



Analisis Pengaruh Arus dan Tegangan Pengelasan 3G Conveyor Terhadap Struktur dan Sifat Baja

Mu'izzaddin Wa'addulloh

Universitas Maritim AMNI

Anisa Diansisti

Universitas Maritim AMNI

Purwanto

Universitas Maritim AMNI

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No. 180 Semarang

Korespondensi Penulis: muizzabdullah589@gmail.com

Abstract : *In the world of the PLTU industry, the need for material, especially the need for the sapot process and conveyor repairs, occurs in the world of PLTU, which is installed on the conveyor construction and when connecting materials, different grades are often used and this often occurs in the field during the process of combining plates with different grades. on the sapote. and for installing the plate on the sappot, use grade A and the plate that is often used is the plate for the machine foundation with grade B on the sappot material using low carbon grade A steel. In this research report, welding is carried out and combined with grade A steel which is usually used for sappots. the conveyor is combined with low carbon grade B steel in the construction of the PLTU sapot. Where welding is carried out 3x why this needs to be done is because to know the characteristics of low carbon grade A steel and low carbon grade B steel, whether the characteristics are the same or not because they are used in When grade A steel material runs out in the industry, the testing process uses 3 tests, namely to determine NDT testing (Non Destructive, test), tensile testing, and micro testing for the testing process. (DonyPerdana and Ahmad Bazy Syarif, 2017).*

Keywords : *Conveyor; tensile strength; microstructure*

Abstrak : Dalam dunia industri PLTU kebutuhan suatu material, terutama kebutuhan untuk proses sapot dan perbaikan conveyor terjadi di dunia PLTU dilakukan pemasangan pada kontruksi conveyor dan pada saat penyambungan material sering di gunakan dengan grade yang berbeda dan sering terjadi di lapangan pada proses penggabungan plat dengan grade yang berbeda pada bagian sapot. dan untuk pemasangan plat pada bagian sapot menggunakan grade A dan plat yang sering di gunakan adalah plat untuk pondasi mesin dengan grade B pada material sapot menggunakan baja grade A karbon rendah dalam laporan penelitian ini dilakukan pengelasan dan menggabungkan baja grade A yang biasanya di gunakan untuk sapot conveyor di gabungkan dengan baja karbon rendah rendah grade B pada kontruksi sapot PLTU .Dimana pengelasan dilakukan sebanyak 3x mengapa hal ini perlu dilakukan karena untuk mengetahui karakteristik baja grade A karbon rendah dan baja karbon rendah grade B, apakah karakteristiknya sama atau tidak karena di gunakan pada saat material baja grade A habis di industri untuk proses pengujian menggunakan 3 pengujian yaitu untuk mengetahui pengujian NDT (Non Destructive, test), pengujian tarik, dan pengujian mikro untuk proses pengujian nya.(DonyPerdana dan Ahmad bazy syarif , 2017).

Kata kunci: *Conveyor; kekuatan tarik; struktur mikro*

LATAR BELAKANG

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu sumber energi utama di Indonesia. Dalam operasinya, PLTU membutuhkan berbagai material, termasuk material untuk proses sapot dan perbaikan conveyor. Proses sapot dan perbaikan conveyor ini penting untuk memastikan kelancaran operasi PLTU dan menghindari kerusakan yang lebih parah. Salah satu tantangan dalam proses sapot dan perbaikan conveyor adalah penggunaan material dengan grade yang berbeda. Hal ini sering terjadi di lapangan saat menggabungkan plat dengan grade yang berbeda pada bagian sapot. Perbedaan grade material ini dapat menyebabkan beberapa masalah, seperti: 1) Ketidakcocokan sifat mekanis: Material dengan grade yang berbeda memiliki sifat mekanis yang berbeda pula, seperti kekuatan tarik, kekuatan tekan, dan ketahanan terhadap korosi. 2) Perbedaan sifat mekanis ini dapat menyebabkan kegagalan sambungan dan kerusakan pada conveyor. 3) Korosi galvanik: Ketika dua material dengan perbedaan potensial elektrokimia disatukan, dapat terjadi korosi galvanik. Korosi galvanik dapat menyebabkan kerusakan pada material dan memperpendek usia pakai conveyor. 4) Tegangan internal: Perbedaan grade material dapat menyebabkan tegangan internal pada sambungan. Tegangan internal ini dapat menyebabkan retak dan kegagalan sambungan.

