

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian pengaruh variasi media pendingin, antara lain:

1. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Silvanus Langkartan, Edi Santoso., ST. MT, Fatkhurrohman, S.T., M.Eng) tentang analisa pengaruh variasi temperatur dan waktu tahan pada proses hardening baja st 41 terhadap laju korosi dengan media korosi air garam. Korosi adalah peenurunan sifat suatu logam akibat reaksi kimia antara logam dengan lingkungannya/paduan logam. Baja ST-41 mempunyai arti tegangan tarik 40 kg/mm². NaCl pada proses elektro kimia konsentrasi elektrolit konstan perlu ditambahkan H₂O atau aquades dan NaCl. Perlakuan proses panas dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur pada proses hardening pada baja ST 41. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:
 - a. Proses hardening perlakuan panas dengan variasi temperatur (875°C, 925°C, dan 975°C) dengan media air garam dapat menurunkan laju korosi pada baja ST-41 dan akan didapatkan hasil terbaik pada temperatur 975°C dengan waktu tahan (holding time) 20 menit dengan nilai laju korosinya yaitu 0,1512 mm/y.
 - b. Waktu holding time (10, 15, dan 20 menit) dalam proses hardening perlakuan panas memberikan waktu karbon berdifusi sehingga dapat menurunkan laju korosi
2. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan (Gurum AP. Ayu SA, Dita Rahmayanti, dan Nindy EM.,2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media air laut dan air garam 3% terhadap laju korosi besi ASTM A36 dan paku. Penelitian ini dilakukan dengan metode menimbang kehilangan massa hanya akibat pengkaratan saat sampel terendam selama 72 jam, 144 jam, 216 jam, 288 jam, dan 360 jam. Semakin lama waktu perendaman, laju korosi yang dihasilkan ASTM A36 dan paku pada media air laut dan air garam 3% akan semakin kecil yang disebabkan reaksi elektrokimia. Laju korosi pada

paku lebih besar dibandingkan dengan besi ASTM A36. Dari penelitian dapat disimpulkan semakin lama waktu perendaman maka semakin kecil laju korosi yang ditimbulkan oleh besi. ASTM A36 dan Paku pada air laut dan air garam 3% karena adanya pasivasi. Laju korosi pada paku lebih besar yaitu $9,27 \times 10^{-5}$ mm/years (media Air Laut) dan $9,37 \times 10^{-5}$ mm/years (media air garam 3%) daripada besi ASTM A36 sebesar $6,93 \times 10^{-5}$ mm/years (media Air Laut) dan $6,53 \times 10^{-5}$ mm/years (media air garam 3%), dan ketahanan korosi relatif besi ASTM A36 dan paku sangat baik karena berada kurang dari 0,02 mm/years. Selama masa perendaman bahan besi dalam air laut dan air garam 3% laju korosi sangat baik karena < 1 .

3. Dalam penelitian terdahulu yang dilakukan (Yahya Abdul Matien,2019) tentang pengaruh media pendingin terhadap struktur mikro, kekerasan dan laju korosi pada hardening baja karbon sedang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh media pendingin terhadap struktur mikro, kekerasan dan laju korosi baja karbon sedang dengan media pendingin air kelapa, radiator coolant dan kombinasi air dengan dromus oil. Hasil penelitian ini yang diperoleh adalah hardening air kelapa mempunyai rata-rata nilai kekerasan paling tinggi sebesar 35,7 HRC dengan struktur mikro martensite berukuran kecil, padat, halus, dan nilai laju korosi 5,43 mm/y. Hardening radiator coolant memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 26,3 HRC dengan struktur mikro martensite dan nilai laju korosi sebesar 5,68 mm/y. Hardening kombinasi dromus oil dan air memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 9,2 HRC dengan struktur mikro martensite dan laju korosi spesimen ini sebesar 6,59 mm/y. Penelitian ini memiliki nilai kekerasan paling rendah dan laju korosi paling tinggi adalah raw material, dengan nilai kekerasan 3 HRC dan kandungan struktur mikro ferrite, nilai laju korosi sebesar 7,17 mm/y. Media pendingin hardening air kelapa memiliki kelebihan laju pendinginan cepat dan laju korosi paling lambat. Media pendingin hardening radiator coolant memiliki kelebihan laju pendinginan cepat, kemudian dari segi kekurangan memiliki laju pendinginan dibawah media pendingin air kelapa. Media pendingin kombinasi dromus oil dengan air memiliki kelebihan mudah

ditemukan dan diemulsikan, sedangkan kekurangannya memiliki laju pendinginan lambat dan ketahanan korosi rendah.

