ANALISA KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON RENDAH YANG MENGALAMI PROSES PENGELASAN

Indra Surya[1], Witoni[2], Bagus Wicaksono[3]

[1]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : indra.surya@ubl.ac.id

[2]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : witoni@ubl.ac.id

[3]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : bagus.19321034@student..ubl.ac.id

Abstrak

Sifat mekanik dapat didefinisikan sebagai perilaku atau respon material terhadap perubahan, Sifat mekanik erat hubungannya dengan penyambungan baja, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja karbon rendah yang mengelami proses pengelasan. Penelitian ini dilakukan dengan pengujian kekuatan tarik menggunakan 4 variasi pengelasan las MIG, las TIG, las SMAW dan las OAW dengan menggunakan mesin Universal Testing Machine dan struktur mikro dengan pembesaran 20 x objektif atau 2000 x sehingga terlihat jelas ferrite, perlite dan martensite. Dari hasil uji tarik dan struktur mikro di dapat spesimen yang di lakukan proses pengelasan menggunakan las SMAW memilik kekuatan tarik dan struktur mikro yang lebih baik di bandingkan spesimen yang dilakukan proses pengelasan menggunakan las OAW.

Kata Kunci: Pengujian Tarik, Struktur Mikro, Pengelasan

LATAR BELAKANG MASALAH

Plat baja karbon rendah adalah plat baja dengan dengan kandungan besi dan karbon. Alasan peneliti memilih plat baja karbon reandah, karena plat baja karbon rendah umumnya banyak digunakan dalam konstruksi sebagai bodi mobil, bodi screw conveyor dan silo (tong penampungan). Bahan baja karbon rendah mempunyai sifat mekanik ulet, sifat mekanik dapat didefinisikan sebagai perilaku atau respon material terhadap perubahan beban. Untuk melihat sifat material, harus dilakukan pengujian. pengujian pada umumnya dikategorikan atas dua jenis, yaitu dengan merusak bahan dan tanpa merusak bahan.

Uji dengan merusak bahan yaitu uji tarik, uji tarik adalah kemampuan suatu bahan terhadap beban tarik. sedangkan uji tanpa merusak bahan yaitu uji srtuktur mikro, pada umum struktur mikro baja bergantung pada pendinginan dari suhu ruang ke suhu ruang .

Sifat mekanik erat hubungannya dengan penyambungan baja, baja pada dasarnya terbagi menjadi dua yaitu secara tidak permanen dan secara

permanen. Penyambungan tidak permanen adalah jenis penyambungan dimana bagian logam yang disambung dapat di lepas kembali tanpa merusak bagian yang di sambung contohnya baut dan paku keling. Secara permanen adalah jenis penyambungan dimana bagian logam yang disambung tidak dapat di lepas kecuali dengan merusak bagian yang di sambung contohnya pengelasan. Pengelasan (welding) adalah teknik penyambungan dua logam atau lebih dengan cara melebur beberapa logam dasar dan logam pengisi. Untuk menentukan las yang baik dan berkualitas perlu diperhatikan sifat- sifat material yang akan dilas. Dengan demikian, sangat berguna untuk mempelajari pengaruh baja karbon dalam proses pengelasan untuk mencapai hasil pengelasan yang akurat dan baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Baja Karbon

Baja karbon rendah jenis baja yang paduan utamanya karbon, Baja karbon menurut kandungan karbonnya dapat diklasifikasikan menjadi baja karbon tinggi memiliki kandungan yaitu 0,45% - 1,70%, baja karbon sedang adalah baja dengan kandungan karbon 0,30% sampai 0,45% dan baja karbon rendah memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30%.

Sifat Mekanik

Sifat mekanik material merupakan hal penting dalam menetukan jenis material untuk suatu kontuksi. Sifat mekanik didefinisikan sebagai perilaku atau respons suatu material terhadap perubahan.