Penggunaan material dengan grade yang berbeda pada proses sapot dan perbaikan conveyor dapat menimbulkan beberapa risiko, antara lain: 1) Gangguan operasi PLTU: Kerusakan pada conveyor akibat penggunaan material dengan grade yang berbeda dapat menyebabkan gangguan operasi PLTU. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan. 2) Keselamatan kerja: Kerusakan pada conveyor dapat membahayakan keselamatan pekerja di PLTU. 3) Kerusakan lingkungan: Kebocoran material dari conveyor yang rusak dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan material yang tepat dengan grade yang sesuai untuk proses sapot dan perbaikan conveyor di PLTU. Hal ini dapat membantu meningkatkan keandalan conveyor, memperpanjang usia pakai, dan meningkatkan keselamatan kerja.

Penggunaan material dengan grade yang berbeda pada proses sapot dan perbaikan conveyor dapat mengakibatkan beberapa dampak negatif, antara lain: 1) Kerugian ekonomi: Gangguan operasi PLTU akibat kerusakan conveyor dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh hilangnya produksi listrik, biaya perbaikan, dan biaya penggantian material. 2) Risiko kecelakaan kerja: Kerusakan pada conveyor dapat

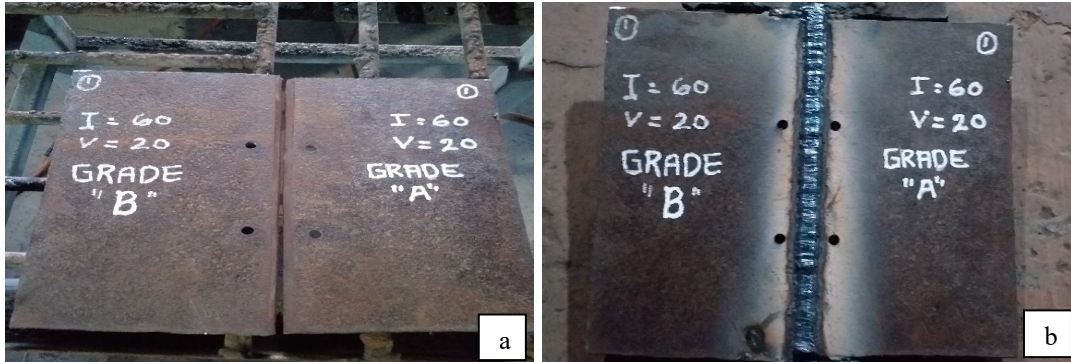
membahayakan keselamatan pekerja di PLTU. Hal ini dapat menyebabkan kecelakaan kerja yang serius, bahkan kematian. 3) Kerusakan lingkungan: Kebocoran material dari conveyor yang rusak dapat mencemari lingkungan. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem dan membahayakan kesehatan masyarakat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan solusi yang tepat untuk memastikan penggunaan material yang sesuai dengan grade yang dibutuhkan dalam proses sapot dan perbaikan conveyor di PLTU. Berikut beberapa solusi yang dapat dipertimbangkan: 1) Mengembangkan standar material: Diperlukan standar material yang jelas untuk proses sapot dan perbaikan conveyor di PLTU. Standar ini harus mempertimbangkan berbagai faktor, seperti jenis conveyor, kondisi operasi, dan grade material yang tersedia. 2) Melakukan pelatihan: Penting untuk memberikan pelatihan kepada pekerja di PLTU tentang pentingnya menggunakan material yang tepat dengan grade yang sesuai untuk proses sapot dan perbaikan conveyor. 3) Melakukan pengawasan: Diperlukan pengawasan yang ketat untuk memastikan bahwa material yang digunakan dalam proses sapot dan perbaikan conveyor sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Dengan menerapkan solusi-solusi tersebut, diharapkan dapat meningkatkan keandalan conveyor, memperpanjang usia pakai, dan meningkatkan keselamatan kerja di PLTU.

Penggunaan material dengan grade yang berbeda pada proses sapot dan perbaikan conveyor dapat menimbulkan beberapa risiko dan dampak negatif. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan solusi yang tepat untuk memastikan penggunaan material yang sesuai dengan grade yang dibutuhkan.