4. Pada penelitian yang dilakukan (R. Rahmadani, A. Hidayat, M.Y. Fadri, A.R. Syaputra, E.P.S. Haprabu, V.A. Nugroho, B. Goin, S. Arifin, S. Djiwo, 2020). tentang Baja AISI 1045 termasuk dalam kategori baja karbon sedang dengan kandungan karbon berkisar 0.42-0.50% yang sering digunakan pada komponen permesinan. Tujuan tersebut membutuhkan material dengan karakter yang memenuhi persyaratan untuk mendapatkan fungsi lebih maksimal dalam penggunaannya. Perlakuan panas yang tepat adalah untuk memperoleh sifat mekanis yang diinginkan. Pada penelitian ini baja AISI 1045 dipanaskan dengan temperatur 840°C selama 30 menit, selanjutnya pendinginan cepat dengan oli SAE 20W–40 pada wadah terbuka. Penelitian ini menguji struktur mikro, kekerasan Rockwell skala C, serta kekuatan tarik pada sampel sebelum perlakuan panas dan setelah perlakuan panas. Hasil pengujian struktur mikro sebelum perlakuan panas berupa fasa perlit dan ferit, setelah perlakuan panas menjadi martensit, perlit dan ferit, sedangkan pengujian nilai kekerasan meningkat sebesar 44.67% dari 15.67 HRC menjadi 22.67 HRC, dan pada pengujian kekuatan tarik maksimum menghasilkan peningkatan sebesar 34.26% dari 765.73 N/mm² menjadi 1028.1 N/mm². Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, antara lain:
 - a. Sebelum perlakuan panas nilai fasa perlit 80.48% dan ferit 19.52%, nilai kekerasan sebesar 15.67 HRC, nilai kekuatan tarik maksimum sebesar 765.73 N/mm².
 - b. Hasil perlakuan panas menghasilkan fasa martensit 35.45%, ferit 45.67%, dan perlit 18.88%, nilai kekerasan sebesar 22.67 HRC, nilai kekuatan tarik maksimum 1028.1 N/mm².
 - c. Perubahan struktur mikro dipengaruhi unsur paduan baja, proses perlakuan panas, laju pendinginan dan volume media pendinginan.
 - d. Peningkatan kekerasan dan kekuatan tarik dipengaruhi oleh unsur karbon, pendinginan cepat, dan struktur mikro.
5. Pada penelitian yang dilakukan Eko Nugroho, Sulis Dri Handono, Asroni, Wahidin, tentang Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat

Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi. Baja karbon merupakan logam yang sering digunakan pada dunia industri. Jenis baja yang sering digunakan adalah baja AISI 1045 atau baja karbon sedang. Baja AISI 1045 sering digunakan untuk pembuatan sparepart dan lain lain. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur dan media pendingin pada proses heat treatment terhadap nilai kekerasan baja AISI 1045, Penelitian ini temperature 7500°C, 8500°C, dan 9500°C dengan holding time selama 30 menit. Media pendingin yang digunakan air mineral dan oli SAE 10w-40. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada media pendingin air mineral yaitu 58,2 HRC pada variasi temperatur 8500°C dan nilai kekerasan tertinggi media pendingin oli adalah 33,4 HRC pada variasi temperatur 9500°C. Laju korosi tertinggi media pendingin air mineral adalah 3,998 ipy pada variasi temperatur 9500°C, dan 4,086 ipy pada media pendingin oli dengan variasi temperatur 9500°C. Nilai kekerasan berpengaruh terhadap laju korosi, semakin keras material maka laju korosinya juga semakin tinggi itu diakarenakan adanya tegangan sisa yang dihasilkan fasa martensite. Semakin tinggi temperatur pada saat proses quenching laju korosinya meningkat.

