

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

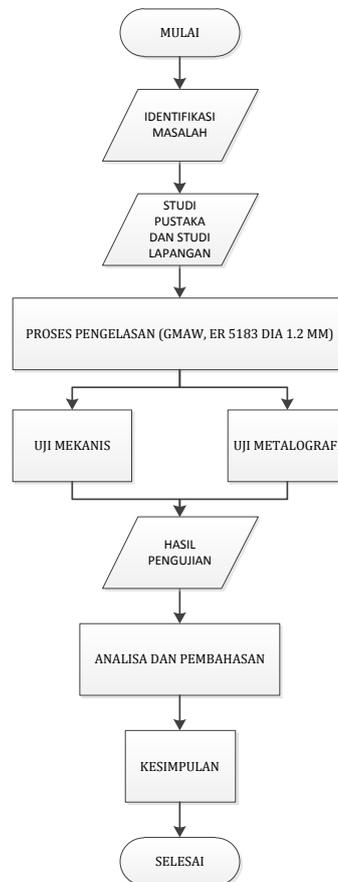
3.1. JENIS PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu penelitian yang bersifat percobaan (eksperimental) atau melakukan pengujian. Percobaan yang dilakukan adalah proses pengelasan pelat yang memiliki ketebalan berbeda dengan menggunakan dua macam perlakuan.

3.2. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam waktu 2 (dua) bulan yaitu dari tanggal 10 Juni 2020 sampai dengan 27 Juli 2020, bertempat di Kampus Welding Indonesia untuk pengelasan dan pembuatan *test pieces*, untuk pengujian *radiography* bertempat di PT. Quarta Sejahtera Perkasa dan pengujian *tensile strength*, *hardness Vickers*, dan struktur mikro di Lab Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS.

3.3. DIAGRAM ALIR



Gambar 3.1. Diagram Alir

3.4. STUDI LITERATUR

Studi literature dilakukan dengan pemahaman materi baik yang didapatkan dari kuliah, *text book*, pengumpulan data meliputi propertis material (*thickness, tensile strength, yield streng, poisson's ratio, chemical composition, melting point, dll.*) dan parameter pengelasan (*voltage, ampere, wire speed, pass, dll.*) serta mempelajari penelitian-penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan (*jurnal*).

3.5. PENYIAPAN SPESIMEN

Hal yang pertama dilakukan untuk melakukan persiapan bahan uji adalah pengadaan material uji. Material uji yang digunakan adalah aluminium 5803 yang merupakan sisa potongan dari pembuatan kapal, kemudian potongan tersebut dipotong berbentuk persegi panjang dengan masing-masing berukuran :

- a. 200 x 150 x 10 mm sebanyak 2 buah
- b. 200 x 150 x 6 mm sebanyak 2 buah



Gambar 3.2. Aluminium 5803

Material yang telah didapat kemudian dibersihkan dan dihaluskan dengan menggerinda setiap permukaan kemudian di bevel.

3.6. PERALATAN

Sebelum melakukan pengelasan ada beberapa peralatan pengelasan dan alat pelindung diri (APD) yang wajib disiapkan diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Mesin Las GMAW
- b. Gas Argon
- c. *Plasma Cutting*
- d. Elektroda

- e. Masker
- f. Gerinda
- g. *Welding helmet*
- h. *Brush*
- i. *Welding glove*
- j. Tang

