

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Perlakuan panas merupakan proses pemanasan, penahanan temperatur tertentu, dan pendinginan pada suatu baja untuk memperoleh perbedaan kombinasi sifat sifat mekanik. Perlakuan panas dilakukan didalam tungku listrik dengan pengontrolan temperatur yang tepat dan perbandingan kesuatu media pendingin sesuai dengan kondisi dan spesifikasi bajanya (Syamsul, 2016).

Proses *quenching* atau pendinginan secara cepat adalah satu proses yang dilakukan setelah pemanasan logam hingga mencapai batas *austenit*. Selanjutnya dengan cepat dilakukan pendinginan dengan mencelupkan baja tersebut ke dalam media pendingin. Pada waktu pendinginan yang cepat fase *austenite* tidak sempat berubah menjadi *ferit* atau *perlit* karena tidak ada kesempatan bagi atom – atom karbon yang telah larut dalam *austenite* untuk mengadakan pergerakan *difusi* dan bentuk *sementit*, oleh karena itu terjadi fase *martensit* (fase yang sangat keras) (Widoyono, 2011).

Pendapat lain mengenai heat treatment atau perlakuan panas adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan specimen pada *elektrik terance* atau tungku pada temperature rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam yang terutama sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping komposisi kimianya, contohnya

suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah. Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya (Dzulfikar dkk, 2018).

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quench* (Djafri, Sriati. 1987)

2.2 Teori dasar besi cor

Besi cor mempunyai keuntungan yaitu mampu tuang (*castability*) yang baik, kemudahan proses produksi dan rendahnya proses temperatur kamar. Akan tetapi besi cor mempunyai titik lebur yang relatif rendah yakni 1150°C - 1300°C dan dapat dituang kedalam bentuk-bentuk yang sulit. Hal ini merupakan keuntungan dari besi cor karena mendapatkan bentuk benda yang diinginkan hanya diperlukan proses pemanasan dan juga besi cor mempunyai kekerasan, ketahanan aus, dan ketahanan terhadap korosi yang cukup baik. Salah satu logam yang banyak digunakan oleh manusia untuk keperluan industri dan rekayasa adalah besi cor (Surdia & Saito, 1999).

2.3 Cetakan Pasir Basah

Pasir cetak yang umum digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika (pasir kuarsa). Beberapa dari pasir tersebut ada yang langsung dapat dipakai tetapi ada yang harus dipecah-pecah dulu sehingga ukuran butirannya sesuai. Pasir gunung yang umumnya mengandung lempung dan kebanyakan dapat dipakai setelah dicampur air. Pasir dengan kadar lempung 10-20

% dapat dipakai begitu saja. Campuran pasir cetak yang baik memiliki kandungan air 7-12 %. (Sihite dkk, 2014).

Cetakan dalam proses pengecoran ini penulis menggunakan media pasir cetak basah banyak digunakan dalam pengecoran logam karena harganya murah. Cetakan pasir dikatakan basah karena pada pasir yang digunakan masih mengandung air sehingga menjadi lembab pada saat logam cair di tuang kedalam cetakan. Istilah dari cetakan ini adalah *green sand mold*. Penggunaan pasir kali sebagai cetakan pasir basah karena memiliki keunggulannya antara lain:

1. Memiliki kolapsibilitas yang baik.
2. Permeabilitas baik.
3. Reusabilitas yang baik
4. Harga yang murah

Diantara kelebihan diatas, pasir kali sebagai media *green sand mold* memiliki kelemahan yaitu karena masih mengandung air dan masih tergolong basah, maka pasir ini dapat menimbulkan cacat untuk logam dan bentuk tertentu.

2.4 Besi Cor Kelabu

Besi cor kelabu terdiri dari beberapa unsur pembangun, dikutip dari Surdia, T. dan Saito. S, T. (1999) unsur pembangun dari besi cor kelabu yaitu *karbon (C)*, *silicon (Si)*, *mangan (Mn)*, *phosfour (P)*, *sulfur (S)* dan unsur lainnya. *Silikon* adalah salah satu unsur pembangun dalam besi cor, unsur tersebut yang akan menentukan kekuatan dalam pembuatan besi cor.

