oksigen (O<sub>2</sub>)

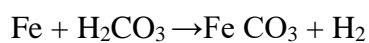
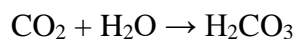
Adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal seperti laju korosi pada *mild steel alloys* akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen. Kelarutan oksigen dalam air merupakan fungsi dari tekanan, temperatur, dan kandungan klorida.

Untuk tekanan 1 atm dan temperatur kamar, kelarutan oksigen adalah 10 ppm dan kelarutannya akan berkurang dengan bertambahnya temperatur dan konsentrasi garam. Sedangkan kandungan oksigen dalam kandungan minyak-air yang dapat menghambat timbulnya korosi adalah 0,05 ppm atau kurang. Reaksi korosi secara umum pada besi karena adanya kelarutan oksigen berikut:



b. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Jika karbondioksida dilarutkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas, biasanya bentuk korosinya berupa *pitting* yang secara umum reaksinya adalah:



## B. Faktor Temperatur

Kenaikan temperatur pada umumnya dapat menambah laju korosi walaupun kenyatannya larutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperatur. Apabila metal pada temperatur yang tidak seragam, maka akan besar kemungkinan terbentuk korosi.

## C. Faktor pH

Besi dan baja akan terkorosi dalam suasana asam, tetapi sedikit terkorosi dalam suasana basa. Sifat ini dapat dijelaskan dengan rangkaian GGL (gaya gerak listrik) yang tersusun dari elemen-elemen dimana akan terjadi pengurangan potensial pada elektroda negatif jika elemen tersebut tercelup larutan asam.

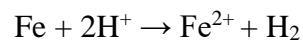
Potensi saat logam mulai terkorosi dapat dihitung dengan persamaan

$$\text{Nernst: } E = E^{\circ} - 0,059 \text{ pH}$$

Adapun korosi dalam lingkungan asam, basa, dan garam adalah sebagai berikut:

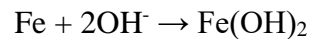
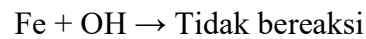
a. Asam

Korosi logam dalam asam biasanya menghasilkan gas hydrogen.



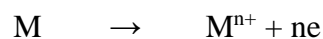
b. Basa

Basa adalah senyawa yang dapat menghasilkan ion  $\text{OH}^-$  ion.  $\text{OH}^-$  tidak beraksi langsung dengan logam. Reaksi akan terjadi setelah logam mengalami oksidasi.

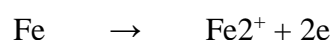


## 2.5 Mekanisme Korosi

Mekanisme korosi tidak terlepas dari reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia melibatkan perpindahan elektron-elektron. Perpindahan elektron merupakan hasil reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Mekanisme korosi melalui reaksi elektrokimia melibatkan reaksi anodik. Reaksi anodik (oksidasi) diindikasikan melalui peningkatan valensi atau produk elektron-elektron. Reaksi anodik yang terjadi pada proses korosi logam yaitu:



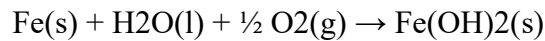
Pada korosi dari logam M adalah proses oksidasi logam menjadi satu ion ( $n^+$ ) dalam pelepasan n elektron. Harga dari n bergantung dari sifat logam sebagai contoh besi:



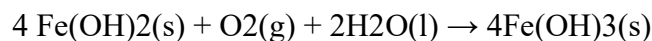
Reaksi katodik juga berlangsung di proses korosi. Reaksi katodik diindikasikan melalui penurunan nilai valensi atau konsumsi elektron-elektron yang

dihasilkan dari reaksi anodik. Reaksi katodik dimana oksigen dari udara akan larut dalam larutan terbuka.

