

# Analisis Pengaruh Media Pendingin terhadap Struktur Mikro Sambungan Pengelasan Baja AISI 1045 pada Proses Las MIG

Djuanda,<sup>(1)</sup> Nurlela<sup>(2)</sup>, Asmah Adam<sup>(3)</sup> dan Muhammad Syahril<sup>(4)</sup>

<sup>(1)(2)(3)(4)</sup> Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar

e-mail : Djuanda@unm.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan struktur mikro material baja AISI 1045 yang telah mengalami proses pengelasan yaitu las MIG kemudian dilakukan proses quenching menggunakan media pendingin air garam, radiator coolant, air mineral. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan di Balai Latihan Kerja (BLK) Makassar dan di laboratorium Metalurgi Fisik Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Sampel dari penelitian ini sebanyak 12 spesimen, 9 spesimen dilakukan proses quenching dengan 3 variasi media pendingin dan 3 spesimen tanpa media pendingin. Data dari hasil penelitian dengan rata-rata butir struktur mikro baja AISI 1045 yaitu 11,16 untuk media pendingin air garam, 11,14 untuk media pendingin radiator coolant, 10,74 untuk media pendingin air mineral, dan tanpa media pendingin 10,53. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa dari hasil proses quenching terdapat perubahan butir struktur mikro antara sampel yang menggunakan media pendingin dengan sampel tanpa media pendingin.

**Kata Kunci :** Uji Impak, Metode Charpy, Besi Plat ST42, Temperatur

## A. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan logam di setiap jenis peralatan yang digunakan pada kehidupan manusia merupakan bukti pesatnya perkembangan sains dan teknologi di bidang industri logam. Pemanfaatan logam dalam setiap komponen mesin dan konstruksi bangunan tidak harus semuanya sama, namun harus disesuaikan dengan sifat, kekuatan dan penggunaan. Logam masih membutuhkan proses pengolahan, baik terhadap dimensi maupun sifat-sifat dasar yang dimilikinya dengan berbagai metode dan cara pengolahan serta pengerjaannya, agar diperoleh kondisi bahan dan komponen yang dianggap memiliki kemampuan sifat yang diinginkan pada aplikasinya.

Sifat bahan yang dimaksud adalah sifat fisis dan sifat mekanis. Sifat fisis mencakup kondisi fisik, komposisi dan struktur mikro. Sifat mekanis mencakup kekuatan tarik, modulus elastisitas,

kemampuan muai, kekuatan tekan, kekuatan torsi, kekerasan, keuletan, kegetasan dan kehandalan. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengetahui apakah suatu baja atau spesimen dapat dikatakan layak atau tidak untuk digunakan yaitu dengan mengetahui struktur mikronya. Salah satu cara untuk mengetahuinya adalah dengan mengevaluasi struktur mikronya.

Baja didefinisikan sebagai suatu campuran antara besi dan karbon, dimana unsur karbon (C) menjadi dasar pencampurannya dengan kandungan 0,1 % s.d. 1,7% serta mengandung unsur campuran lainnya seperti Sulfur (S), Fosfor (P), Silicon (Si) dan Mangan (Mn) yang kuantitasnya dibatasi. Berdasarkan jumlah kandungan karbonnya, baja karbon terdiri atas tiga macam, yaitu baja karbon vrendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3%, baja karbon sedang dengan kandungan karbon 0,3 s.d 0,6% dan

baja karbon tinggi dengan kandungan karbon 0,6 s.d 1,5% (Amanto dan Daryanto, 1999). Baja merupakan salah satu jenis logam yang memiliki sifat mampu las dan mampu mesin yang baik, karena sifat tersebut baja banyak digunakan di dunia industri. Salah satu jenis baja yang banyak digunakan berbagai industri otomotif untuk bahan baku pembuat komponen atau struktur mesin yaitu baja AISI 1045 sebagai bahan pembuat poros untuk komponen mesin. Pada penggunaannya, poros beroperasi menerima beban dinamik serta berfluktuasi dalam waktu yang lama, sehingga rentan mengalami kegagalan saat digunakan akibat mengalami kegagalan lelah. Mekanisme terjadinya kegagalan fatik dapat dibagi menjadi tiga fase yaitu : awal retak (*initiation crack*), perambatan retak (*crack propagation*), dan perpatahan akhir (*fracture failure*). Solusi pada patahan poros yaitu dengan pengelasan pada material patah poros. (Amar Makruf, 2015).

Kualitas pengelasan yang baik tentunya diperlukan suatu metode pengelasan yang sesuai. Salah satunya adalah metode pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*). Las MIG (*Metal Inert Gas*) yaitu merupakan proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat, dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*) yang sama dengan logam dasarnya (*base metal*) dan menggunakan gas pelindung (*inert gas*). Las MIG (*Metal Inert Gas*) menggunakan gas argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfer.

Meskipun pengelasan sangat berguna pada aplikasi baja karbon, pada dasarnya proses pengelasan menyebabkan menurunnya tingkat ketahanan korosi pada suatu logam, ini disebabkan karena pemanasan pada saat pengelasan terjadi hanya pada daerah yang akan dilas saja atau disebut

pemanasan lokal, akibat pemanasan lokal dengan temperatur yang tinggi menyebabkan logam mengalami ekspansi termal. Sehingga, menyebabkan adanya tegangan sisa yang memicu terjadinya korosi.