KAJIAN TEORITIS

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah: persiapan bahan baku, pemotongan sampel, pengelasan, pengujian NDT, pengujian tarik, dan pengujian strukturmikro.



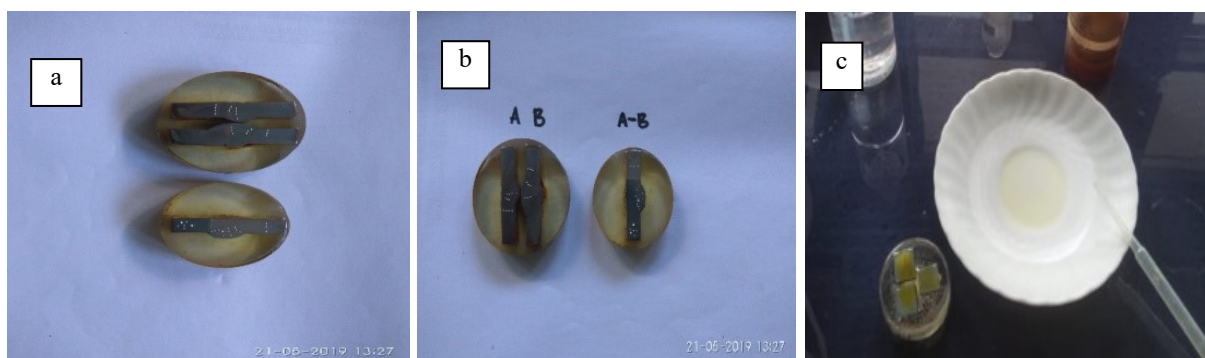
Gambar 2.1 Produk (baja jenis A242 dan A 588) (a) dan Sampel pengelasan (b)

Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah baja jenis A242 dan A588. Baja A242 digunakan untuk sapat conveyor, sementara baja A588 digunakan untuk konstruksi [5]. Baja A242 mengandung unsur: C 0,1586 %; Cu 0,086 %; Fe 98,7251 %; Mn 0,7255 %; P 0,0130 %; dan Si 0,2969 %, sedangkan baja A588 mengandung unsur: C 0,1371 %; Cu 0,098 %; Fe 98,8671 %; Mn 0,6791 %; 0,0169 %; dan Si 0,225 % nilai karbon ekuvalen (CE) baja tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$CE/ \% = C + Mn/6 + ((Cr + Mo + V)/5) + ((Ni + Cu)/15) \quad (1)$$

Proses pengelasan dilakukan dengan jenis sambungan (*but joint*) dengan jarak *gap* 2 mm. Pengelasan SMAW dilakukan dengan menggunakan elektroda E7016 dengan diameter 2,4 mm. Pengelasan dilakukan dengan variasi arus: 60A, 120A, 180A variasi tegangan: 20V,

Penggunaan standar pengujian tarik berdasarkan *ASTM E 8M-04*, standar pengujian impak berdasarkan *ASTM E23*, standar pengujian strukturmikro berdasarkan *ASTM E407*. Pada pengujian struktur mikro, terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui, seperti: *mounting*, *grinding*, *polishing*, dan *etching* seperti yang di tujukan pada Gambar 2.2



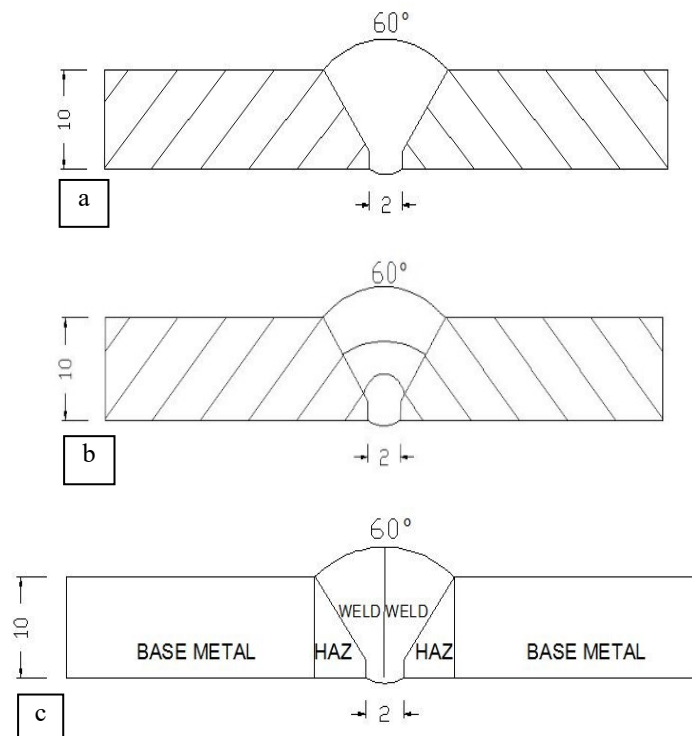
Gambar 2.2 Proses preparasi spesimen: a) proses mounting; b) pemolesan; dan c) proses etching