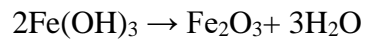
Menurut Haryono (2010) mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dituliskan sebagai berikut :



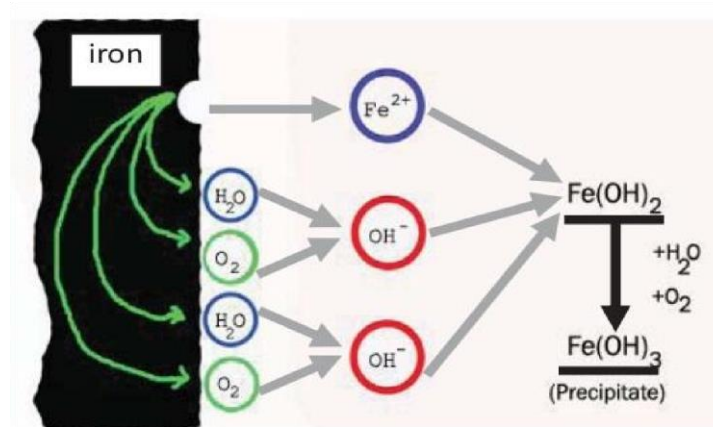
Fero hidroksida  $[\text{Fe(OH)}_2]$  yang terjadi merupakan hasil sementara yang dapat teroksidasi secara alami oleh air dan udara menjadi feri hidroksida  $[\text{Fe(OH)}_3]$ , sehingga mekanisme reaksi selanjutnya adalah:



Feri hidroksida yang terbentuk akan berubah menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang berwarna merah kecoklatan yang biasa kita sebut karat. Menurut Vogel (1979) Reaksinya adalah:



Secara umum mekanisme korosi yang terjadi di dalam suatu larutan berawal dari logam yang teroksidasi di dalam larutan, dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan  $\text{H}_2$  dan reduksi  $\text{O}_2$ , akibat ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang tereduksi. Reaksi ini terjadi dipermukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang-ulang.



Gambar 2. 1 Reaksi reduksi [11]

## 2.6 Baja

Baja banyak digunakan dalam konstruksi mesin, karena memiliki sifat ulet dan mudah dibentuk. Kandungan karbon yang terkandung dalam baja mempengaruhi kekerasan dan kekuatan baja serta mempengaruhi tinggi rendahnya suhu kritis (Sofiyyudin 2007).

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

### 1. Baja karbon rendah

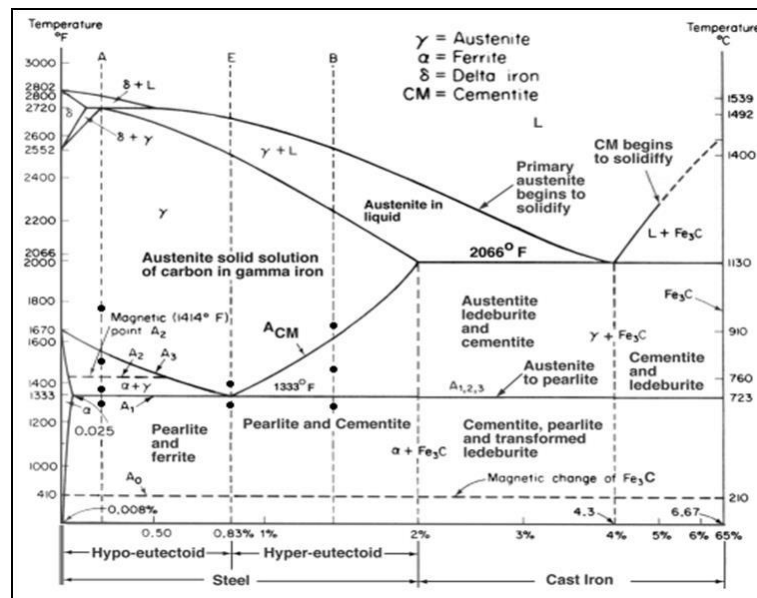
Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit (Amanto, 1999).

### 2. Baja karbon menengah

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3%C – 0,6%C (*medium carbon steel*). Penggunaan baja karbon menengah biasa digunakan sebagai bahan dalam pembuatan poros, poros engkol, batang torak serta roda gigi karena kekuatan pada permukaan baja ini dapat ditingkatkan dengan cara memberi perlakuan panas dengan cara pemanasan sampai fasa *austenit*, *quenching* dan *tempering* namun pada bagian dalam tetap liat. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah (Amanto, 1999).