Besi cor kelabu lazimnya tidak dikenakan beban dinamis, atau apabila ada maka besarnya beban yang bekerja tidak boleh lebih dari 25% kekuatan tarikny.

Keberadaan grafit pada besi cor kelabu menyebabkan material ini tidak memiliki daerah elastis yang linier. Grafit juga menyebabkan terdapatnya bagian yang mengalami plastis meskipun besi cor tersebut dibebani oleh gaya yang rendah. Hal ini disebabkan karena pada ujung-ujung grafit terjadi tegangan yang sangat besar sebagai akibat adanya konsentrasi tegangan. Kenyataan ini sangat menyulitkan untuk menentukan seberapa besar regangan elastis dan plastisnya

2.4.1 Karakteristik besi cor kelabu

Salah satu Karakteristik dari besi cor ini adalah bidang patahannya, patahan terjadi dengan rambatan yang melintasi satu serpih ke serpih yang lainnya. Karena sebagian besar permukaan patahan melintasi serpih-serpih *grafit*, maka permukaannya berwarna kelabu. Untuk itu disebut besi cor kelabu, besi cor ini memiliki kapasitas peredaman tinggi. Perlakuan panas yang dialami oleh besi cor kelabu dapat menghasilkan besi cor dengan struktur yang berbasis pada fasa *feritik*, *perlitik*, atau *martensitik*. Dengan sifat-sifat yang dimilikinya, besi cor ini lebih banyak digunakan sebagai landasan mesin, poros penghubung, dan alat berat. Secara keseluruhan sifat fisik dan mekanik dari besi tuang kelabu ASTM 40 dapat dilihat pada table di bawah.

Table 2.1 Karakteristik Besi Tuang Kelabu (Mukhlis Z, 2017)

Komposisi Kimia Besi Cor Kelabu ASTM 40	C =2,7 - 4,0%, Mn = 0,8%, Si = 1,8 – 3%, S = 0, 07% max, P =0,2% max	
Karakteristik Sifat Fisik Dan Mekanik Besi Tuang Kelabu		
Densiti	$7,06 \times 10^3 - 7,34 \times 10^3$	kg/m ³
Modulus Elastisitas	124	Gpa

Thermal Expansion (20 C)	9,0 x 10-6	C ⁻¹
Specific Heat Capacity (25 C)	490	J/(kg x K)
Konduktivitas Thermal	53,3	W/(m x K)
Resistivitas Listrik	1,1 x10-7	Ohm x m
Kuat Tarik	276	Mpa
Elongasi	1	%
Kekerasan	180 – 302	HB, Hardness Brinell

2.5 Media Pendinginan

Media pendingin yang lazim digunakan untuk mendinginkan spesimen pada proses pengerasan baja yang akan digunakan yaitu (air, oli, udara, air garam) dengan alasan media pendingin tersebut digunakan untuk memperoleh hasil yang diharapkan. Penggunaan (oli SAE 40 dan air), atas dasar tujuan untuk memperbaiki sifat baja, maka peneliti menggunakan perlakuan panas metode *quenching* dengan media pendinginnya oli SAE 40 dan air.

1. Oli SAE 40

Oli memiliki nilai viskositas atau kekentalan yang tertinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya dan massa jenis yang rendah sehingga laju pendinginannya lambat.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Supriyanto, 2009 tentang hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan air sumur lebih keras dibandingkan dengan hasil dari media pendinginan oli SAE 40 dan media pendinginan udara suhu kamar. Laju dari pendinginan air sumur lebih cepat

dari laju pendinginan oli SAE 40 dan udara suhu kamar, sehingga struktur mikro yang terbentuk pada benda uji dengan media pendinginan air sumur mempunyai unsur *magnesium* (Mg) lebih banyak dan merata dari benda uji dengan media pendinginan oli SAE 40 dan udara suhu kamar.