Gambar 2.2a menunjukkan bahwa proses *mounting* material dilakukan bertujuan agar lebih mudah untuk melakukan proses pemolesan. Gambar 2.2c memperlihatkan proses *etching* dengan menggunakan HNO_3 , HCl , dan alkohol..

2.1 Proses pengelasan

Langkah-langkah pengelasan sambungan las 3G ditunjukkan pada Gambar 2.1, sebagai berikut:

- 1) sambungan *grooving* V 60° (Gambar 2.1 a) dengan menggunakan mesin bubut;
- 2) Dilakukan pengelasan *layer* pertama, kedua dan ketiga untuk menghasilkan WM dan HAZ (Gambar 2.1b);
- 3) Daerah WM (*weldmetal*) dan HAZ dan *BaseMetal* (Gambar 2.1c).



Gambar 2.1 Langkah Pengelasan:

a) Pengelasan 3 layer butt join; b) Tembusan Pengelasan 3G ; c) Daerah Pengelasan, 3G

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komposisi kimia *base metal*

Pada penelitian ini dilakukan, perhitungan carbonequivalen untuk mengetahui karbon baja A244 dan A588 (Tabel 3.1 dan Tabel 3.2).

Tabel 3.1 Hasil komposisi kimia baja A588

<i>Element</i>	<i>Content</i>
Karbon, <i>C</i>	0,1586 %
Tembaga, <i>Cu</i>	0,086 %
Besi, <i>Fe</i>	98,7251 %
Mangan, <i>Mn</i>	0,7255%
fosfor, <i>P</i>	0,0130 %
Silikon, <i>Si</i>	0,2969 %

Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 menunjukkan komposisi material yang diuji oleh perusahaan PT. Krakatau Steel dan PT.Gunung Raja Paksi, sebagai pondasi conveyor [9].

Tabel 3.2 Komposisi kimia baja A242

<i>Element</i>	<i>Content</i>
Karbon, <i>C</i>	0,1371%
Tembaga, <i>Cu</i>	0,098 %
Besi, <i>Fe</i>	98,8671 %
Mangan, <i>Mn</i>	0,6791%
fosfor, <i>P</i>	0,0169 %
Silikon, <i>Si</i>	0,2252%

3.2 Hasil Pengujian NDT

Dengan pengujian NDT kita bisa mengetahui pengelasan yang baik atau buruk dengan hasilnya. Untuk hasil yang baik setelah di berikan penetran dan developer akan kelihatan putih untuk hasil nya maka dari itu kita bisa melihat dan membuat kesimpulan jika terdapat lubang kecil pin hole adalah cacat pengelasan jikat pengelasan nya tertutup dan tidak ada cacat pengelasan maka pengelasan yang di hasilkan bagus dan tidak ada cacat pengelasan. Untuk itu maka di uji penetran atau NDT pengujian tanpa merusak dan pengujian secara visual [6]:



Dari Gambar 3.3 pengujian NDT

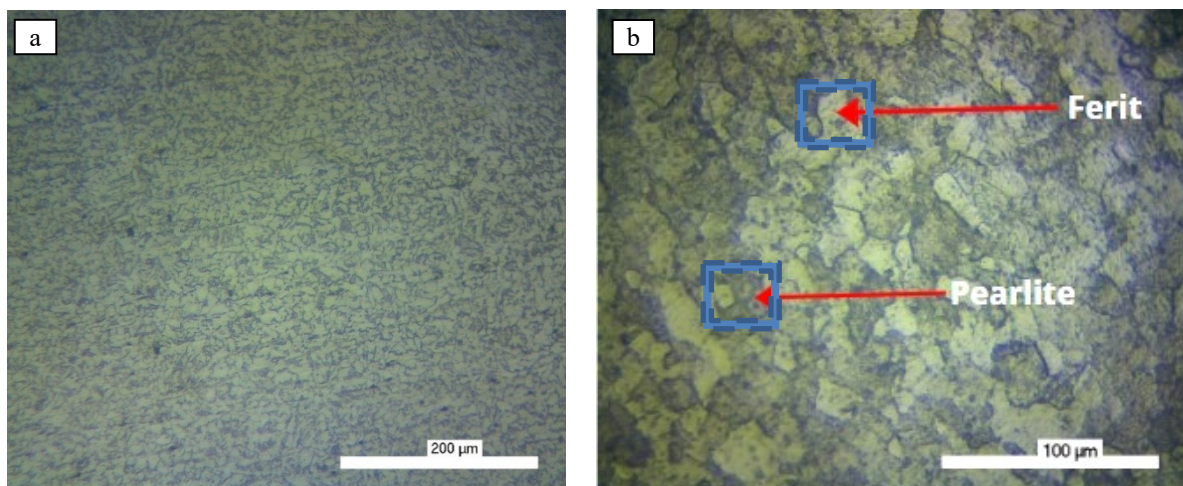
3.3 Hasil uji tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan \ pengujian sesuai standar ASTM E 8M-01. Pada Gambar 3.3 dan Tabel 3.4 dapat dilihat grafik nilai pengujian tarik pada pengelasan SMAW dengan variasi (1) Raw242 (2) Raw588 (3) (A60-V20) (4) (A120-V20) (5) (A180-V20). Gambar 3.3 menunjukkan hasil spesimen pengujian tarik].

No	Current	Voltage	Area (mm ²)	Yield Point (N)	Yield Stress (MPa)	Max Load (N)	Max Stress (MPa)	Elongation (%)
1	Raw material 242	Raw material	120	34538	267	45010	348	28
2	Raw material 588	Raw material	147	40164	271	50539	341	30
3	60	20	140	41512	296	53583	382	36
4	120	20	142	38688	272	49727	350	33
5	180	20	135	36706	271	47197	349	31

Gambar 3.3. Gambar Hasil Spesimen Pengujian Tarik

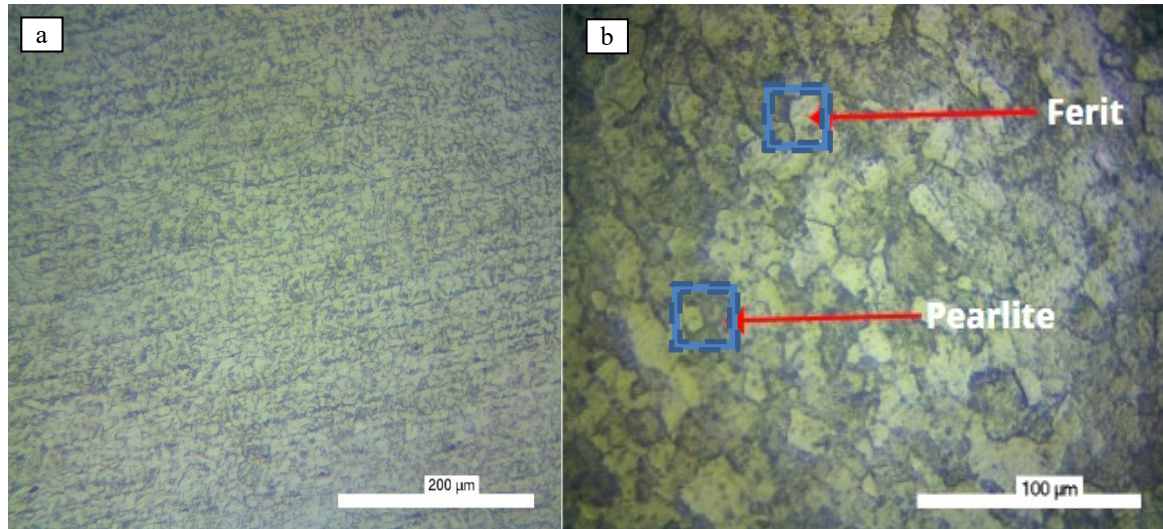
3.4 Struktur mikro,



Gambar 3.8. Struktur mikro raw material baja A244
a) hasil 200 x perbesaran; b) hasil 400 x perbesaran