Salah satu cara untuk memperbaiki sifat dan mekanis suatu bahan ialah melalui perlakuan panas (*heat treatment*). Secara umum *heat treatment* bisa dilakukan dengan banyak cara, misalnya saja pemanasan sampai suhu tertentu dengan kecepatan tertentu dan mempertahankannya (*holding time*) untuk waktu tertentu sehingga temperturnya merata, lalu didinginkan dengan media pendingin (proses *quenching*).

Proses *quenching* adalah proses perlakuan panas dimana baja mengalami pemanasan secara perlahan disusul dengan pendinginan secara cepat, seperti pada annealing. Media pendingin yang memiliki kekentalan yang rendah menghasilkan laju pendinginan yang cepat, sehingga dengan laju pendinginan yang cepat menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi, (Yahya Abdul Matien, 2016). Salah satu jenis media *quenching* yang sering digunakan adalah minyak. Jenis fluida minyak yang dapat digunakan sebagai media *quenching* adalah oli dan solar.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka peneliti tertarik ingin mengetahui sejauh mana pengaruh media pendingin terhadap Struktur mikro pada baja AISI 1045 yang termasuk dalam golongan baja karbon sedang. Karena setiap logam dengan jenis yang berbeda dan perlakuan yang berbeda pula maka akan memiliki struktur mikro yang berbeda. Maka dari ini peneliti mengangkat judul yaitu "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro Baja AISI 1045 Pada Proses Las MIG"

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media

pendingin terhadap struktur mikro baja AISI 1045 pada proses las MIG.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### B.1. Media Pendingin

Media pendingin yang dipakai dalam proses hardening mengakibatkan perubahan sifat fisis, sifat mekanis dan sifat kimia. Pada penelitian ini media pendingin yang digunakan adalah air garam, radiator *coolant* dan air mineral. Media pendingin ini dipilih karena memiliki kekentalan yang rendah sehingga menghasilkan laju pendinginan yang cepat, sehingga dengan laju pendinginan yang cepat menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi. Media pendingin air garam memiliki viskositas yang rendah sehingga nilai kekentalan cairan kurang, sehingga laju pendinginan cepat sedangkan radiator *coolant* memiliki zat ethylene dan glycool yang berguna mempercepat pendinginan dan memperlambat laju korosi.

#### a. Air Garam

Air Garam memiliki viskositas yang rendah sehingga nilai kekentalan cairan kurang, sehingga laju pendinginan cepat dan massa jenisnya lebih besar dibandingkan dengan media pendingin lainnya seperti air, solar, oli, dan udara, sehingga kecepatan media pendingin besar dan makin cepat laju pendinginannya. Penelitian *quenching* dengan menggunakan air garam pernah dilakukan oleh seorang peneliti asal klaten, dengan menggunakan volume air sebesar 5 liter dengan variasi kandungan garam sebesar 0 sampai 30 %, menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan garam maka semakin tinggi juga tingkat kekerasan. Sutyoko (2014: 25-28). Dalam penelitian ini garam yang digunakan adalah garam dapur dengan pencampuran air dan garam 2 : 1

#### b. Radiator *coolant*

Radiator *coolant* mengandung ethylene glycol dan additive yang berguna menaikkan titik didih dan mencegah terjadinya korosi sehingga

diharapkan dapat memberikan laju pendinginan yang cepat dibanding air dan menghambat laju korosi yang terjadi pada logam tersebut. Radiator *coolant* yang dipakai adalah produksi pertamina dengan spesifikasi berikut.

**Tabel 1.** Spesifikasi Pertamina Radiator Coolant

Spesifikasi	Ketentuan
Titik didih°C	165 °C
Titik beku 50 vol%	-36,6
Titik Beku 20°C/m <sup>3</sup>	1,129
Tingkat pH	7,9
Foaming Property, ml	0
Kadar air, %	4,2

Sumber: *Coolant*, P. R. 2010. Material Safety Data Sheet *Pertamina Radiator Coolant*. 2-5.

#### c. Air Mineral

Air mineral adalah air yang mengandung mineral atau bahan-bahan larut lain yang mengubah rasa atau memberi nilai-nilai terapi. Banyak kandungan Garam, sulfur, dan gas-gas yang larut di dalam air ini. Air mineral biasanya masih memiliki buih. Air mineral bersumber dari mata air yang berada di alam. Air memiliki massa jenis yang besar tapi lebih kecil dari air garam, kekentalannya rendah sama dengan air garam. Laju pendinginannya lebih lambat dari air garam. Air menghasilkan tingkat pendinginan mendekati tingkat maksimum. Keunggulan air sebagai media pendingin adalah murah, mudah tersedia, mudah dibuang dengan minimal polusi atau bahaya kesehatan. Air juga efektif dalam menghilangkan *scaling* dari permukaan bagian baja yang di-*quenching*.