### 3. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mengandung 0,6% C – 1,5% C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya *martensit* sehingga membuat baja menjadi getas.



Gambar 2. 2 Diagram Fasa Fe-C [4]

Diagram fasa Fe-C sangat penting di bidang metalurgi karena sangat bermanfaat di dalam menjelaskan perubahan-perubahan fasa baja (paduan logam Fe-C). Baja adalah logam paduan Fe-C dengan kadar C <2% sedangkan untuk paduan dengan C > 2% dinamakan besi tuang (cast iron). Sifat-sifat baja sangat dipengaruhi oleh kadar C. Struktur yang terdapat pada baja antara lain sebagai berikut:

### 1. Ferrite

*Ferrite* merupakan larutan padat interstisi dari atom-atom karbon pada besi alfa. Kelarutan maksimum karbon dalam fasa *ferrite* adalah 0,025 persen pada temperature 723°C.

### 2. Pearlite

*Pearlite* merupakan gabungan *ferrite* dan *cementite* dalam suatu struktur butir. Laju pendinginan lambat menghasilkan *pearlite* kasar dan laju pendinginan cepat menghasilkan *pearlite* halus, bersifat keras dan lebih tangguh.

### 3. *Austenite*

*Austenite* merupakan larutan padat interstisi atom karbon dalam besi gama yang mempunyai struktur sel face centered cubic FCC.

### 4. *Martensite*

*Martensite* adalah struktur logam baja yang diperoleh dari transformasi austenite pada laju pendinginan cepat. Fasa *martensit* tergantung pada laju pendinginan. Semakin cepat laju pendinginan maka kemungkinan terbentuknya fasa *martensit* juga semakin lebih besar.

### 5. *Cementite*

*Cementite* adalah senyawa besi dengan karbon yang umum dikenal sebagai karbida besi dengan prosentase karbon 6,67% C. yang bersifat keras sekitar 5-68HRC

### 6. *Ledeburite*

*Ledeburite* adalah suatu *eutectic mixture* dari *austenite* dan *cementite*, mengandung 4,3% C, terbentuk pada 1130°C

### 7. *Bainite*

*Bainite* merupakan fasa yang kurang stabil yang diperoleh dari *austenite* pada temperatur yang lebih rendah dari temperatur transformasi ke *perlite* dan lebih tinggi dari transformasi ke *martensit*.

## 2.7 **Baja Hollow**

Baja *hollow* adalah salah satu jenis yang memiliki bentuk berongga sehingga memiliki banyak kesesuaian jika digunakan untuk beberapa jenis konstruksi. Lebih tepatnya bentuk dari besi ini adalah seperti penampang pipa panjang yang memiliki rongga berbentuk segi empat, maka tak jarang jika banyak orang menyebut besi ini dengan nama pipa kotak (Achmadi, 2021) . Sama seperti

beberapa produk lainnya, besi ini juga memiliki beberapa jenis yang dibedakan berdasarkan penggunaannya (Memouza, 2020) :

#### **A. *Hollow galvanis***

Baja *hollow galvanis* jenis ini memiliki lapisan finishing yang mengandung zing coating sekitar 97% dan memiliki kadar aluminium sekitar 3%. Kedua lapisan tersebut berfungsi untuk melindungi besi agar tidak mudah berkarat meskipun digunakan dalam waktu yang cukup lama. Karena keawetannya tersebut besi dengan jenis *hollow galvanis* cocok digunakan untuk membuat kanopi, pagar, teras, dan lain sebagainya.