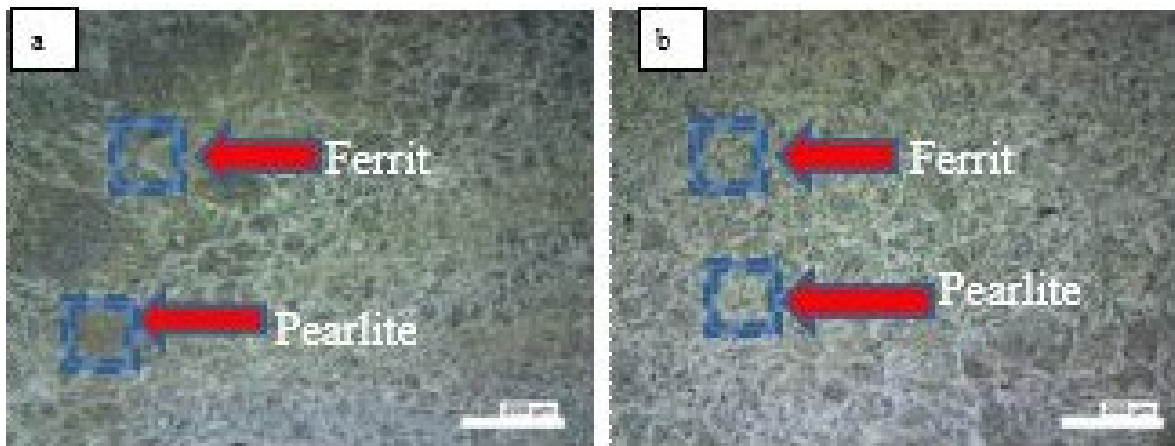
Pada hasil pengujian struktur mikro untuk *raw material*, struktur yang dihasilkan adalah struktur ferit dan struktur pearlit. Struktur ferit memiliki warna putih, Sementara itu,

struktur pearlit berwarna abu-abu dan dengan bentuk yang besar (*coarse pearlite*). Struktur pearlit ini terbentuk dari gabungan 2 fasa, yaitu fasa ferit dan fasa sementit. Pengamatan struktur mikro dilakukan memakai alat *optical microscopy* dengan perbesaran 200 kali dan 400 kali. Hasil pengujian A588 disajikan pada Gambar 3.8



Gambar 3.9. Struktur mikro Raw material baja A588, a. hasil 200 x perbesaran, b. hasil 400 x perbesaran

Struktur mikro daerah base metal pada hasil pengelasan SMAW dengan Daerah HAZ: (a) A60 V20 200 x perbesaran. Didominasi butir-butir ferrite yang berwarna putih (terang), sedangkan fasa pearlite lebih sedikit (berwarna gelap). (Zhang, 2017).



Struktur mikro daerah HAZ pada hasil pengelasan SMAW dengan daerah; (a) HAZ (A60-V20 200) x perbesaran. Struktur mikro yang terbentuk pada daerah HAZ yaitu pearlite dan ferit. Proses pengelasan yang dilakukan, menyebabkan rata-rata fasa pearlite di daerah HAZ mengalami penurunan dibandingkan dengan daerah base metal. Ukuran butir fasa pearlite berubah menjadi lebih halus dibandingkan dengan daerah base metal. (Zhang, 2017).

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian NDT (Non Destructive Test) dapat disimpulkan bahwa tidak ada cacat pengelasan pada spesiemen 1 sampai spesiemen 3. Karena pada saat di uji penetran tidak ada retak, pin hole atau cacat pengelasan lain nya. Dengan pengelasan sesuai dengan prosedur WPS dan welder yang ahli menghasilkan pengelasan yang sangat bagus dan kuat..

Hasil pengujian tarik terlihat bahwa kekuatan luluh mempunyai nilai rendah dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik dengan nilai dari raw material A 588 yaitu 341 MPa, diikuti oleh arus 180 A dengan tegangan 20 V dengan nilai 349 MPa dan nilai terendah terdapat pada arus 60 A dengan tegangan 20 V yaitu 382 MPa dikarenakan hal ini menunjukkan bahwa proses pengelasan dengan arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar serta penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan. (Soares, 2019).