Oleh karena itu air sering digunakan sebagai media *quenching* karena tidak mengakibatkan distorsi berlebihan atau retak. Air banyak digunakan untuk pendinginan logam nonferrous, baja tahan karat austenitik, dan logam lainnya yang telah melalui perlakuan panas. Air sebagai media pendingin memiliki dua kelemahan. Kelemahan pertama yaitu tingkat

pendinginan yang cepat pada suhu yang lebih rendah dimana distorsi dan retak lebih mungkin terjadi sehingga pendinginan air biasanya terbatas ada pendinginan sederhana. Kelemahan kedua menggunakan air biasa adalah menimbulkan lapisan/ selimut uap sehingga dapat menyebabkan jebakan uap yang dapat menghasilkan kekerasan yang tidak rata dan distribusi tegangan yang tidak menguntungkan, menyebabkan distorsi atau bintik lembut. Pendinginan dengan air pada produk baja juga dapat menyebabkan karat sehingga penanganan harus cepat (Fakhrizal Yusman, 2018). Air mineral yang digunakan pada penelitian ini adalah Air mineral Le mineral dengan spesifikasi :

**Tabel 2.** Spesifikasi Air mineral Le mineral

Jenis Mineral	Massa Jenis (mg/L)
Calsium	9.14
Magnesium	5.87
Sodium	35.0
Potassium	3.0
Nitrate	1.55
Bicarbonate	118.0
Sulfate	3.06
Chloride	<0.01
TDS	177.0
Ph	7.2-7.7

Sumber : Water Run, 2017

## B.2. Struktur Mikro

Struktur mikro merupakan butiran-butiran suatu benda logam yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, sehingga mikroskop optik atau mikroskop elektron untuk pemeriksaan butiran-butiran logam tersebut. Struktur material berkaitan dengan komposisi, sifat ,sejarah dan kinerja pengolahan, sehingga dengan mempelajari struktur mikro akan memberikan informasi yang menghubungkan komposisi dan pengolahan sifat serta kinerjanya. Analisis struktur mikro digunakan untuk menentukan apakah parameter struktur

berada dalam spesifikasi tertentu dan didalam penelitian digunakan untuk menentukan perubahan-perubahan struktur mikro yang terjadi sebagai akibat komposisi atau perlakuan panas. Metalografi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik mikrostruktur suatu logam dan paduannya serta hubungannya dengan sifat-sifat logam dan paduannya tersebut. Ada beberapa metode yang dipakai yaitu: mikroskop (optik maupun elektron), difraksi ( sinar-X, elektron dan neutron), analisis (X-ray fluorensence, elektron mikroprobe) dan juga stereometric metalografi. Analisa mikro adalah suatu analisa mengenai struktur logam melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Melalui analisa mikro struktur, kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanis dan sifat fisis sangat dipengaruhi oleh mikro struktur logam dan paduannya, disamping komposisi kimianya. Struktur mikro dari logam dapat diubah dengan jalan perlakuan panas ataupun dengan proses perubahan bentuk (deformasi) dari logam yang akan diuji (USU *Institutional Repository*, 2011). Mikroskop dan hasil pengamatan struktur bahan seperti ditunjukkan pada



**Gambar 1.** Mikroskop dan Hasil Pengamatan

Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.1. bahwa hasil pengamatan logam uji oleh mikroskop adalah berbeda-beda untuk baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. Masing-masing jenis material ini memiliki sifat mekanis yang juga berbeda-beda. Untuk mengetahui sifat dari suatu logam, kita dapat melihat struktur mikronya. Setiap logam dengan jenis berbeda memiliki struktur mikro yang berbeda. Melalui diagram fasa, kita dapat meramalkan struktur mikronya dan dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada komposisi dan temperatur tertentu. Dari struktur mikro kita dapat melihat:

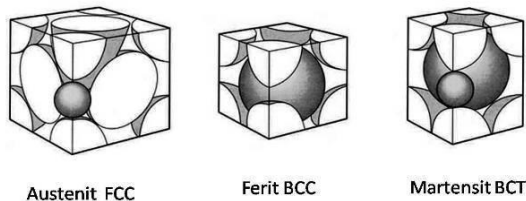
- a. Ukuran dan bentuk butir
- b. Distribusi fasa yang terdapat dalam material khususnya logam
- c. Pengotor yang terdapat dalam material

Baja secara umum memiliki struktur mikro berupa ferit dan pearlite. Ada beberapa perbedaan struktur mikro yang disebabkan oleh konsentrasi karbon fasa masing – masing campuran. Fasa – fasa padat yang ada di dalam baja: Ferit (*alpha*) : merupakan sel satuan (susunan atom-atom yang paling kecil dan teratur) berupa *Body Centered Cubic* (BCC= kubus pusat badan), Ferit ini mempunyai sifat magnetis, agak ulet, dan agak kuat.

- a. Austenit : merupakan sel satuan yang berupa *Face Centered Cubic* (FCC = kubus pusat muka), Austenit ini mempunyai sifat Non magnetis, dan ulet.
- b. Sementid (besi karbida) : merupakan sel satuan yang berupa orthorombik, Sementid ini mempunyai sifat keras dan getas.
- c. Perlit : merupakan campuran fasa ferit dan sementid sehingga mempunyai sifat kuat.
- d. Delta : merupakan sel satuan yang berupa *Body Centered Cubic* (BCC=kubus pusat badan).