6. Pada penelitian kali ini terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian kali ini baja ST 42 sebagai topik penelitian kemudian variasi temperatur (750°C, 850°C, dan 950°C) dan media pendingin menggunakan air garam digunakan pada proses *Hardening* dan penelitian kali ini menggunakan 2 variabel *dependent* yaitu struktur mikro dan laju korosi untuk mengidentifikasi pengaruh media pendingin pada baja ST 42.

2.2 Pengertian Baja

Baja merupakan logam campuran yang terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C). Besi dan Baja merupakan material yang berbeda tetapi mempunyai kandungan unsur utama yang sama yaitu besi(Fe). Baja karbon adalah baja yang terdiri dari elemen-elemen sebagai berikut: 1.7 % carbon, 1.65% Manganese, 0.60% Silicon, 0.60% Copper. Baja karbon bukan berarti baja yang sama sekali tidak mengandung unsur lain selain besi dan karbon. Baja karbon masih mengandung sejumlah unsur lain, tetapi masih dalam batas-batas tertentu tidak berpengaruh terhadap sifatnya. Unsur-unsur berasal dari proses pembuatan besi/baja, seperti mangan dan silikon

dan beberapa unsur pengotor seperti belerang, phosphor, oksigen, nitrogen, dan lainnya yang biasanya ditekan sampai kadar yang sangat kecil. Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8%, silikon kurang dari 0,5% dan unsur lain yang sedikit dianggap sebagai baja karbon. Baja karbon (Carbon Steel) dapat diklasifikasikan menjadi 4 kategori (berdasarkan karbon yang di kandung):

- 1 Baja Karbon rendah (low carbon steel) mengandung Carbon kurang dari 0.15% dan memiliki sifatnya mudah di tempa. Contoh: rantai paku keling, pipes, sekrup, dan paku.
- 2 Baja Karbon menengah (medium carbon steel) mengandung karbon 0.30%-0.59% memiliki kekuatan lebih tinggi daripada baja karbon rendah memiliki sifat sulit untuk di bengkokkan, di las, dipotong contoh: rel, obeng.
- 3 Baja karbon tinggi (high carbon steel) mengandung karbon 0.60%-1.70% sifatnya sulit dibengkokkan, dilas, dan di potong contoh: screw drivers, blacksmiths hummers, tables knives, wire drawing dies.