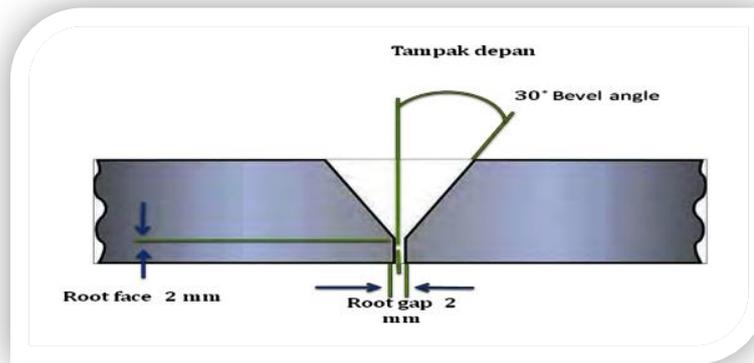
3.7. PEMBUATAN SPESIMEN UJI

Yang pertama kali dilakukan dalam pembuatan uji spesimen adalah menyambung dua material aluminium 5083 yang mempunyai ukuran tebal 10 mm dengan aluminium 5083 yang mempunyai ukuran tebal 6 mm dengan jenis sambungan las *butt joint*, dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk menyambung 2 material yang mempunyai ketebalan berbeda adalah menggunakan metode *chamfer* dan *non chamfer*, kedua proses pengelasan menggunakan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) dengan spesifikasi pengelasan sebagai berikut :

- a. Proses pengelasan : GMAW (*Gas Metal Arc Welding*)
- b. Elektroda : ER5183
- c. Unsur kimia :
 - 1) Silikon (Si) : 0.40 max
 - 2) Besi (Fe) : 0.40 max
 - 3) Tembaga (Cu) : 0.10 max
 - 4) Mangan (Mn) : 0.50 – 1.0
 - 5) Magnesium (Mg) : 4.3 – 5.2
 - 6) Kromium (Cr) : 0.05 – 0.25
 - 7) Zink/timah sari (Zn) : 0.25 max
 - 8) Titanium (Ti) : 0.15 max

- 9) Berilium (Be) : 0.0003
- d. Diameter elektroda : 3.2 mm
- e. Mesin las : Weiro WM350FA
- f. Spesifikasi :
- 1) *Rated Input Voltage (V)* : $3 \times 380 \pm 10\%$ 50/60 HZ
 - 2) *Rated Input Power (kva)* : 14
 - 3) *Rated Input Current (A)* : 21
 - 4) *Rated Output Voltage (V)* : 31.5
 - 5) *Rated Duty Cycle (%)* : 60
 - 6) *Range of Welding Current (A)* : 20-350
 - 7) *Output Voltage Range (V)* : 14-40
 - 8) *Torch Cooling Style* : *water cooled/gas cooled*
 - 9) *Weight (Kg)* : 45
 - 10) *Dimension (mm)* : 576 x 297 x 574
- g. Arus : 103 A
- h. Tekanan kerja : 15 psi
- i. Voltage : 19.8 V
- j. Jenis sambungan : *Butt Join*
- k. Posisi pengelasan : 1G
- l. Jenis Material : Aluminium 5083

Material yang telah dipotong kemudian dibuat *bevel* dengan cara mengukur lebar plat yaitu 150 mm = 15 cm dikurangi ukuran *bevel* 3 cm dengan kemiringan 60° (BKI Vol VI *Rules For Welding*, 2019, *Amandement Rules for Welding*, 2020, pemotongan menggunakan mesin *plasma cutting* merk Hyperterm Powermax 85 Plasma Cutters milik Kampuh Welding Indonesia.