Perubahan fasa dari austenite ke martensite Pada laju pendinginan yang sangat cepat dari temperature austenite ke temperature ruang, akan menyebabkan terjadinya transformasi fasa dari fasa austenite menjadi fasa martensite. Transformasi pembentukan martensit ini akan berakhir pada temperature di bawah nol celcius. Sehingga bila baja didinginkan dengan cepat sampai temperature ruang, masih terdapat sisa austenite. Hal ini menyebabkan pengerasan baja menjadi tidak optimal. Austenit sisa tergantung pada kandungan karbon. Semakin tinggi kandungan karbon semakin besar pula kemungkinan terdapatnya austenite sisa. Untuk dapat menghilangkan austenite sisa ini, maka dilakukan perlakuan yang disebut dengan subzero treatment yaitu pendinginan lanjut dibawah nol celcius. Dengan perlakuan ini semua austenite sisa dapat bertransformasi menjadi martensit. Cara lain adalah dengan perlakuan panas tempering atau penemperan. Pada pendinginan cepat tidak cukup waktu bagi karbon untuk berdifusi keluar dari larutan padat austenite, sehingga transformasi terjadi dengan pergeseran atom-atom dari kisi kubus pemusatan sisi, *Face Centered Cubic*, FCC, menjadi tetragonal pemusatan ruang yang lewat jenuh, *Body Centered Tetragonal*, BCT. Transformasi geser atom ini menyebabkan kisi Kristal mengalami distorsi. Dua dimensi dari unit sel BCT mempunyai ukuran yang sama, sedangkan dimensi yang ketiga lebih besar. Selama pergeseran, atom karbon yang tidak sempat berdifusi ini terperangkap pada posisi octahedral, sehingga parameter kisi c mengalami ekspansi lebih besar dibanding kisi a. Austenit akan bertransformasi menjadi martensit pada temperatur di bawah temperature kritis Ms, Martensite Star. Temperatur Ms dipengaruhi oleh kandungan paduan yang terdapat dalam baja. Struktur martensit untuk paduan besi-karbon mempunyai dua bentuk yaitu: lath martensite dan plate

martensite. Struktur lath martensite terbentuk pada baja karbon rendah sampai sedang, atau baja dengan kandungan karbon kurang daripada 0,6 persen. Sedangkan plate martensit terbentuk pada baja karbon tinggi, atau baja dengan kandungan karbon lebih daripada 0,6 persen. Struktur Kristal fasa austenit, ferit, martensit dapat dilihat pada gambar dibawah:



**Gambar 2.** Struktur Kristal Baja : Austenit, Ferit, Martensit

Pengetahuan mengenai semua ini memberikan kemungkinan bagi seseorang peneliti untuk dapat memperkirakan dengan pertimbangan ketepatan sifat-sifat atau perilaku dari logam ketika digunakan untuk tujuan tertentu. Struktur mikro dalam batasan tertentu, mampu memberikan sejarah yang hampir lengkap dari logam tertentu yang telah mengalami perlakuan mekanik maupun perlakuan panas. Struktur mikro dari baja pada umumnya tergantung dari kecepatan pendinginannya dari suhu daerah austenit sampai suhu kamar. Karena perubahan struktur ini maka dengan sendirinya sifat-sifat mekanik yang dimiliki baja juga akan berubah. Sebelum melakukan pengamatan struktur mikro, material uji (baja) harus melalui beberapa proses persiapan yang harus dilakukan yakni:

#### a. Pemotongan (*Sectioning*)

Proses pemotongan material merupakan suatu proses untuk mendapatkan material uji dengan cara mengurangi dimensi awal material uji menjadi dimensi yang lebih kecil. Pemotongan material uji ini bertujuan untuk mempermudah pengamatan struktur mikro material uji pada alat *scanning*. Proses pemotongan material uji dapat dilakukan dengan cara pematihan,

penggergajian, pengguntingan, dan lain-lain.

#### b. Pembungkaihan (*Mounting*)

Proses pembungkaihan sering digunakan untuk material uji yang mempunyai dimensi yang lebih kecil. Dalam pemilihan media pembungkaihan haruslah sesuai dengan jenis material yang akan digunakan. Pembungkaihan haruslah memiliki kekarasan yang cukup dan tahan terhadap distorsi fisik akibat panas yang dihasilkan pada saat proses pengamplasan. Proses pembungkaihan ini bertujuan untuk mempermudah pengamplasan dan pemolesan.

#### c. Pengamplasan (*Grinding*)

Pengamplasan bertujuan untuk meratakan permukaan material uji setelah proses pemotongan material uji. Proses pengamplasan dibedakan atas pengamplasan kasar dan pengamplasan sedang. Pengamplasan kasar dilakukan sampai permukaan material uji benar-benar rata, sedangkan pengamplasan sedang dilakukan untuk mendapatkan permukaan material uji yang lebih halus. Pada saat melakukan proses pengamplasan material uji harus diberi cairan pendingin guna menghindari terjadinya *overheating* akibat panas yang ditimbulkan pada saat proses pengamplasan.

#### d. Pemolesan (*Polishing*)

Proses pemolesan bertujuan untuk menghasilkan permukaan material uji yang benar-benar rata dan sangat halus permukaannya hingga tampak mengkilap tanpa ada goresan sedikitpun pada material uji. Pemolesan dilakukan dengan menggunakan serat kain yang diolesi larutan *autosol metal polish*.

#### e. Pengetesan (*Etching*)

Etsa merupakan proses pengikisan batas butir secara selektif. Yaitu benda diberikan/ dicelupkan pada larutan asam atau larutan yang bersifat korosif dalam jangka waktu tertentu. Akibatnya adanya medium korosif tersebut permukaan logam menjadi terkorosi di setiap titik tidak sama. Larutan etsan

yang digunakan tergantung dari jenis logamnya. Pengetsaan bertujuan untuk memperlihatkan struktur mikro dari material uji dengan menggunakan mikroskop. Material uji yang akan di etsa harus bebas dari perubahan struktur akibat deformasi serta dipoles secara teliti dan merata pada seluruh permukaan material uji yang akan diuji struktur mikronya.