1. Pengujian Tarik

Proses uji tarik dimaksudkan untuk memperoleh kekuatan tarik dari benda yang diuji. Dalam pengujian, benda uji dibebani dengan beban yang meningkat hingga benda uji patah, setelah itu sifat tariknya dapat dihitung sesuai dengan persamaan :

Tegangan

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ = tegangan (N/mm2)

F = gaya lurus (N)

A = luas penampang (mm2)

Regangan :

$$\varepsilon \frac{L1}{LO} x\ 100\%$$

Dimana:

ε=regangan (%)

L0= panjang awal penampang (mm)

L1=panjang akhir penampang (mm)

2. Uji Struktur Mikro

Dengan pemeriksaan struktur mikro ini, kualitan bahan ditentukan dengan mengamati struktur bahan dengan mikroskop.

pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua logam atau lebih dengan mencairkan sebagian logam induk.

1. Las *Metal Inert Gas Welding* (MIG) Pengelasan dengan menggunakan gas nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik.
2. Las *Tungsten Inert Gas Welding* (TIG) adalah las busur gas dengan elektroda tungsten.
3. Las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)

adalah proses las busur listrik di mana energi panas untuk pengelasan dihasilkan oleh busur listrik yang terbentuk antara elektroda logam tertutup dan benda kerja.

4. Las *oxygen acetylene welding* (OAW)
   adalah pengelasan menggunakan bahan bakar asetilena (C2H2), yaitu pembakaran bahan bakar berbahan bakar gas dengan oksigen (O2) sehingga menghasilkan nyala api pada suhu tinggi sekitar 3500°C.

Kampuh Las

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang akan diisi logam pengisi. Pengelasan mempunyai beberapa macam sambungan, yaitu sambungan I, sambungan V, sambungan X , sambungan J, sambungan U.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode eksperimen adalah penelitian untuk mencari pengaruh uji tarik dan struktur mikro pada baja karbon randah yang dilakukan pengelasan.

Waktu penelitian

Pada bulan Mei sampai Agustus 2023, dari pukul: 08.300 – 16.30 WIB

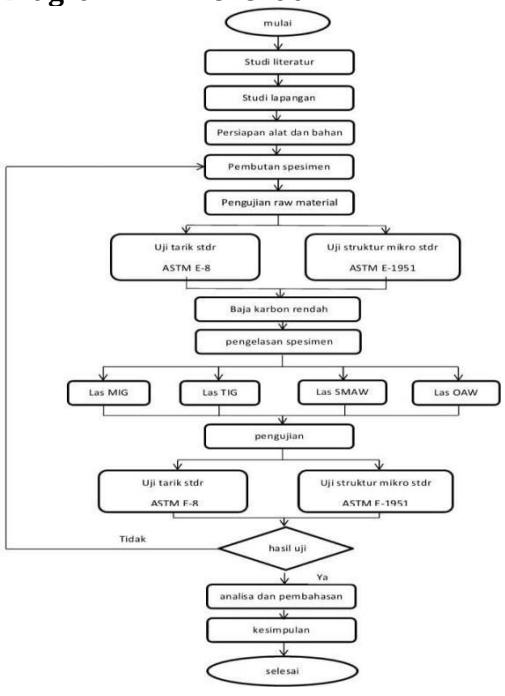
Tempat penelitian

1. Laboratorium Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, untuk pembuatan sepesimen.
2. Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung, untuk pengujian tarik.
3. Laboratorium Teknik 2 Laboratorium Material Institut Teknologi Sumatra, untuk pengujian struktur mikro.
4. PT. Central Pertiwi Bahari, untuk pengelasan SMAW dan OAW.
5. SMK N 2 Bandar Lampung, untuk pengelasan TIG dan MIG.

Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Penelitian (Bulan)														
		Mei				Juni				Juli				Agustus		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literature																
2	Studi lapangan																
3	Persiapan alat dan bahan																
4	Pembuatan spesimen																
5	Pengujian raw material																
6	Pengelasan																
7	Pengujian spesimen																
8	Hasil dan pembahasan																
	Kesimpulan																

Diagram Alir Penelitian



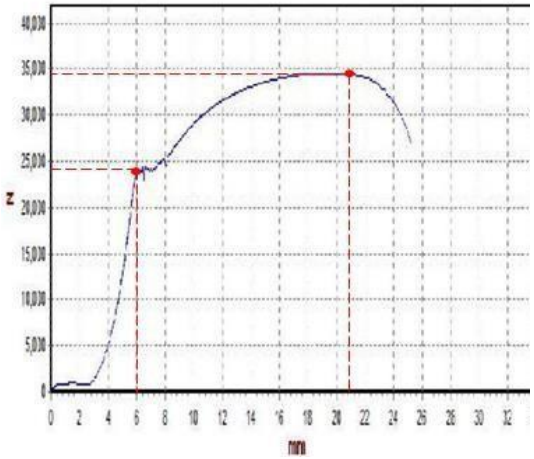
Gamabr Diagram Alir Penelitian

HASIL dan PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Tarik

1. Data Hasil Uji RAW Material

Specimens	Yield Force N	Max Force N
Bgs RAW	24010.6	34587.9



Gambar Hasil Uji Tarik RAW

Hasil pengujian dapat di hitung sebagai

Titik luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{24010,6}{70} = 343,0\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{3457,8}{70} = 49,2\ N/mm^2$$

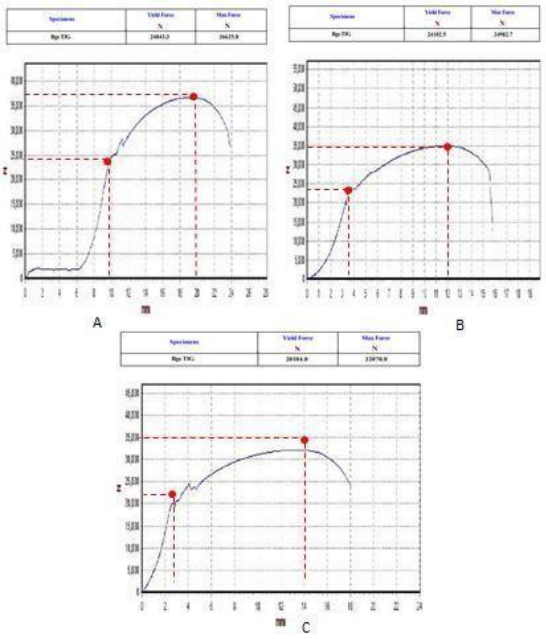
Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{114-10}{100} x\ 100 = 14\%$$

Dari hasil perhitungan di atas pada sepesimen RAW material mendapatkan titik lulus sebesar 343,0 N/mm2 dan titik maksimal sebesar 494,1 N/mm2 mengalami regangan sebesar 14 %.

2. Data Hasil Pengujian Tarik dari las TIG



Gambar Hasil Pengujin Tarik Dari Pengelasan TIG Sepesimen A, B dan C

Hasil pengujian dapat di hitung sebagai berikut:

A. Titik luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{24843,2}{70} = 354,9\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{36625,8}{70} = 523,2\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{113-100}{100} x\ 100 = 13\%$$

B. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{24102,5}{70} = 344,3\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{3498,7}{70} = 499,7\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{116-100}{100} x\ 100 = 16\%$$

C. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{20104,0}{70} = 287,2\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{34982,7}{70} = 499,7\ N/mm^2$$