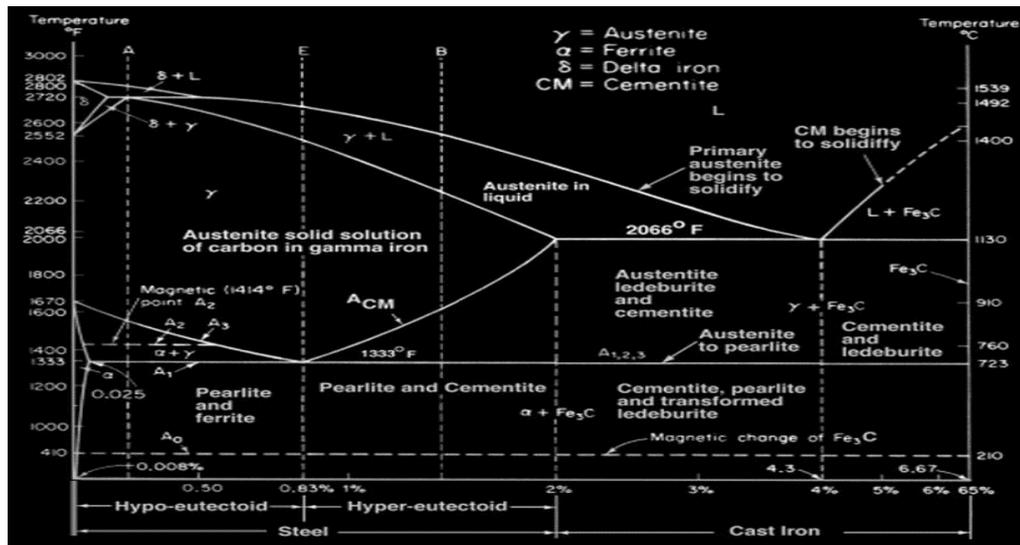
2.2.1 Baja St 42

Baja ST 42 ini termasuk kedalam kelompok baja karbon rendah. ST 42 merupakan baja dengan kekuatan tarik adalah 42 Kg/mm². Baja karbon ST 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan. Menurut Nevada J. M. Nanulaitta (2012) baja ST 42 merupakan jenis baja konstruksi yang mempunyai kandungan 0,07–0,10% C, 0,15–0,25% Si, 0,03% P, 0,035% S, dan 0,3–0,6% Mn. Baja ST 42 dengan kandungan karbon dibawah 0,25 % termasuk kedalam kelompok baja karbon rendah (Low-Carbon Steel). Pengaplikasian baja karbon rendah ST 42 pada bidang teknik antara lain digunakan untuk: baja konstruksi mulai dari rangka bangunan, baja tulangan beton, rangka kendaraan, ulir sekrup, mur, baut, poros plopeller, alat pengangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder dan lain – lainnya.

2.3 Heat treatment (perlakuan panas)

Menurut Agung Prayogi & Suherman (2019). Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan.

Perubahan sifat logam akibat proses perlakuan panas dapat mencakup keseluruhan bagian dari logam atau sebagian dari logam. Adanya sifat *alotropik* dari besi menyebabkan timbulnya variasi struktur mikro dari berbagai jenis logam. *Alotropik* itu sendiri adalah merupakan transformasi dari satu bentuk susunan atom (sel satuan) ke bentuk susunan atom yang lain. Pada temperatur dibawah 9100 C sel satuannya *Body Center Cubic* (BCC), temperatur antara 910o C dan 1392o C sel satuannya *Face Center Cubic* (FCC) sedangkan temperatur diatas 1392o C sel satuannya kembali menjadi BCC.



Gambar 2. 1 Diagram Fe 3C

Sumber: (Agung Prayogi & Suherman 2019)

Diagram Kesetimbangan Besi – Karbon Diagram kesetimbangan besi-karbon merupakan diagram yang menjadi parameter untuk mengetahui segala jenis fasa yang terjadi pada baja, serta untuk mengetahui faktor – faktor apa saja yang terjadi pada paduan baja serta segala perlakuan perlakuannya. Pada diagram kesetimbangan besi-karbon dapat dilihat daerah fasa yang luas pada proses larutan karbon hingga mencapai 2 % yang bekerja pada temperatur 1147 C dan merupakan daerah besi Gamma atau biasa disebut daerah austenit. Pada kondisi ini biasanya austenit bersifat lunak, mudah dibentuk, stabil dan memiliki struktur kristal Face Centered Cubic Besi BCC dapat melarutkan karbon dalam jumlah yang sangat rendah yaitu 0,02 % maksimum pada suhu 723 C. Larutan pada intensitas dari karbon di dalam besi ini juga disebut juga besi Alpha atau biasa disebut fasa Ferrite. Pada suhu diantara 910 C sampai 1390 C, atom-atom besi menyusun diri menjadi kristal FCC atau besi Gamma atau fasa austenit. Besi Gamma ini dapat melarutkan

karbon dalam jumlah yang besar yaitu sekitar 2,06 % maksimum yang bekerja pada suhu sekitar 1147 C. Penambahan karbon ke dalam besi FCC ditransformasikan dalam struktur BCC dari 910 C menjadi 723 C dan suhu cair 1534 C, besi Gamma diubah menjadi susunan BCC kembali yang disebut besi delta. Diagram fasa Fe₃C merupakan dasar-dasar baja karbon sampai pada kadar 1,7%C. Namun diatas 1,7%C mempunyai sistem besi karbon sudah termasuk dalam kategori daerah besi tuang.