Gambar 3.3. Sketsa pembuatan *bevel angle* aluminium 5083



Gambar 3.4. Mesin *Plasma Cutting Hyperterm Powermax 85*

Hypertherm Powermax 85 Plasma Cutter Operating Data

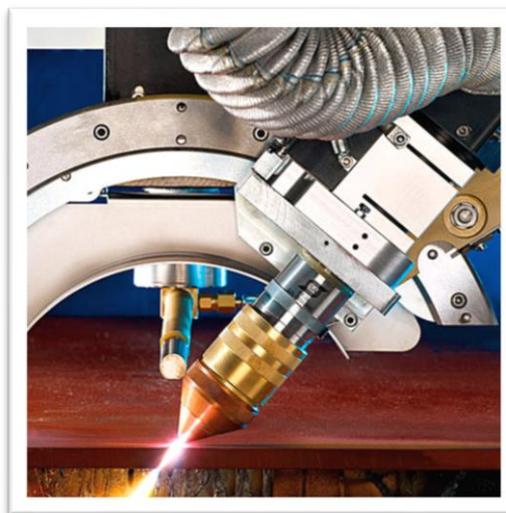
Capacity	Thickness	Cut speed
Cutting		
Recommended	25 mm (1")	500 mm/min (20 ipm)
	32 mm (1-1/4")	250 mm/min (10 ipm)
Severance (hand cutting)	38 mm (1-1/2")	125 mm/min (5 ipm)
Pierce*	20 mm (3/4")	
* Pierce rating for handheld use or with automatic torch height control		
Capacity	Metal removal rate	Groove profile
Gouging		
Typical gouge	8,8 kg/hr (19.5 lbs/hr)	5,8 mm D x 7,1 mm W (0.23" D x 0.28" W)

Gambar 3.5. *Hyperterm Powermax Plasma Cutter Operation Data*

Input voltages	CSA	200 480 V, 1-PH, 50/60 Hz 200 600 V, 3-PH, 50/60 Hz	
	CE	400 V, 3-PH, 50/60 Hz	
Input Current @12.2 kW	CSA	200/208/240/480 V, 1-PH, 70/68/58/29 A 200/208/240/480/600 V, 3-PH, 42/40/35/18/17 A	
	CE	380/400 V, 3-PH, 20.5/19.5 A	
Output current		25 - 85 A	
Rated output voltage		143 VDC	
Duty cycle @ 40C (104F)	CSA	60% @ 85 A, 230 600 V, 3-PH 60% @ 85 A, 480 V, 1-PH 50% @ 85 A, 240 V, 1-PH	
		50% @ 85 A, 200 208 V, 3-PH 40% @ 85 A, 200 208 V, 1-PH 100% @ 66 A, 230 600 V, 1/3-PH	
		CE	60% @ 85 A, 380/400 V, 3-PH 100% @ 66 A, 380/400 V, 3-PH
	Open circuit voltage (OCV)	CSA	305 VDC
		CE	270 VDC
	Dimensions with handles		500 mm (19.7") D; 234 mm (9.2") W; 455 mm (17.9") H
Weight with 7.6 m (25&39;) torch	CSA	32 kg (71 lbs)	
	CE	28 kg (62 lbs)	
Gas Supply		Clean, dry, oil-free air or nitrogen	
Recommended gas inlet flow rate / pressure		Cutting: 189 l/min (400 scfh, 6.7 scfm) @ 5.9 bar (85 psi)	
		Gouging: 212 l/min (450 scfh, 7.5 scfm) @ 4.8 bar (70 psi)	
Input power cable length		3 m (10&39;)	
Power supply type		Inverter - IGBT	

Gambar 3.6. Spesifikasi *Hyperterm Powermax 85 Plasma Cutter*

Material yang telah di *bevel* diratakan kembali dengan gerinda tangan. Hal ini dikarenakan hasil dari pemotongan *plasma cutting* terlalu kasar dan bergerigi. Dengan diratakan kembali menggunakan gerinda tangan akan menghasilkan permukaan yang halus dan siap untuk dilakukan pengelasan.