Dari hasil pengujian struktur mikro dapat diketahui bahwa semakin kecil butir akan semakin besar angka dari kekerasan sebuah material arus pengelasan dan tegangan pengelasan berpengaruh pada besarnya heat input selama proses pengelasan, nilai heat input ini mempengaruhi luas daerah HAZ dan weld metal serta meningkatnya heat input maka rata-rata ukuran butir yang terbentuk juga meningkat. Hasil struktur mikro daerah HAZ dan weld metal. Ukuran butir mempengaruhi pergerakan dislokasi yang berdampak pada sifat mekanik material, semakin kecil ukuran butir yang terbentuk maka akan semakin keras dan getas karena sukarnya pergerakan dislokasinya

DAFTAR REFERENSI

- Cheng Chen dan Sing ping chiew.,2018,” welding effect on the tensile strength of blunt joints”.China:223-226.
- D. Pathak, R. P. Singh, S. Gaur, and V. Balu, “Experimental investigation of effects of welding current and electrode angle on tensile strength of shielded metal arc welded low carbon steel plates,” 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2020.01.146.
- Dony Perdana dan Ahmad Bazy Syarif., 2017, ”Analisa Pengaruh Jenis Pengelasan SMAW dan FCAW Terhadap Sifat Mekanik Baja ASTM A36 pada kontruksi landside upper leg “. Indonesia:hal.1-4.
- Gea Jorge Carlos FerreiraJor,Joe lLemos Dias Mont eiroa,Antonio Joséde Ca Rvalho Gomes a,Ivanide Souza Bottb,Luís FelipeGuimarães deSouzaa, MatheusCa mpolina Mendesa, Leon ardo Sales Araújo.,2018,” Influence of welding procedureand PWHT on HSLAsteel weld metals”, sci://www.sciendirect./ S2238785417309249. Brazil:hal.1-11.
- Hsuan-Han Lai and Weite Wu., 2019, “Practical examination of the welding residual stress in view of low carbon steel ”.Sci.S2214914718303453. Taiwan:hal.1-10
- Japan Welding Engineering Society., 2006, “ Advanced Welding and Joining Technologies”. Tokyo: Japan Welding Society.
- Leandro fr jesus dan veronica scarpini.,2018,” mechanical and micro mechanical properties of SMAW welding thermally”.Brazil:hal.14
- Minseok Kang dan Jeongyeon Seo.,2018,” Ship block assembly sequence planning considering productivity and elding deformation”.korea:446.
- N. Yurioka, “The 70th Anniversary of Japan Welding Society-Developments in the science and Engineering of Welding and Joining toward 21th Century. Trends of Welding and Joining Engineering in Industries. Trends of welding technologies in material industries.” J. Japan Weld. Soc., 1996, doi: 10.2207/qjjws1943.65.67.
- S. I. Talabi, O. B. Owolabi, J. A. Adebisi, and T. Yahaya, “Effect of welding variables on mechanical properties of low carbon steel welded joint,” Adv. Prod. Eng. Manag., 2014, doi: 10.14743/apem2014.4.186.
- S. M. Manladan dan Zhang Z. Luo,” Microstructure and mechanical properties of resistance spot welded in welding-brazing mode and resistance element welded magnesium alloy/austenitic stainless steel joints”.China:124-128.
- Saxenna Ambuj, A.Kumarwaraswarnya, G.Madhusudhan., 2018, “Influence of welding consumable on tensile and impact properties of multipass SMAW.www.sciendirect.co.S214914717302167. India:hal.11

- T. Shiozaki, N. Yamaguchi, Y. Tamai, J. Hiramoto, and K. Ogawa, "Effect of weld toe geometry on fatigue life of lap fillet welded ultra-high strength steel joints," *Int. J. Fatigue*, 2018, doi: 10.1016/j.ijfatigue.2018.06.050.
- Y. Dong, A. P. Teixeira, and C. Guedes Soares, "Fatigue reliability analysis of butt welded joints with misalignments based on hotspot stress approach," *Mar. Struct.*, 2019, doi: 10.1016/j.marstruc.2019.01.006.
- Y. Zhao, dkk., 2019, "Effects of microstructure on crack resistance and low temperature toughness ultra-low carbon high strength steel China:hal.203-215.