2.3.1 Hardening

Hardening adalah perlakuan panas terhadap logam dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami logam. Perlakuan panas menuntut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan, jangka waktu penghentian yang memadai pada suhu pengerasan dan pendinginan (pengejutan) berikutnya secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis. Akibat pengejukan dingin dari daerah suhu pengerasan ini, dicapailah suatu keadaan paksaan bagi struktur baja yang merangsang kekerasan, oleh karena itu maka proses pengerasan ini disebut pengerasan kejut. Karena logam menjadi keras melalui peralihan wujud struktur, maka perlakuan panas ini disebut juga pengerasan alih wujud. Kekerasan yang dicapai pada kecepatan pendinginan kritis (martensit) ini diringi kerapuhan yang besar dan tegangan pengejukan, karena itu pada umumnya dilakukan pemanasan kembali menuju suhu tertentu dengan 8 pendinginan lambat. Kekerasan tertinggi (66-68 HRC) yang dapat dicapai dengan pengerasan kejut suatu baja, pertama bergantung pada kandungan zat arang, kedua tebal benda kerja mempunyai pengaruh terhadap kekerasan karena dampak kejut membutuhkan beberapa waktu untuk menembus ke sebelah dalam, dengan demikian maka kekerasan menurun kearah inti. cara memanaskan material di *elektrik terance* (tungku) pada temperatur rekristalisasi 723°C selama periode waktu tertentu. *Hardening* merupakan jenis perlakuan panas yang bertujuan untuk mendapatkan kekerasan tanpa mengubah komposisi kimia secara keseluruhan. Proses hardening temperatur yang digunakan harus diatas suhu *austenite* atau diatas 723°C dengan batas suhu 950°C.

2.3.2 Holding Time

Holding time (waktu penahanan) adalah proses di mana suhu dipertahankan pada tingkat tertentu selama periode waktu tertentu sehingga suhu menjadi merata dan perubahan struktur material terjadi secara seragam. Proses ini penting dalam proses hardening karena membantu mencapai kekerasan maksimum dari material dengan memastikan bahwa suhu pengerasan dipertahankan untuk mencapai pemanasan yang seragam. Hal ini berkontribusi pada homogenitas struktur austenit, termasuk kelarutan karbida ke dalam austenit dan proses difusi karbon serta unsur paduannya. Baja perlu ditahan pada suhu austenit untuk memungkinkan larutnya karbida dan menciptakan austenit yang lebih homogen. Waktu penahanan memiliki pengaruh besar pada transformasi material, dan jika waktu penahanan tidak tepat atau terlalu singkat, transformasi yang terjadi mungkin tidak sempurna dan struktur yang dihasilkan tidak homogen. Oleh karena itu, tabel panduan untuk menentukan waktu penahanan berbagai jenis baja sangat berguna dalam proses hardening (Pramono A, 2011).

Pedoman untuk menentukan waktu penahanan dari berbagai jenis baja dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2. 1 Jenis baja dan waktu tahan yang dibutuhkan pada proses perlakuan panas

Sumber: (Pramono, 2011)

Jenis Baja	Waktu tahan (menit)
Baja karbon dan baja paduan rendah	5-15
Baja paduan menengah	15-25
Low alloy tool steel	10-30
High alloy chrome steel	10-60
Hot work tool steel	15-30

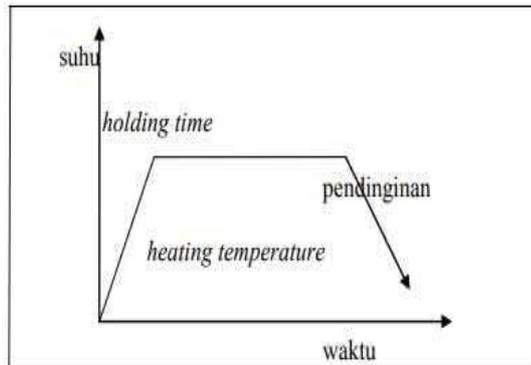
ketebalan benda uji memengaruhi waktu penahanan yang dibutuhkan selama proses austenisasi dalam perlakuan panas. Persamaan matematis yang menghubungkan waktu penahanan dengan ketebalan benda uji adalah informasi yang sangat berguna dalam proses pengolahan panas. Namun, sepertinya Anda belum memberikan persamaan matematis yang dimaksud:

$$T = 1,4 \times H \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan:

T = waktu penahanan (menit)