Gambar 3.7. Proses pembuatan *bevel* dengan *plasma cutting*



Gambar 3.8. Material yang telah di *bevel* dan dirapikan dengan dihaluskan

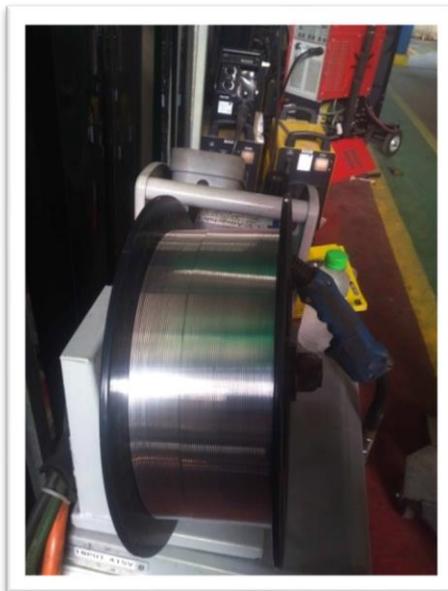
Pengelasan dilakukan menggunakan mesin las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merk Weiro WM350FA milik Kampuh Welding Indonesia dengan menggunakan arus listrik AC 220 volt, tekanan kerja adalah 15 psi, arus yang digunakan untuk root adalah 80-90 A, sedangkan untuk pengelasan *capping* menggunakan arus sebesar 103 A dan menggunakan elektroda ER5183 model spiral.

Sebelum dilakukan penyambungan *butt join* perlu dilakukan pemasangan *stopper* seperti pada gambar 3.10. yang berguna untuk mencegah pergeseran (*missed alignment*) dan deformasi yang berlebihan pada material, sehingga alur las-lasan dapat memenuhi kriteria yang diinginkan.

Stopper dilas dengan menggunakan kawat las yang sama dengan pengelasan utama, tetapi hanya sedikit saja yang dilas karena akan dilepas kembali. Pengelasan dilakukan dengan posisi 1G secara vertical yang dimulai dengan pengelasan *root* terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan *hot pass 1*, *hot pass 2* dan *capping*. Material yang telah melalui proses pengelasan memiliki tampilan fisik yang buruk dan terdapat banyak *spatter* yang menempel sehingga harus dibersihkan dengan gerinda tangan, karena material yang dilas berjenis aluminium, maka mata gerinda yang digunakan adalah mata gerinda khusus aluminium.



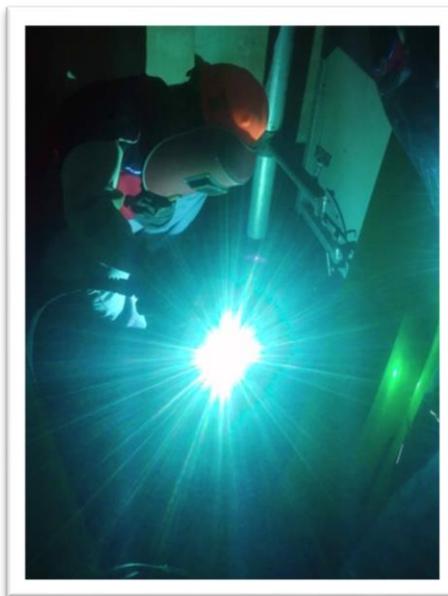
Gambar 3.9. Mesin Las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) Weiro WM350FA



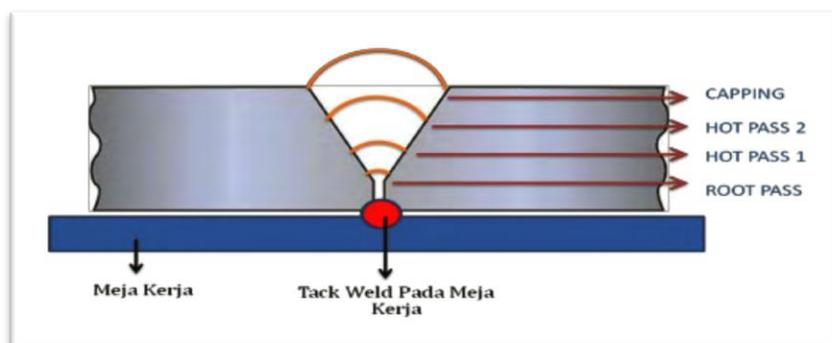
Gambar 3.10. Elektroda ER5183 model spiral



Gambar 3.11. Proses pemasangan *stopper*



Gambar 3.12. Proses pengelasan mulai *root*, *hot pass 1*, *hot pass 2* hingga *capping*