#### **f. Pengamatan**

Setelah semua proses persiapan dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran yang telah ditentukan. Dari hasil pengamatan mikroskopis akan

diperoleh informasi dan analisa data tentang struktur mikro yang terbentuk pada material uji. Struktur mikronya sendiri terdiri dari ferit dan perlit yang menyebabkan karakteristik dari si baja karbon rendah menjadi relative rendah dan lemah namun memiliki keuletan dan ketangguhan yang baik.

### **B.3. Baja Karbon**

Baja adalah logam campuran dari beberapa komposisi logam namun kandungan terbesar dari campuran tersebut adalah kandungan besi (Fe) dan Karbon (c). Dalam kandungan baja juga terdapat beberapa senyawa lain yang dapat berupa aluminium (Al), seng (Zn), tembaga (Cu), silicon (Si), Krom (Cr), dan Titanium (Ti) serta beberapa campurn lainnya. Kandungan karbon (c) yang terdapat pada baja menentukan tingkatan dari baja itu sendiri, kandungan karbon (c) yang terkandung didalam baja berkisaran 0,2 % sampai 2,1 % dari berat baja itu sendiri.

#### **a. Sejarah Baja**

Besi digunakan pertama kali sekitar 1500 SM tetapi selama 400 tahundirahasiakan oleh bangsa Hittites mengenai cara pembuatan besi dandikuasai oleh bangsa asia barat, namun pada tahun 1100 SM proses peleburan besi telah diketahui

secara universal. Pada tahun 400 sampai 500 SM baja berhasil ditemukan dan telah digunakan oleh bangsa Eropa namun belum mengetahui cara pembuatan baja itu sendiri, sekitar tahun 250 SM bangsa India berhasil dan dapat menemukan cara pembuatan baja. Kemudian pada tahun 1000 M baja dengan campuran unsur lain berhasil ditemukan pada zaman kekaisaran Fatim yang

disebut dengan baja ndamaskus namun pada tahun 1300 M rahasia dari pembuatan baja damaskus menghilang (Ahadi, 2011).

#### **b. Baja AISI 1045**

AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,42 - 0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen otomotif misalnya untuk poros, roda gigi, *axles* (poros gandar), *rails* (rel kereta api). Adapun data-data dari baja ini adalah sebagai berikut:

1) AISI 1045 diberi nama menurut standar american iron and steel institute (AISI) dimana angka 1xxx menyatakan baja karbon, angka 10xx menyatakan karbon steel sedangkan angka 45 menyatakan kadar karbon persentase (0,45%).

2) Menurut struktur mikronya termasuk baja hypoeutectoid (kandungan karbon < 0,8 % C). Dengan meningkatnya kandungan karbon maka kekuatan tarik dan kekerasan semakin menjadi naik sedangkan kemampuan regang, keuletan, ketangguhan dan kemampuan lasnya menurun. Kekuatannya akan banyak berkurang bila bekerja pada temperatur yang agak tinggi. Pada temperatur yang rendah ketangguhannya menurun secara dratis.

Komposisi kimia dari baja AISI 1045 dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Komposisi Kimia dari Baja AISI 1045

Unsur	%	Sifat Mekanis Lainnya
Karbon	0,42 – 0,50	Yield strength
Mangan	0,60 – 0,90	Tensile strength
Fosfor	Maksimum 0,035	Elongation
Sulfur	Maksimum 0,040	Reduction in area
Silicon	0,15 – 0,40	Hardness

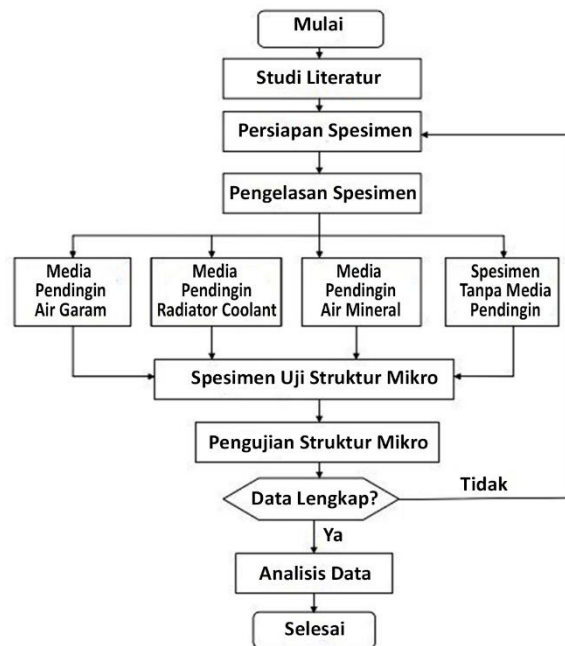
Sumber : Amar Makruf ( 2015 : 22 )

#### B.4. Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Las MIG (Metal Inert Gas) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang rakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam yang mencair saat proses pembekuan dari pengaruh atmosfer.