2. Air

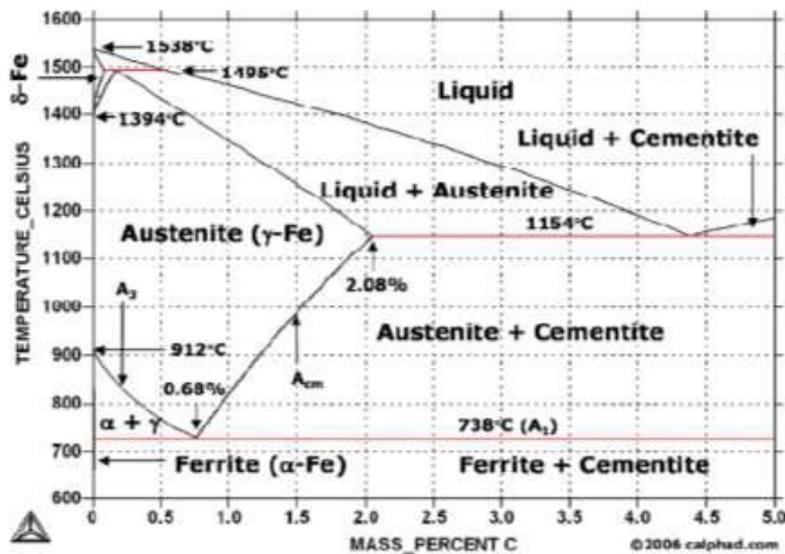
Memiliki massa jenis yang besar tapi lebih kecil dari air garam, kekentalannya rendah sama dengan air garam. Laju pendinginannya lebih lambat dari air garam. Air menghasilkan tingkat pendinginan mendekati tingkat maksimum. Keunggulan air sebagai media pendingin adalah murah, mudah tersedia, mudah dibuang dengan minimal polusi atau bahaya kesehatan. Air juga efektif dalam menghilangkan *scaling* dari permukaan bagian baja yang di-*quenching*.

Penelitian mengenai *quenching* air juga pernah dilakukan oleh seorang peneliti dari Lampung dimana hasil yang dihasilkan jika dibandingkan dengan raw material maka tingkat kekerasan logam yang telah mengalami proses *quenching* dengan media air mengalami peningkatan yang signifikan yaitu dari 43.06 HRC menjadi 59.45 HRC (Yusman F, 2018)

2.6 Proses *Heat treatment*

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978:59), perlakuan panas pada baja adalah proses pemanasan baja sampai temperatur tertentu dan selama waktu tertentu kemudian diikuti dengan proses pendinginan menurut laju pendinginan tertentu untuk memperoleh sifat-sifat yang diinginkan dalam batas kemampuan baja yang berbeda dari sifat semula.

Fase didefinisikan sebagai daerah logam yang secara fisik dan mekanik terpisah, secara kimia homogen. Dua fasa dikatakan berbeda jika mempunyai bentuk fisik yang berbeda (padat, cair dan gas) atau mempunyai bentuk fisik sama tetapi komposisi dan struktur kristal berbeda. Apabila dua fasa mempunyai kombinasi sama dan struktur sama tetapi sifat magnetic berbeda, maka dapat dikatakan kedua fasa tersebut berbeda. Transformasi fasa adalah perubahan suatu fasa atau perubahan fasa awal menjadi satu fasa baru.



Gambar 2.1 Diagram Fe-C/ Fasa

(Yahya abdul matien, 2016)

Proses perlakuan panas terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari proses pemanasan bahan hingga pada suhu tertentu dan selanjutnya didinginkan juga dengan cara tertentu. Tujuan dari perlakuan panas adalah mendapatkan sifat-sifat mekanik yang lebih baik dan sesuai dengan yang diinginkan seperti meningkatkan kekuatan dan kekerasan, mengurangi tegangan, melunakkan, mengembalikan pada kondisi normal akibat pengaruh pada pengerjaan sebelumnya, dan menghaluskan

butir kristal yang akan berpengaruh pada pengerjaan sebelumnya, dan menghaluskan butir kristal yang akan berpengaruh pada keuletan bahan (ASM *handbook* Vol 4, 1991).

2.6.1 Quenching

Quenching merupakan proses pengerjaan logam dengan pendinginan secara cepat. Sehingga melalui *quenching* akan mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, *quenching* akan menyebabkan menurunnya ukuran butir dan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Laju *quenching* tergantung pada beberapa faktor yaitu medium, panas spesifik, panas pada penguapan, konduktifitas termal medium, *viskositas*, dan agitasi (aliran media pendingin). Kecepatan pendinginan dengan air lebih besar dibandingkan pendinginan dengan oli, sedangkan pendingin dengan udara memiliki kecepatan yang paling kecil (Syaefudin, 2001).