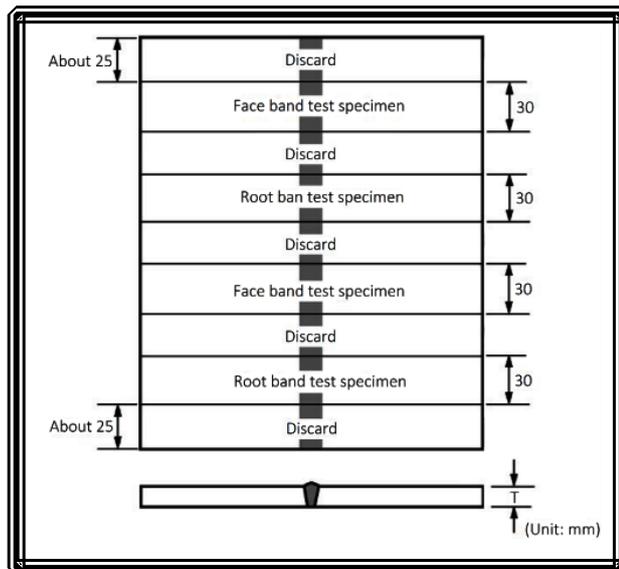
Gambar 3.13. Sketsa layer pengelasan aluminium 5083



Gambar 3.14. Proses pembersihan *spatter*

Setelah selesai proses sampai tahap pengelasan dan pembersihan *spatter*, langkah berikutnya adalah memotong material uji untuk dijadikan *test pieces*. Setiap material uji dipotong ujungnya tiap sisi sebesar 25 mm (BKI Vol. VI *Rules for Welding, 2019 section 3 point 4.3*), hal ini dikarenakan ujung-ujung material yang dilas sangat rentan terhadap cacat pengelasan.

Setelah pemotongan ujung-ujung dari spesimen uji selesai dilanjutkan dengan pemotongan untuk *test pieces* dan masing-masing dibentuk sesuai dengan kebutuhan pengujian dengan lebar permukaan untuk 30 mm dan dibuang lagi selebar 25 mm. (BKI Vol. VI *Rules for Welding, 2019*)



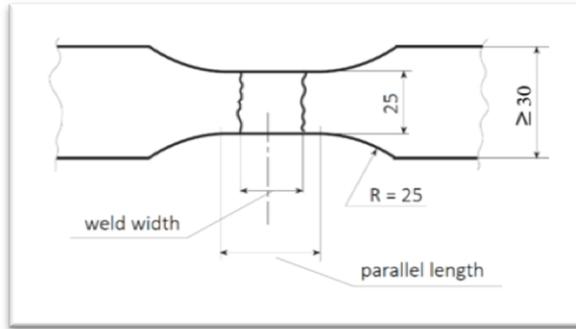
Gambar 3.15. Standart BKI tentang pembuangan ujung specimen



Gambar 3.16. Proses pemotongan ujung spesimen dengan mesin gergaji

Setelah spesimen dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang ada pada standart BKI, tahapan dilanjutkan dengan membuat *test pieces*, dalam penelitian ini terdapat 3 macam pengujian yaitu uji tarik, uji kekerasan dan uji mikro, jadi tiap-tiap pengujian dibuatkan masing-masing *test pieces*.

Untuk pengujian tarik (*tensile strength*) pembentukan *test pieces* nya menggunakan mesin milling (*milling machine*) milik Kampuh Welding Indonesia dengan ukuran mengacu kepada standart BKI Vol. VI *Rules for Welding* dan *Amandement Rules for Welding*, 2019 seperti pada gambar 3.16.