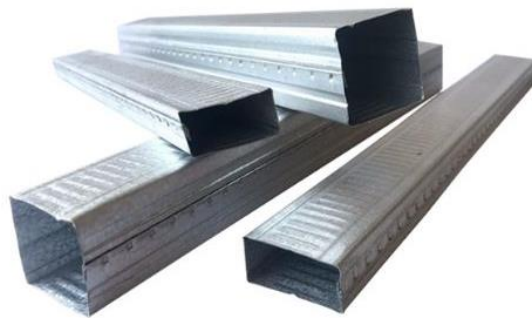


Gambar 2. 3 Baja hollow galvanis [12]

#### **B. *Hollow galvalume***

Jenis *hollow galvalume* jika dibandingkan dengan jenis galvanis, *hollow galvalume* memiliki lapisan aluminium yang lebih besar dan kuat. Jika dirinci secara persen kandungan aluminium yang ada di dalamnya mencapai 55%, kandungan unsur besi sekitar 43,5%, dan lapisan silicon yang berfungsi agar besi tidak mudah berkarat mencapai 1,5%.





Gambar 2. 4 Hollow galvalume [12]

### ***C. Hollow hitam***

Jenis *hollow* hitam terbuat dari baja hitam yang menjadikan besi jenis ini terlihat sangat tebal dan lebih kuat ketika digunakan. *Hollow* hitam juga sudah di standarisasi mengenai ukuran panjangnya sehingga tidak memiliki banyak ukuran.



Gambar 2. 5 Hollow galvalume [12]

### ***D. Hollow gypsum***

*Hollow* gypsum berbentuk kotak dan terbuat dari besi berlapis meni, galvanis, hingga stainless. Lapisan cat yang umum digunakan pada bagian luarnya adalah cat yang berwarna hijau ataupun merah. Sementara ukuran ketebalannya mulai dari 0.3 mm hingga 0.4 mm.



Gambar 2. 6 Hollow gypsum [12]

## 2.8 Spesimen Pengujian

Baja *hollow* galvanis yang digunakan untuk pengujian sudah ditetapkan dan memiliki standar. Standar baja hollow yang digunakan adalah standar SNI 0068-2003 yang memiliki komposisi kimia pada tabel.

Tabel 2. 4 Komposisi kimia baja karbon [20]

Class		Notation	Chemical Composition				
			C	Si	Mn	P	S
BRATA SENA I		PKP (STKR)-290	-	-	-	-	-
BRATA	GRADE A	PKP (STKR)-290	-	-	-	0.05	0.05
SENA II	GRADE B		-	-	-	0.05	0.05

Chemical composition requirements (% max)

## 2.9 Pengelasan

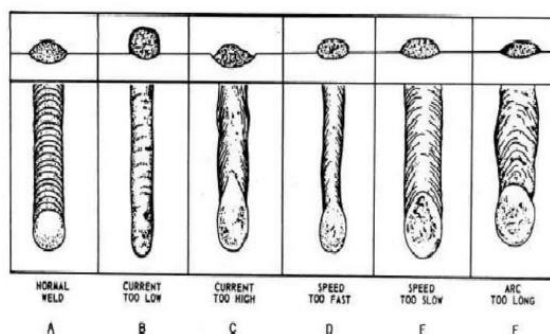
[Pengertian pengelasan](#) menurut DIN (Deutch Industrie Normen) las adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada saat ini ada beberapa jenis pengelasan yang sering digunakan pada dunia konstruksi dan industri misalnya proses las SMAW, GMAW, GTAW, SAW, dan las gesek.

### 2.10 Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Pengertian Las SMAW adalah sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). Energi panas pada proses pengelasan SMAW dihasilkan karena adanya lompatan ion (katoda dan anoda) listrik yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material. Pada proses pengelasan SMAW jenis pelindung yang digunakan adalah selaput flux yang terdapat pada elektroda. Flux pada elektroda SMAW berfungsi untuk melindungi logam las yang mencair saat proses pengelasan berlangsung. Flux ini akan menjadi slag ketika sudah padat. Las Listrik merupakan sebutan umum untuk Pengelasan SMAW yang dilakukan banyak orang, padahal sebenarnya Las Listrik itu sangat banyak seperti GTAW, GMAW, FCAW dan SAW juga merupakan las listrik (Achmadi, 2019).

Panas yang dihasilkan dari lompatan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 derajat C sampai 4500 derajat C. (David Jones, 2015) Sumber tegangan yang digunakan pada [pengelasan](#) SMAW ini ada dua macam yaitu AC (Arus bolak balik) dan DC (Arus searah).