2.7 Pulley

Transmisi yaitu proses pemindah daya/tenaga yang terjadi antara satu komponen ke komponen yang lain. Transmisi *pulley* dan sabuk adalah salah satu bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk mendapatkan variasi momen dan kecepatan sesuai dengan kondisi jalan dan kondisi pembebanan, yang umumnya menggunakan perbandingan *pulley*. Prinsip dasar transmisi adalah bagaimana mengubah kecepatan putaran suatu poros menjadi kecepatan putaran yang di inginkan. *Pulley* transmisi berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dan momen mesin sesuai dengan kebutuhan (Boentarto, 1999)



Gambar 2.2 Pulley

(Sumber: PT Baja Kurnia)

2.8 Komposisi Kimia

Melakukan pengujian komposisi kimia bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan unsur serta paduan yang terdapat pada material yang kitalakukan pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan alat yang dinamakan spectrum yang dapat bekerja secara otomatis. pengujian ini dilakukan dengan menembakan terhadap permukaan specimen yang sudah dihaluskan dengan gas argon. Penembakan dilakukan pada tiga titik.

2.9 Struktur Mikro

Sifat fisis dan mekanik dari suatu material dapat diketahui dengan cara melihat struktur mikro. Struktur mikro pada logam paduan ditunjukkan dengan besar, bentuk serta garis butiran, jumlah fasa. Semua stuktur mikro dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu, elemen paduan, perlakuan panas yang dilakukan. Pengujian struktur mikro dilakukan dengan bantuan alat mikroskop dengan beberapa perbesaran yang bervariasi, adapun beberapa tahapan yang harus dilewati sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah

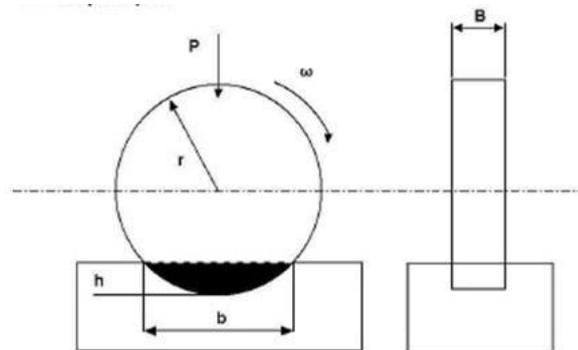
- a. Pemotongan (*Sectioning*)
- b. Pengamplasan (*Grinding*)
- c. Pemolesan (*Polishing*)
- d. Pemotretan.

Untuk mengetahui struktur mikro dari suatu logam pada umumnya pengujian dilakukan dengan refleksi pemendaran (sinar), pada pemolesan, tergantung pada permukaan logam uji polis, dan diperiksa langsung di bawah mikroskop.

Mikrostruktur adalah kumpulan fasa fasa dan stuktur yang ada di logam yang sudah diamati dengan metode *metalografi*. Untuk menganalisis struktur mikro tertentu dari hasil *metalografi*, dan menghitung persenan fasa tertentu dan ukuran butiran dengan metode *metalografi*. Pada praktikum ini dipakai sampel berupa baja berkarbon sedang untuk dilihat struktur mikronya berupa butiran dan fasa fasa yang ada di dalamnya.

2.10 Uji Keausan

Suatu benda yang permukaannya saling bergesekan satu dengan yang lain akan mengalami keausan. Keausan ditandai oleh hilangnya material dan rusaknya salah satu atau kedua permukaan yang saling bergesekan. Keausan akan bersifat merusak yang menyebabkan bertambahnya *clearance* antar komponen yang bergerak, sehingga menyebabkan getaran, meningkatkan beban mekanis, dan kegagalan fatik. Hilangnya material akibat keausan jumlahnya relatif kecil, namun dapat menyebabkan kegagalan pada mesin (Hutchings, 1992).