Gambar 3.17. Sketsa *test pieces* sesuai standart BKI Vol. IV *Rules for Welding, Amandemnt Rules for Welding*, 2019



Gambar 3.18. Proses pembuatan *test pieces tensile strength* dengan *milling machines*



Gambar 3.19. *Test pieces tensile strength*

3.8. TAHAP PENGUJIAN RADIOGRAPHY

Pengujian *Non Destructive Test* merupakan pengujian material tanpa merusak material yang diuji dengan tujuan untuk mengetahui kualitas dari pengelasan aluminium 5073, apabila hasil dari pengelasan *Accept*, maka akan diteruskan pada pengujian berikutnya, akan tetapi apabila hasil dari pengujian *Reject* maka akan dilakukan pembuatan spesimen ulang. Terdapat beberapa jenis pengujian *Non Destructive Test*, pada penelitian ini diterapkan pengujian *Radiography Test*.

Radiography Test merupakan pengujian tanpa kerusakan menggunakan sinar-X pada sebuah aktifitas tes atau pengujian terhadap suatu objek (material, rangka, dll) dengan menggunakan sinar gamma atau biasa disebut sinar-X untuk mengetahui kandungan dari objek dan komponen-komponen yang diuji apa saja yang terkandung didalamnya serta tercatat secara jelas dan akurat, serta menguji kondisi dan kualitas objek tanpa melampaui batas toleransi kerusakan objek.

Spesimen yang akan dilakukan *radiography test* merupakan spesimen yang masih utuh, artinya spesimen tersebut belum dilakukan pemotongan-pemotongan untuk pembuatan *test pieces* seperti uji tarik, uji kekerasan dan uji mikro. Standart yang digunakan dalam pengujian *radiography test* yaitu ASME section IX.

Cara kerja dari *radiography* adalah alat dipasang untuk dilakukan pengujian dan dipancarkan sinar X-ray ke material/benda yang ingin dilakukan pengujian, pancaran sinar X-ray yang bisa menembus pada material/benda berguna untuk mengetahui jenis material atau reaksi kimia yang ada pada benda tersebut, setelah sinar X-ray ditembakkan ke benda tersebut akan didapatkan data dan bayangan dari material tersebut, apakah terdapat kecacatan atau tidak.

Sebelum melakukan pengujian, spesimen yang akan diuji dipasang film dengan posisi ditengah tengah dan diberi label berisi data-data tentang nama pemilik spesimen, jenis material, posisi pengelasan, standart pengujian, kode spesimen dan jenis pengelasan.