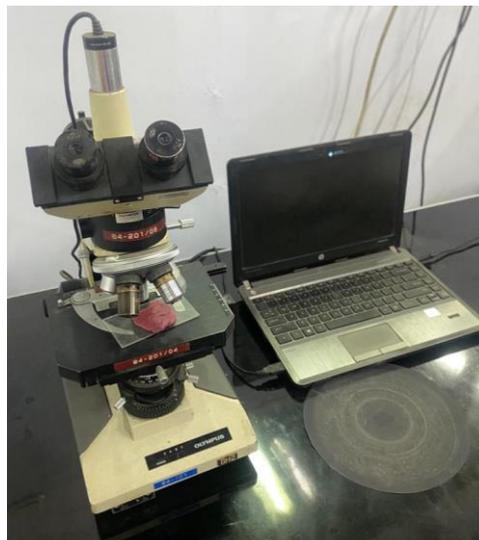
H = tebal benda kerja (mm)



Gambar 2. 2 Diagram perubahan suhu
Sumber: (Pramono, 2011)

2.4 Struktur Mikro

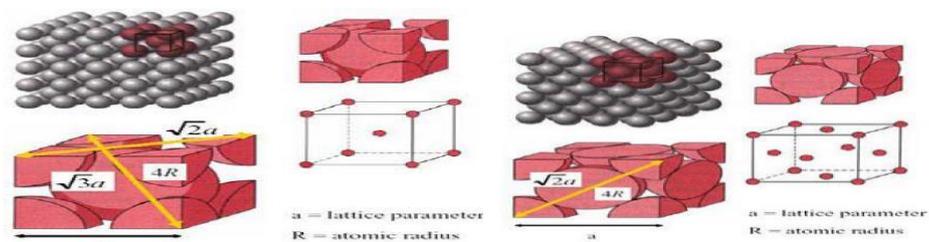
Metalografi merupakan ilmu yang mempelajari karakteristik susunan struktur mikro yang terdapat pada logam paduan yang nantinya berhubungan dengan sifat-sifat mekanik pada baja. Pengamatan struktur mikro untuk mengetahui terbentuknya ukuran butir, batas butir, fase baru, proses presipitasi, komposisi kimia, cacat kristal, dislokasi dan yang lainnya dapat dilihat dengan gambaran struktur mikro.



Gambar 2. 3 Mikroskop
Sumber: (Politeknik Negeri Malang)

Karbon larut di dalam besi dalam bentuk larutan padat (solution) hingga 0,05% berat pada temperatur ruang. Baja dengan atom karbon terlarut hingga jumlah

tersebut memiliki alpha ferrite pada temperatur ruang. Pada kadar karbon lebih dari 0,05% akan terbentuk endapan karbon dalam bentuk hard intermetallic stoichiometric compound (Fe_3C) yang dikenal sebagai cementite atau carbide. Selain larutan padat alpha-ferrite yang dalam kesetimbangan dapat ditemukan pada temperatur ruang terdapat fase-fase penting lainnya, yaitu delta-ferrite dan gamma-austenite. Logam Fe bersifat polymorphism yaitu memiliki struktur kristal berbeda pada temperatur berbeda. Pada Fe murni, misalnya, alpha-ferrite akan berubah menjadi gamma-austenite saat dipanaskan melewati temperature 910°C . Pada temperatur yang lebih tinggi, mendekati 1400°C gamma-austenite akan kembali berubah menjadi delta-ferrite. (Alpha dan Delta) Ferrite dalam hal ini memiliki struktur kristal BCC sedangkan (Gamma) Austenite memiliki struktur kristal FCC.



Gambar 2. 4 Ilustrasi Kristal Bcc
Sumber: (Agung Prayogi & Suherman 2019)

1. Ferrite

Ferrite merupakan fase larutan padat yang memiliki struktur BCC (body centered cubic). Ferrite dapat ditemukan pada temperatur ruang, yaitu alpha-ferrite atau pada temperatur tinggi, yaitu delta-ferrite. Fase ini ferrit bersifat lunak (soft), ulet (ductile), dan magnetik (magnetic) hingga temperatur tertentu, yaitu T_{curie} . Kelarutan karbon di dalam fase ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan kelarutan karbon di dalam fase larutan padat lain di dalam baja, yaitu fase Austenite. Kelarutan karbon di dalam alpha-ferrite hanyalah sekitar 0,05%.