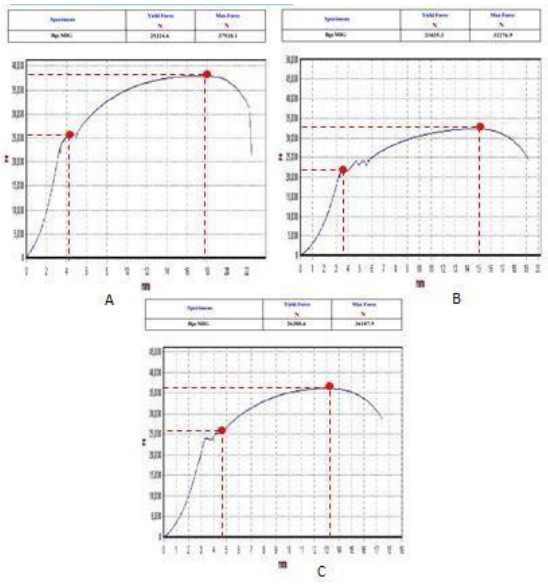
Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{116-100}{100} x\ 100 = 16\%$$

Dari hasil perhitungan di atas pada sepesimen yang mengalami proses pengelasan TIG mendapatkan titik lulus sebesar A 354,9 N/mm2. B 344,3 N/mm2. C 287,2 N/mm2 dan titik maksimal sebesar A 523,2 N/mm2. B 499,7 N/mm2. C 458,1 N/mm2 mengalami regangan sebesar A13 %, B 17 %, C 16 %.

3. Data Hasil Pengujian Tarik dari las MIG



Gambar hasil pegujian Tarik dari pengelasan MIG Spesimen A, B, dan C

Hasil pengujian dapat di hitung sebagai berikut

A. Titik luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{25324,6}{70} = 361,9\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{37920,1}{70} = 541,7\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{118-100}{100} x\ 100 = 18\%$$

B. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{21035,3}{70} = 300,5\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{32276,9}{70} = 46102\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{116-100}{100} x\ 100 = 16\%$$

C. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{26388,6}{70} = 376,9\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{36107,9}{70} = 515,8\ N/mm^2$$

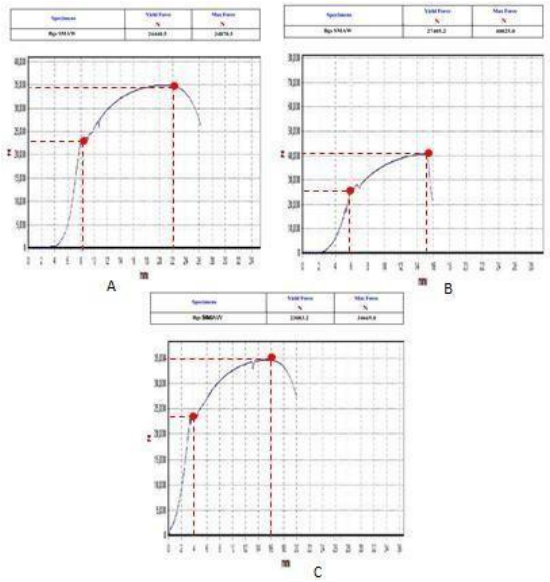
Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{113-100}{100} x\ 100 = 13\%$$

Dari hasil perhitungan di atas pada sepesimen yang mengalami proses pengelasan MIG mendapatkan titik lulus sebesar A 361,7 N/mm^2. B 300,5 N/mm^2. C 376,9 N/mm^2 dan titik maksimal sebesar A 541,7 N/mm^2. B 461,0 N/mm^2. C 515,8 N/mm^2 mengalami regangan sebesar A18 %, B 16 %, C 13 %.