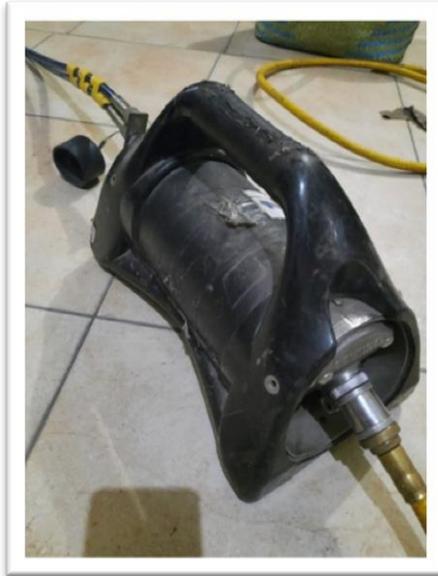


Gambar 3.20. Film untuk *radiography test*

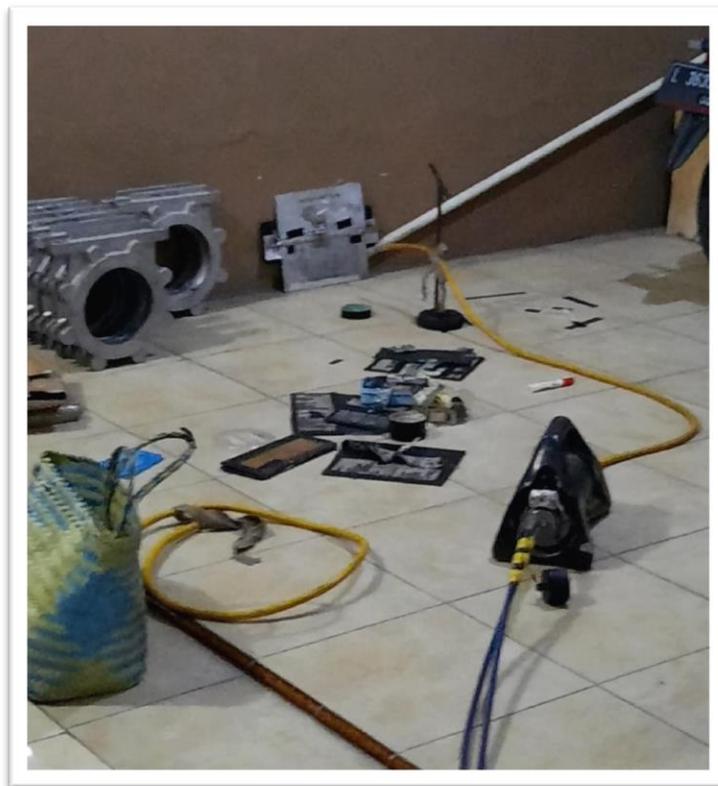


Gambar 3.21. Pemasangan film pada spesimen uji

Setelah pemasangan film, maka spesimen diberikan jarak dari sumber radiasi ke film (SFD) minimal 1,5 kali lebar specimen dari alat *radiography*, jika SFD semakin panjang maka hasil penumbra (UG) akan semakin baik.



Gambar 3.22. Alat uji *radiography*



Gambar 3.23. Proses pengambilan gambar sinar X-ray

3.9. Pengujian *Destructive Test* (DT)

Pengujian *Destructive Test* merupakan pengujian dengan cara merusak meterial yang diuji. Tujuan dari *destructive testing* adalah untuk memahami ketahanan suatu material dengan cara merusak agar dapat mengetahui apakah material kuat jika di tekan, tarik, dan

di lengkungkan dsb sehingga menciptakan material yang berkualitas nantinya. Pada penelitian ini diterapkan pengujian *Tensile Test*, *Hardness Test*, dan *Micro test*.

3.6.1. Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Pengujian Tarik adalah suatu pengukuran terhadap bahan untuk mengetahui keuletan dan ketangguhan suatu bahan terhadap tegangan tertentu serta pertambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut, sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu diukur dimensi material tersebut, lalu diberi tanda panjang ukur berupa jarak antara dua titik pada benda uji lalu tarik kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat peregang.

3.6.2. Pengujian Kekerasan (*Hardness Vickers*)

Pengujian Kekerasan Adalah suatu pengujian terhadap bahan untuk mengetahui ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastic atau deformasi permanen (Dieter, 1987).

3.6.3. Pengujian Metalografi

Pengujian Metalografi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik mikrostruktur dan makrostruktur suatu logam, paduan logam dan material lainnya serta hubungannya dengan sifat-sifat material atau biasa juga dikatakan suatu proses untuk mengukur suatu material baik secara kualitatif maupun kuantitatif berdasarkan informasi-informasi yang didapatkan dari material yang diamati. Dalam ilmu metalurgi struktur mikro merupakan hal sangat penting untuk dipelajari. Karena struktur mikro sangat berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik suatu logam. Struktur mikro yang berbeda sifat logam akan berbeda pula. Struktur mikro yang kecil akan membuat kekerasan logam akan meningkat. Dan juga sebaliknya, struktur mikro itu sendiri dipengaruhi oleh komposisi kimia dari logam atau paduan logam tersebut serta proses yang dialaminya.

Metalurgi sendiri bertujuan untuk mendapatkan struktur makro dan mikro suatu logam sehingga dapat dianalisa sifat mekanik dari logam tersebut.

3.10. Prosedur Penelitian

Setelah proses pengelasan selesai, material di potong untuk di buat spesimen uji. Pengambilan test piece untuk pengujian didasarkan pada rules *BKI volume VI tahun 2009*. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian mekanik dan pengujian metalografi.