2. Pearlite

Pearlite merupakan suatu campuran lamellar dari ferrite dan cementite. Pearlite memiliki struktur yang lebih keras daripada ferrite, yang terutama disebabkan oleh adanya fase cementite atau carbide dalam bentuk lamel-lamel.

3. Austenite

Fase Austenite memiliki struktur atom FCC (Face Centered Cubic). Fase Austenite ditemukan pada temperatur tinggi. Fase ini bersifat non magnetik dan ulet (ductile) pada temperatur tinggi. Kelarutan atom karbon di dalam larutan padat Austenite lebih besar jika dibandingkan dengan kelarutan atom karbon pada fase Ferrite. Secara geometri, dapat dihitung perbandingan besarnya ruang intertisi di dalam fase Austenite (atau kristal FCC) dan fase Ferrite (atau kristal BCC)

4. Cementite

Cementite atau carbide merupakan stoichiometric inter-metallic compound Fe_3C yang keras (hard) dan getas (brittle). Cementite sebenarnya dapat terurai menjadi bentuk yang lebih stabil yaitu Fe dan C sehingga sering disebut sebagai fase metastabil. Cementite sistem besi baja dengan berbagai bentuk seperti: bentuk bola (sphere), bentuk lembaran (berselang seling dengan alpha-ferrite), atau partikel-partikel carbide kecil. Bentuk, ukuran, dan distribusi karbon dapat melalui siklus pemanasan dan pendinginan. Jarak rata-rata antar karbida, dikenal sebagai lintasan Ferrite rata-rata (Ferrite Mean Path), merupakan parameter penting yang dapat menjelaskan variasi sifat-sifat besi baja.

5. Martensite

Martensite merupakan fasa yang terbentuk tanpa melalui proses difusi. Martensite yang terbentuk seperti jarum yang bersifat sangat keras (hard) dan getas (brittle). Fase martensite adalah fase metastabil yang akan membentuk fase yang lebih stabil apabila diberikan perlakuan panas. Martensite yang keras dan getas diduga terjadi karena proses transformasi secara mekanik (geser) akibat adanya atom karbon yang terperangkap pada struktur kristal pada saat terjadi transformasi polimorf dari FCC ke BCC. Hal ini dapat dipahami dengan membandingkan batas kelarutan atom karbon di dalam FCC dan BCC serta ruang intertisi maksimum pada kedua struktur kristal tersebut.

Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optic untuk pengetahuan gambaran susunan struktur mikro yang terjadi yang nanti berhubungan dengan sifat mekanik pada baja. Struktur Mikro pada logam terdiri dari partikel-

partikel kristal atau butir-butir. Batas butir tersebut terlihat karena adanya korosi pada batas butir yang berasal dari proses pengetsaan. Batas butir terjadi karena adanya pengendapan atau pemisahan akibat sifat fisika dan kimianya. Atom bebas yang terbentuk pada butir akan membentuk susunan yang beraturan seperti pola bentuk ruang. Pada besi dan baja mempunyai struktur bcc (body centered cubic), fcc (face centered cubic) dan hcp (hexagonal close-packed).

Analisis struktur mikro bertujuan untuk mengetahui batas butir dengan pengetsaan menggunakan larutan etsa. Pengetsaan dapat memperjelas gambar susunan struktur mikro yang terdapat pada baja. Pemilihan larutan etsa diperlukan agar dapat terlihat batas butir dan ukuran butirnya. Ada beberapa jenis metode etsa yang dapat digunakan untuk pembentukan batas butir yaitu metode etsa kimia dengan membasahi permukaan logam dengan larutan etsa dan metode etsa elektrolitik dengan menggunakan reaksi elektrolisis dengan mereaksikan logam tersebut.