#### B.5. Kerangka Berpikir

Berdasarkan kajian teori tersebut diatas, maka dapat disusun suatu kerangka pikir berdasarkan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah ada perubahan struktur mikro yang terjadi akibat media pendingin pascapengelasan menggunakan las MIG maka untuk lebih jelasnya peneliti perlu memahami prosedur kerja dan pengujian yang akan digunakan dalam penelitian ini. dapat dilihat pada diagram alur penelitian ini ditunjukkan pada skema berikut:



**Gambar 3.** Diagram Alur Penelitian

### C. METODE PENELITIAN

#### C.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Penelitian eksperimen adalah penelitian di mana peneliti dengan sengaja membangkitkan timbulnya suatu kejadian atau keadaan, dengan kata lain penelitian eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (*causal effect*) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi, mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang bias mengganggu. Eksperimen selalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat dari suatu perlakuan yang dilakukan oleh peneliti. Dengan kata lain suatu penelitian eksperimen pada prinsipnya dapat didefinisikan sebagai metode sistematis guna membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab akibat (*Causal-effect relationship*). Pada metode ini variabel – variabel dikontrol sedemikian rupa, sehingga variabel luar yang mungkin mempengaruhi tidak dapat dihilangkan. Metode eksperimental bertujuan untuk mencari hubungan sebab akibat dengan memanipulasi salah satu atau lebih variabel, pada satu atau lebih kelompok



eksperimental dan membandingkan hasilnya dengan kelompok kontrol yang tidak mengalami manipulasi.

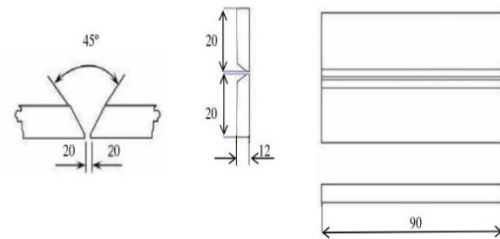
Wahyuddin, dkk (2015:77) menyatakan bahwa “Penelitian eksperimental membangun hubungan sebab akibat dan melakukan perbandingan.” Hal penting dalam penelitian eksperimental adalah peneliti melakukan manipulasi dari sebab atau variabel penyebab. Variabel penyebab adalah variabel bebas dan variabel sebagai hasil pengaruh variasi bebas adalah variabel terikat. Berbagai bidang ilmu memiliki teknis tersendiri dan landasan ilmiah yang menentukan cara – cara manipulasi dilakukan”.

### C.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di BLKI Makassar dan Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Jalan Malino, Borongloe, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2019 sampai selesai.

### C.3. Objek Penelitian

Yang dimaksud obyek penelitian, adalah hal yang menjadi sasaran penelitian (Kamus Bahasa Indonesia; 1989: 622). Menurut Supranto (2000: 21) Objek penelitian adalah himpunan elemen yang dapat berupa orang, organisasi atau barang yang akan diteliti. Kemudian dipertegas Anto Dayan (1986: 21) menyatakan bahwa “Obyek penelitian adalah pokok persoalan yang hendak diteliti untuk mendapatkan data secara lebih terarah”. Adapun objek dalam penelitian ini yaitu baja AISI 1045. Objek penelitian ini terdiri dari 4 buah spesimen, 3 buah spesimen didinginkan dengan media pendingin air garam, radiator *collant*, dan air mineral. Dan 1 buah tanpa media pendingin (udara bebas).



**Gambar 4.** Dimensi Spesimen

Dimensi dari spesimen baja AISI 1045 yang digunakan adalah

- 1) Panjang = 90 mm
- 2) Lebar = 40 mm
- 3) Tinggi = 12 mm

Distribusi dan jumlah sampel penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Distribusi dan Jumlah Objek Penelitian

Perlakuan	Jumlah
Menggunakan Media Pendingin	3 buah
Tanpa Media pendingin	1 buah
<b>Total</b>	<b>4 buah</b>

### C.4. Prosedur Penelitian

Adapun tahapan dalam melakukan pendinginan yaitu:

- a. Sebelum melakukan proses *quenching*, media pendingin dipersiapkan.
- b. Mempersiapkan peralatan las MIG dengan gas pelindung CO<sub>2</sub>
- c. Menyambung atau mengelas spesimen menggunakan las MIG dengan kampuh V.
- d. Menyelupkan Spesimen yang telah di las pada media pendingin yang telah disiapkan.

### Struktur Mikro

Struktur mikro merupakan struktur yang dapat diamati dibawah mikroskop optik. Struktur mikro dilakukan untuk mengetahui kondisi mikro dari suatu logam. Pengamatan ini melibatkan batas butir dan fasa-fasa yang ada dalam logam atau paduan tersebut. Proses pengamatan dilakukan

dengan bantuan alat yaitu mikroskop. Prinsip kerja dari alat ini yaitu dengan memberikan cahaya pada benda uji. Cahaya yang diterima benda uji akan mengalami relief hasil pembiasan pantulan cahaya mikroskop terhadap material. Sehingga karena adanya perbedaan ketinggian pada material karena proses etsa maka pada lensa pengamatan akan berbentuk bagian yang terang dan gelap sesuai dengan ketinggian masing – masing butir. Adapun tahapan pengujian Struktur Mikro yaitu :

- a. Memotong spesimen menjadi 3 bagian dari tiap media pendingin yang digunakan.
- b. Menghaluskan permukaan spesimen baja AISI 1045 menggunakan Amplas dengan *Grit* : 150, 240, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 5000.
- c. Menggosok permukaan yang telah dihaluskan dengan autoshol sampai permukaan benar – benar mengkilap.
- d. Mencelupkan permukaan spesimen yang telah mengkilap ke larutan etsa
- e. Mengamati struktur mikro dari permukaan spesimen baja AISI 1045 dengan menggunakan mikroskop *optic*.