4. Data Hasil Pengujian Tarik dari las SMAW



A. Titik luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{24440,5}{70} = 349,1\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{34870,5}{70} = 498,1\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{115-100}{100} x\ 100 = 15\%$$

B. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{27405,2}{70} = 391,5\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{40825,8}{70} = 583,2\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{109-100}{100} x\ 100 = 9\%$$

C. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{23083,2}{70} = 329,7\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{34669,0}{70} = 495,2\ N/mm^2$$

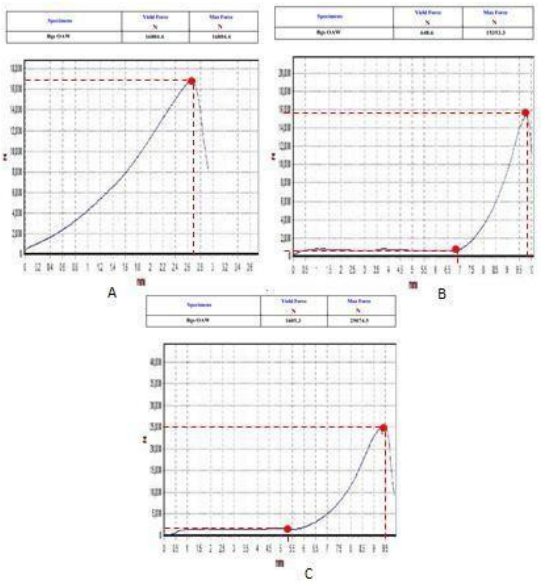
Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{119-100}{100} x\ 100 = 19\%$$

Dari hasil perhitungan di atas pada sepesimen yang mengalami proses pengelasan SMAW mendapatkan titik lulus sebesar A 349,1 N/mm^2. B 391,5 N/mm^2. C 329,7 N/mm^2 dan titik maksimal sebesar A 498,1 N/mm^2. B 583,2 N/mm^2. C 495,2 N/mm^2 mengalami regangan sebesar A15 %, B 9 %, C 19 %.

5. Data Hasil Pengujian Tarik dari Las OAW



Gambar Hasil Pengujin Tarik Dari Pengelasan OAW Spesimen A, B dan C

Hasil pengujian dapat di hitung sebagai berikut:

A. Titik luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{16804,4}{70} = 240,0\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{16804,4}{70} = 240,0\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{110-100}{100} x\ 100 = 10\%$$

B. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{648,6}{70} = 9,2\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{15353,3}{70} = 219,3\ N/mm^2$$

Rengang

$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{108-100}{100} x\ 100 = 8\%$$

C. Titik Luluh

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{1605,3}{70} = 22,9\ N/mm^2$$

Titik Maksimal

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{25074,5}{70} = 358,2\ N/mm^2$$

Rengang

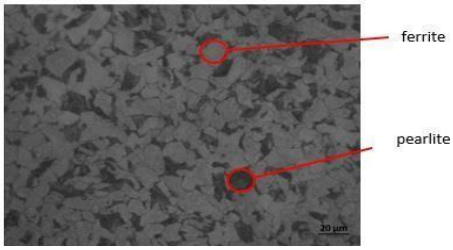
$$\varepsilon = \frac{L1-LO}{LO} x100 =$$

$$\varepsilon = \frac{106-100}{100} x\ 100 = 6\%$$

Dari hasil perhitungan di atas pada sepesimen yang mengalami proses pengelasan OAW mendapatkan titik lulus sebesar A 240,0 N/mm^2. B 9,2 N/mm^2. C 22,9 N/mm^2 dan titik maksimal sebesar A 240,0 N/mm^2. B 219,3 N/mm^2. C 358,2 N/mm^2 mengalami regangan sebesar A 10%, B 8 %, C 16 %.