Dalam mengelas SMAW Anda harus memperhatikan beberapa parameter las agar hasil maksimal, berikut ini parameternya :



Gambar 2. 7 Parameter las [1]

#### a) Arus Pengelasan

Ampere las sangat berpengaruh terhadap hasil las, mulai dari penetrasi, lebar las dan tebal dari hasil pengelasan. Jika arus terlalu kecil maka penetrasi dangkal, namun jika terlalu besar maka material dapat jebol dan juga dapat

menyebabkan daerah HAZ menjadi lebih besar. Lihat juga [cara mengatur ampere mesin las](#).

b) Voltase Pengelasan

Voltase ini hampir sama pengaruhnya dengan arus las, yaitu berpengaruh terhadap lebar lasan dan kecepatan mencairnya elektroda.

c) Kecepatan Pengelasan

Kecepatan las yang benar diperlukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan syarat keberterimaan. Jika terlalu cepat maka hasil pengelasan cenderung lebih kecil, sedangkan jika terlalu lambat maka akan terlalu tebal.

d) Polaritas

Untuk SMAW, polaritas DCEN hasil penetrasinya lebih dangkal dibandingkan dengan DCEP. Hal tersebut berbanding terbalik dengan pengelasan GTAW.

## 2.11 Elektroda

(Syaripudin, Saputro, yosafat 2011), Dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari suatu inti terbuat dari suatu logam dilapisi oleh lapisan yang terbuat dari campuran zat kimia, selain berfungsi sebagai pembangkit, elektroda juga sebagai bahan tambah.

Elektroda terdiri dari dua jenis bagian yang bersalut (fluks) dan tidak bersalut merupakan pangkal. Fungsi fluks atau lapisan elektroda dalam las adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur, sumber unsur paduan. Pada dasarnya bila ditinjau dari logam yang di las, kawat elektroda dibedakan menjadi elektroda untuk baja lunak, baja karbon tinggi, baja paduan, besi tuang, dan logam non ferrous. Bahan elektroda harus mempunyai kesamaan sifat dengan logam. Pemilihan elektroda pada pengelasan baja karbon sedang dan baja karbon tinggi harus benar-benar diperhatikan apabila kekuatan las diharuskan sama dengan kekuatan material (Wiryosumarto, 2000).

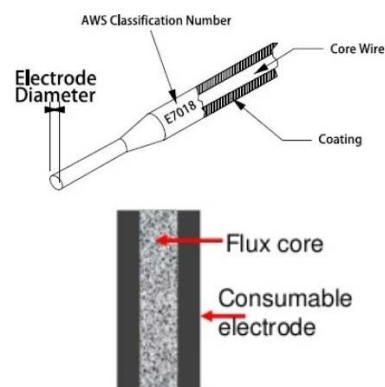
Penggolongan elektroda diatur berdasarkan standar sistem AWS (American Welding Society) dan ASTM (American Society Testing and Material, 2013). Sebagai contoh elektroda jenis E7016 dapat dipakai dalam semua posisi pengelasan dengan arus las AC maupun DC'. Menurut (Daryanto, 2012) elektroda dengan kode E7016 untuk setiap huruf dan setiap angka mempunyai arti masing-masing yaitu :

E = Elektroda untuk las busur listrik 7.

0 = Menyatakan nilai tegangan tarik maksimum hasil pengelasan dikalikan dengan 1000 Psi.

1 = Menyatakan posisi pengelasan, 1 berarti dapat digunakan untuk pengelasan semua posisi.

6 = Elektroda dengan penembusan dangkal bahan dari selaput serbuk besi hidrogen rendah.



Gambar 2. 8 Kode elektroda [5]

## 2.12 Arus Pengelasan

Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatannya. 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 percikan kecil, penetrasi dalam serta penguatan matrik las tinggi (Joko, 2006). Spesifikasi besar arus listrik menurut tipe elektroda dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. 5 Arus listrik menurut tipe elektroda [2]

Diameter Elektroda (mm)	Arus Las (Ampere)
1.5	20-40
2.0	30-60
2.6	40-80
3.2	70-120
4.0	120-170
5.0	140-230