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### D.1.a. Deskripsi Data

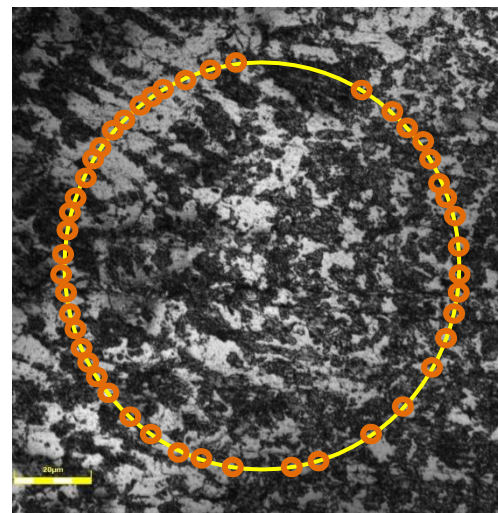
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang pengambilan datanya dilakukan di laboratorium metalurgi fisik Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perubahan struktur mikro dari *specimen* yang telah mengalami proses pendinginan (*quenching*). Bahan yang digunakan adalah pelat baja AISI 1045 dengan ketebalan 12 mm.

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa prosedur. Prosedur pertama adalah menyiapkan dan membentuk sampel ( *specimen* ) pengelasan pelat baja AISI 1045 dengan dimensi yang telah ditentukan sebanyak 12 sampel.

Kemudian sampel dikelompokkan menjadi dua kelompok sesuai dengan perlakuan yang diberikan, yakni kelompok menggunakan media pendingin dan tanpa menggunakan media pendingin (udara bebas). Adapun dalam kelompok media pendingin diklasifikasi lagi sesuai media pendingin yang digunakan. Media pendingin yang digunakan adalah air garam, radiator *coolant*, dan air mineral.

Selanjutnya melakukan proses metalografi atau pengujian struktur mikro terhadap setiap sampel. Sebelum melakukan tahapan ini spesimen harus dipreparasi sesuai ketentuan dalam pengujian struktur mikro. Adapun persiapan yang dilakukan yaitu proses *polishing* dan *etching*. Dengan mengamati batas butir pada gambar, maka dapat dihasilkan ukuran butiran baja menggunakan metode hillard dengan diameter yaitu 10 cm.

### D.1.b. Analisa Data



**Gambar 5.** Contoh Struktur Mikro *Specimen* 1.1 (Air Garam) dengan Pembesaran 1000x

Hasil dari pada perhitungan untuk mencari ukuran butir baja karbon sedang AISI 1045 dengan menggunakan metode hillard dapat dilihat ada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Struktur Mikro Tiap Sampel

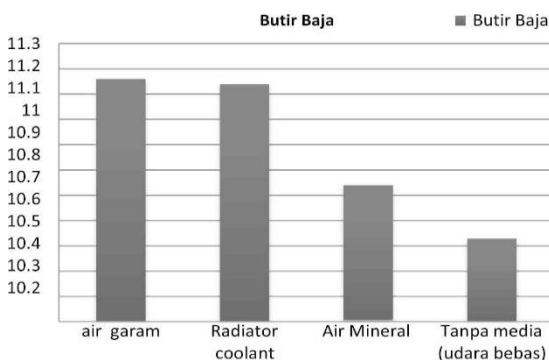
No	Sampel	Grain (Butir)
1	X1.1	11,05
2	X1.2	11,05
3	X1.3	11,38
4	X2.1	10,58
5	X2.2	10,72
6	X2.3	10,92
7	X3.1	11,05
8	X3.2	11,18
9	X3.3	11,18
10	X4.1	10,45
11	X4.2	10,58
12	X4.3	10,58

**D.1.c. Nilai Rata – Rata Hitung (Mean)**

Mencari *Mean* ini didapat dengan menjumlahkan data seluruh individu dalam kelompok itu, kemudian dibagi dengan jumlah individu yang ada pada kelompok tersebut. Sebagai mana dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 6.** Rata-rata butir hasil perhitungan struktur mikro

No	Sampel	Media Pendingin	Grain (Butir)	Rata-rata
1	X1.1		11,05	
2	X1.2	Air Garam	11,05	11,16
3	X1.3		11,38	
4	X2.1		10,58	
5	X2.2	Air Mineral	10,72	10,74
6	X2.3		10,92	
7	X3.1		11,05	
8	X3.2	Radiator Coolant	11,18	11,14
9	X3.3		11,18	
10	X4.1		10,45	
11	X4.2	Tanpa Media (Udara Bebas)	10,58	10,53
12	X4.3		10,58	



**Gambar 6.** Grafik histogram rata-rata butir struktur mikro baja AISI

**D.2. Pembahasan**

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah berupa gambar struktur mikro dari sampel yang sudah dipreparasi. Dari hasil tersebut dapat dilihat dengan jelas struktur mikro baja karbon sedang AISI 1045. Dalam proses pemolesan sampel pada penelitian ini menggunakan amplas dengan *Grit* : 150, 240, 400, 600, 800, 1000, 1500, Pada *specimen* juga terlihat struktur *pearlite* yang jelas, *pearlite* berwarna hitam buram. Sementara yang berwarna hitam pekat adalah fasa *cementite* dan yang berwarna putih adalah fasa *ferrite*.