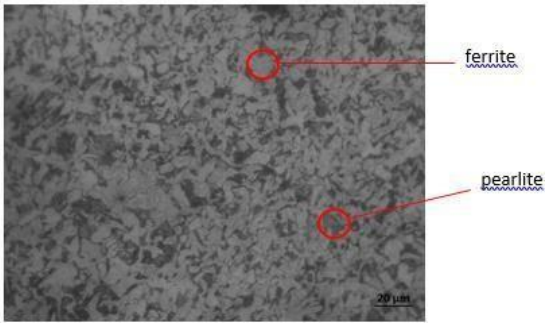
Data Hail Pengujian Struktur Mikro

1. Hasil Uji RAW Material



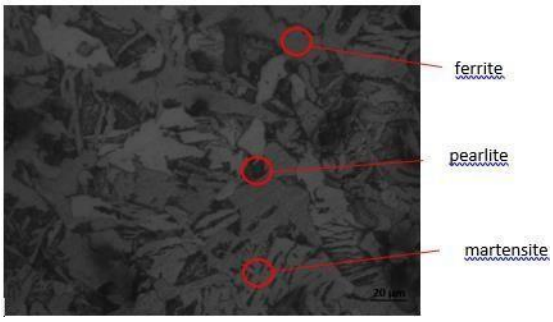
Gambar Hasil Uji RAW material
Dari hasil uji terlihat ferrite dan pearlite.

2. Hasil Uji pengelasan TIG



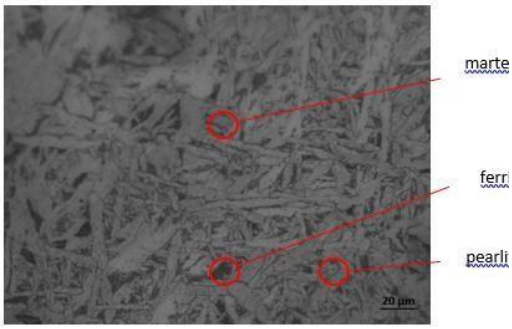
Gambar Hasil Uji Pengelasan TIG Dari hasil uji terlihat ferrite dan pearlite, lebih dominan ke ferrite.

3. Hasil Uji pengelasan MIG



Gambar Hasil Uji Pengelasan MIG
Dari hasil terlihat ferrite, pearlite dan martensite.

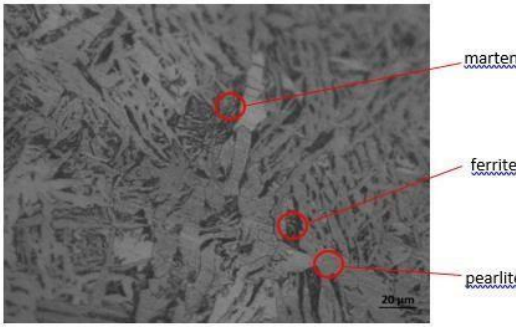
4. Hasil Uji Pengelasan SMAW



Gambar Hasil Uji pengelasan SMAW

Dari hasil uji terlihat ferrite, pearlite dan martensite, telihat lebih dominan ke pearlite.

5. Hasil Uji pengelasan OAW



Gambar Hasil Uji Pengelasan OAW

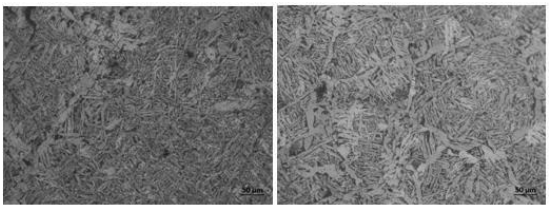
Dari hasil uji terlihat ferrite, pearlite dan martensite, telihat lebih dominan ke pearlite.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian diatas diperoleh hasil yang disusun berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel Hasil Penguian Tarik

No	Spesimen	Titik luluh N/mm^2	Titik maksimal N/mm^2	Regangan %
A	Las TIG	343,0	494,1	13
B	Las TIG	344,3	499,7	17
C	Las TIG	287,2	458,1	16
	Rata-rata	**324,8**	**493,6**	**15,3**
A	Las MIG	361,7	541,7	18
B	Las MIG	300,5	461,0	16
C	Las MIG	376,9	515,8	13
	Rata-rata	**346,3**	**506,1**	**15,6**
A	Las SMAW	349,1	498,1	15
B	Las SMAW	391,5	583,2	9
C	Las SMAW	329,7	495,2	19
	Rata-rata	**356,7**	**525,5**	**14,6**
A	Las OAW	240,0	240,0	10
B	Las OAW	9,2	219,3	8
C	Las OAW	22,9	358,2	6
	Rata-rata	**90,7**	**272,5**	**8**