2.5 Korosi

Korosi merupakan proses kerusakan logam akibat reaksi elektrokimia dan lingkungan. Korosi adalah proses yang bersifat alamiah, oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan. Korosi hanya bisa di kontrol laju korosinya sehingga memperlambat terjadinya korosi. Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap korosi yaitu kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, unsur-unsur penyusun yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan faktor lingkungan yaitu pencemaran udara, suhu, kelembaban, keberadaan zat-zat kimia yang bersifat korosif. Menurut (Suhartanti, 2006) faktor lingkungan penyebab korosi adalah O_2 , H_2O , CO_2 , pH, temperatur tinggi dan mikrobia sehingga dapat terjadi korosi melalui proses fisik, kimia, biologi, elektrokimia, mekanis, dan suhu tinggi.

Perhitungan laju korosi dilakukan dengan menggunakan metode kehilangan berat, serta metode ini melakukan penimbangan material awal sebelum maupun sesudah terkorosif. Dalam penelitian ini untuk kelembaban akan dilakukan pengecekan kelembaban secara berkala dengan melihat perubahan cuaca ataupun suhu pada daerah sekitar menggunakan alat higrometer untuk mendapatkan hasil persentase yang efektif. Untuk mengetahui hilangnya berat dihitung dengan persamaan sebagai berikut ini (Setiawan & Dewi, 2019) (Setiawan, 2018):

$$CR \text{ (mm/y)} = (K \times W) A \times T \times D \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

CR = Corrosion rate / laju korosi (mm/y)

K = Konstanta untuk mengubah satuan ($8,78 \times 10^6$)

W = Berat yang hilang (gram)

A = Luas area total (cm²)

T = Waktu exposure (jam)

D = Massa jenis baja (gram/cm³)

$$A = [2 \times \{(p \times l) + (p \times t)\}] + (l \times t) \dots\dots\dots (2.4)$$

Efisiensi inhibitor dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi inhibitor (\%)} = \frac{CR \text{ no inhibitor} - CR \text{ inhibitor}}{CR \text{ non inhibitor}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

2.6 Media Pendingin

Media pendingin merujuk pada bahan atau zat yang digunakan dalam proses pendinginan spesimen yang telah dipanaskan dalam perlakuan panas. Penggunaan media pendingin ini bertujuan untuk mengubah sifat mekanik dari baja, khususnya untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatan material tersebut. Dalam konteks perlakuan panas, terdapat berbagai macam media pendingin yang digunakan, di antaranya adalah air, oli, dan air garam. Namun, seiring dengan perkembangan penelitian dan pendidikan, ditemukan berbagai jenis media pendingin lainnya yang dapat digunakan dalam proses perlakuan panas.

Proses quenching adalah proses pendinginan cepat yang melibatkan penggunaan berbagai jenis media pendingin. Efektivitas media pendingin dalam proses quenching bervariasi tergantung pada sejumlah faktor, seperti temperatur, kelarutan, viskositas, dan komposisi media tersebut. Kecepatan pendinginan yang lebih tinggi dalam proses quenching menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi pada material logam. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pendinginan cepat mengakibatkan akumulasi karbon dalam struktur kristal logam, yang pada gilirannya meningkatkan kekerasan material tersebut.

Penggunaan garam sebagai media pendingin dipilih karena memiliki sifat pendinginan yang konsisten dan efektif. Ketika benda yang akan didinginkan

dicelupkan ke dalam cairan garam, proses pendinginan terjadi dengan cepat. Ini mengakibatkan pengerasan material karena karbon pada permukaan benda terikat dengan lebih kuat. Cairan garam adalah campuran garam dan air, dan memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan air murni. Keunggulan penggunaan air garam sebagai media pendingin meliputi distribusi suhu yang merata di seluruh permukaan benda yang didinginkan, serta ketiadaan risiko oksidasi, karburasi, atau dekarburasi selama proses pendinginan. Air garam seringkali menjadi pilihan utama dalam proses quenching, terutama pada peralatan yang terbuat dari baja. Keunggulan utama penggunaan air garam adalah kemampuannya dalam menjaga suhu tetap merata di seluruh permukaan benda yang didinginkan. Hal ini menghindarkan risiko terjadinya oksidasi, karburasi, atau dekarburasi selama proses pendinginan, yang dapat memengaruhi kualitas akhir dari benda tersebut.