Pembesaran yang digunakan dalam melihat struktur mikro pada specimen dalam penelitian ini adalah pembesaran 1000 kali. Pada pengolahan data menggunakan metode Hillard dapat diketahui nilai ukuran butiran pengujian hasil struktur mikro dengan menggunakan mikroskop laser *optic* pada plat baja AISI 1045 yang telah mengalami proses *quenching*, yaitu dengan media pendingin air garam, radiator *coolant*, dan air mineral.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat perubahan ukuran butir struktur mikro pada baja AISI 1045 yang didinginkan menggunakan media pendingin air garam, radiator *coolant* dan tanpa media . Dapat juga dilihat dari hasil foto menggunakan mikroskop hal tersebut tidak begitu jauh perbedaannya. Hal ini disebabkan dari tingkatan kekentalan cairan media pendingin, media pendingin yang memiliki kekentalan yang rendah menghasilkan laju pendinginan yang cepat.

**E. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang pengaruh media pendingin terhadap struktur mikro sambungan pengelasan baja AISI 1045 pada proses las MIG maka diambil kesimpulan : terdapat pengaruh atau terjadi perubahan ukuran butir struktur mikro apabila baja karbon yang telah mengalami proses pengelasan menggunakan las MIG

kemudian didinginkan menggunakan media pendingin akan mengalami perubahan struktur. Dan setiap jenis media yang digunakan akan mempengaruhi butir struktur mikro. Rata-rata butir struktur mikro baja AISI 1045 dari hasil perhitungan yaitu 11,16 untuk media pendingin garam, 10,74 untuk media pendingin air mineral, 11,14 radiator *coolant* dan tanpa media pendingin atau udara bebas 10,53. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa dari hasil proses *quenching* terdapat perubahan struktur mikro antara sampel yang didinginkan secara cepat menggunakan media pendingin dengan sampel tanpa media pendingin atau udara bebas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahadi. 2011. *Sejarah Baja dan Baja Ringan*. <http://www.ilmusipil.com>. Diakses 20 Juli 2019.
- Amar Makruf. 2015. Kaji eksperimental kualitas hasil pengelasan dengan kuat arus 120 ampere pada baja karbon sedang aisi 1045 terhadap uji ketahanan leleh baja tipe rotary bending. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Fakhrizal Yusman. 2018. Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi 1045 Oleh Fakhrizal Yusman. <http://digilib.unila.ac.id/30593/16/SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN.pdf>. Diakses 18 Juli 2019
- Anggi, Awal. 2012. Proses Pembuatan Baja Karbon <http://tsffarmasiunsoed2012.wordpress.com>. Diakses 20 Juli 2019.
- Anto Dayan. 1986. Pengantar Metode Statistik II. Jakarta: Penerbit LP3ES. Amanto, H. & Daryanto. (1999). Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Budi Kho. 2016. Pengertian Histogram Dan Cara Membuatnya. <https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-histogram-dan-cara-membuatnya/>. Diakses 25 Juli 2019.
- Coolant, P. R. 2010. Material Safety Data Sheet *Pertamina Radiator Coolant*. 2-5. [http://pelumas.pertamina.com/Files/pdf/MSDS\\_Pertamina\\_Radiator\\_Coolant.pdf](http://pelumas.pertamina.com/Files/pdf/MSDS_Pertamina_Radiator_Coolant.pdf). Diakses 20 juli 2019.
- Irfan Fadhilah. 2019. Analisis Struktur Mikro (Metalografi) [https://www.academia.edu/36906130/Analisis\\_Struktur\\_Mikro\\_Metalografi](https://www.academia.edu/36906130/Analisis_Struktur_Mikro_Metalografi). Diakses September 2019.
- J. Supranto. 2000. Statistik (Teori Dan Aplikasi), Edisi Keenam. Jakarta: Erlangga
- Muh. Nur Alam. 2016. Pengujian Struktur Mikro Hasil Pengelasan Las Asitelen Dengan Las Listrik Pada Pelat Baja St 47. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Sudaryono. 2016. Metode Penelitian Pendidikan. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Sugiyono. 2009. Statistik Untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Sukamto. 2016. Pengaruh Media Pendingin Terhadap Hasil Pengelasan TIG pada Baja Karbon Rendah. *Janateknika*, 11, 126–137.
- Sutiyoko. 2014. Jurnal Foundry. Vol. 4. No. 1. April 2014. Hal 25–28. Klaten. USU. 2011. Repository USU. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses 22 Juli 2019.
- Wahyuddin, dkk. 2015. ReSearcher Pengantar Penelitian. Lamongan: Pustaka Jingga.
- Water Run 2017, Salah Satu Kampanye Le Minerale Dalam Mendukung Gerakan Indonesia Sehat. <http://www.riskiringan.com/2017/11/water-run-2017-kampanye-le-minerale-dukung-gerakan-indonesia-sehat.html>
- Yahya Abdul Matien. 2016. Pengaruh Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Laju Korosi Pada *Hardening* Baja Karbon Sedang. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Yunaidi. 2016. Jurnal Mekanika dan Sistem Termal. Vol. 1. No. 3. Desember 2016. Yogyakarta.