Gambar Foto Struktur Mikro (a) Las SMAW dan (b) Las OAW

Berdasarkan tabel hasil pengujian tarik dan perbandingan kekuatan tarik baja karbon rendah saat di las MIG, TIG, SMAW dan OAW yang telah penulis berikan, dapat kita lihat kekuatan tarik baja karbon rendah saat pengelasan OAW memiliki nilai terendah dan kekuatan tarik baja karbon rendah yang dilakukan pengelasan SMAW memiliki nilai tertinggi.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas yang terjadi pada

pelat baja karbon rendah selama pengelasan dan logam pengisi berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Dalam hal ini, kekuatan tarik baja karbon rendah berkurang lebih banyak karena deformasi termal selama pengelasan yang tidak tepat, karena pengelasan OAW paling baik digunakan untuk mengelas pelat baja karbon rendah dengan ketebalan kurang dari 5 mm. Sedangkan perlakuan panas yang terjadi pada baja karbon rendah selama pengelasan dengan SMAW membuat material lebih ulet karena dampak termal yang dapat diabaikan, menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi.

Dilihat dari pengujian struktur mikro pada karbon rendah yang mengalami las OAW pendinginan lambat akan memberikan struktur mutiara yang kasar, sehingga membentuk kekuatan yang rendah. Sedangkan pada pemeriksaan struktur mikro karbon rendah yang telah dilakukan las SMAW, jika dilihat dari bentuk struktur mutiara halus yang terbentuk akibat pendinginan cepat dibandingkan dengan las OAW, baja tersebut memiliki struktur mikro. baja dengan struktur mikro mutiara halus.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perlakuan panas terjadi pada pelat baja karbon rendah selama pengelasan dan logam pengisi mempengaruhi kekuatan tarik. Dalam hal ini peningkatan kuat tarik baja karbon rendah yang dilakukan pengelasan SMAW lebih besar dibandingkan dengan baja karbon rendah yang tidak dilakukan pengelasan apapun. Sedangkan baja karbon rendah yang menjalani las OAW kekuatan tariknya berkurang dibandingkan dengan baja karbon rendah yang tidak menjalani las. karena logam pengisi las OAW lebih lunak dibandingkan logam dasarnya.

Baja karbon rendah yang menjalani las OAW pendinginan lambat menghasilkan struktur mutiara kasar yang lebih dominan, sedangkan pengujian struktur mikro RAW menghasilkan mutiara dan ferit yang sama dan pengujian struktur las mikro SMAW menghasilkan mutiara halus yang lebih dominan. Oleh karena itu, baja dengan struktur mikro mutiara kasar memiliki kekuatan yang lebih rendah daripada baja dengan struktur mikro mutiara halus.

Saran

Perlu dilakukan riset lanjutan tentang pengaruh baja karbon rendah yang dilakukan proses pengelasan yang menyebabkan las SMAW kekuatan lebih tinggi di bandigan RAW material.

DAFTAR PUSTAKA

Maman Suratman, S. (2016). Teknik Mengelas Asetilin, Brazing dan Las Busur Listrik. Bandung: CV Pustaka Grafika.

Prof. Ir. Tata Surdia, M. M., & Prof. Dr. Shinroku Saito. (2005). Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Sari, N. H. (2020). Material Teknik. Yogyakarta: CV Budi Utama.

Sriwidharto. (n.d.). Petunjuk Kerja Las. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Wiryosumarto, P. D., & Prof. Dr. Toshie Okumura. (2019). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: PT. Pradnya Parami