Gambar 2.3 Metode keausan *Ogoshi*

(Aditya Lingga Yuono, 2016)

Dengan B adalah tebal *revolving disc* (mm), r jari-jari *disc* (mm), b lebar celah material yang terabrasi (mm) maka dapat diturunkan besarnya volume material yang terabrasi (W):

$$W = \frac{B \cdot b^3}{12 r}$$

Keterangan:

P = Beban

h = Kedalaman bekas injakan

R = Jari- jari *revolving disc*

b = Lebar bekas injakan

B = Tebal *revolving disc*

ω = Kecepatan putar

W = Volume material yang terabrasi (mm³)

V = Laju keausan (mm³/mm)

Laju keausan (V) dapat ditentukan sebagai perbandingan volume terabrasi (W)

dengan jarak luncur x (setting pada mesin uji) :

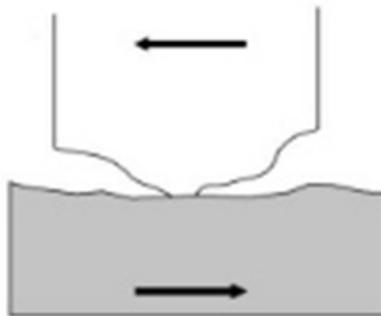
$$V = \frac{W}{X}$$

Semua material yang diuji keausan akan mengalami pengurangan permukaan,

dibawah ini akan sedikit membahas jenis keausan *adhesive*, keausan *abrasive*,

keausan korosi , dan keausan oksidasi. Dibawah ini diberikan penjelasan ringkas dari mekanisme yaitu:

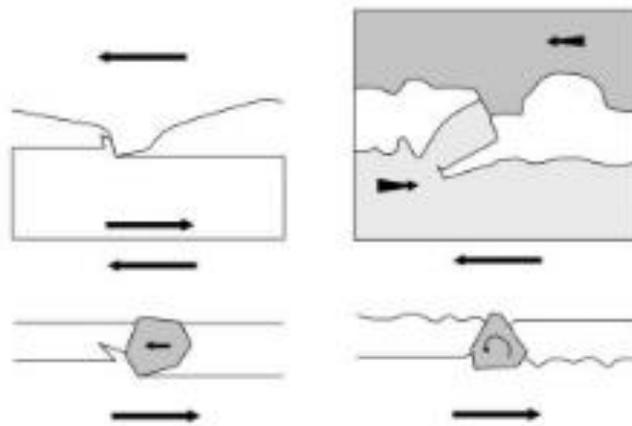
1. Keausan *adhesive* adalah keausan yang diakibatkan apabila ada gaya kuat antara material padat, dengan dua permukaan ditekan seara bersamaan maka akan terjadi kontak pada bagian yang menonjol, apabila digeser maka akan bertemu dengan salah satu permukaan terjadi pergeseran jika dilanjutkan akan terjadi patahan. Dan jika tidak ada patahan pada saat penyambungan akan timbul keausan.



Gambar 2.4 Ilustrasi skema keausan *adesif*

(Aditya linga yuono, 2016)

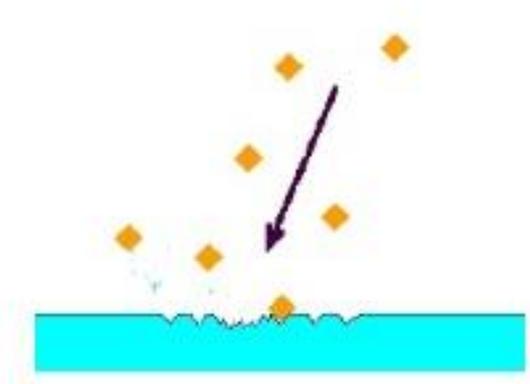
2. Keausan *abrasive* terjadi apabila ada dua permukaan yang keras dengan lunak saling bergesekan meninggalkan goresan apabila permukaan yang keras bergesekan dengan permukaan yang lebih lunak. Keausan abrasi juga disebabkan oleh suatu patahan partikel keras yang bergeser diantara dua permukaan yang lunak.



Gambar 2.5 Keausan *abrasive*

(Aditya lingga yuono, 2016)

3. Keausan korosif terjadi setiap terkena gas atau cairan kimia mengenai salah satu permukaan yang didiamkan terbuka oleh pergeseran. Biasanya terjadi karena ketika produk korosi cenderung tinggal dipermukaan, sehingga memperlambat laju korosi. Jika pergeseran terjadi secara terus menerus aksi geser akan menghilangkan endapan permukaan yang seharusnya melindungi terhadap korosi lebih lanjut.



Gambar 2.6 Keausan korosi

(Aditya lingga yuono, 2016)

