

ANALISIS SIFAT MEKANIS HQ 705 HASIL PACK KARBURISING DENGAN MEDIA ARANG TULANG SAPI

Ryan Reinaldy

Mahasiswa Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbukarang Tulang sapi sebagai media karburisasi pada proses *Pack Carburizing* terhadap sifat kekerasan dan struktur mikro baja karbon sedang HQ 705. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon sedang yang berbentuk selinder. Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan pemotongan menjadi 9 bagian, pemotongan dilakukan untuk memudahkan meletakkan specimen didalam tabung karburisasi, Spesimen diberi perlakuan panas pada temperature 800°C, 850°C, 900°C dengan waktu penahanan selama 45 menit. Kemudian dilakukan Uji kekerasan *Rockwell* dan pengujian foto struktur mikro.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan tertinggi rata-rata pada temperature 850°C diperoleh sebesar 81,82N/mm² dan kekerasan material awal diperoleh sebesar 61,61 N/mm². Dari hasil pengamatan foto struktur mikro diketahui bahwa terjadi pengerasan permukaan karena difusi karbon ke dalam baja karbon sedang, pada spesimen menunjukkan fasa perlit yang semakin banyak seiring pertambahan temperatur perlakuan panas yang di berikan sesuai dengan spesifikasi besi.

Kata Kunci : *Baja Karbon HQ 705 , Arang Tulang Sapi, Pack Carburizing, Kekerasan Rockwell, Struktur Mikro.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja adalah logam besi yang banyak digunakan baik dalam dunia industri maupun kehidupan sehari-hari contohnya alat perkakas seperti (parang, linggis, pisau dan lainnya). Dalam bidang industri juga sebagian besar peralatannya terbuat dari baja misalnya mata pahat bubut, bor dan lainnya yang dalam penggunaan sehari-hari juga dapat mengalami penumpukan (keausan) atau kerusakan akibat bersentuhan dengan

benda keras. Untuk mendapatkan baja dengan nilai kekerasan tertentu agak sulit, walaupun ada harganya cukup mahal. Oleh karena itu perlu adanya terobosan untuk mencari alternatif lain untuk mengubah nilai kekerasan baja yang tersedia khususnya baja karbon sedang. Untuk mengubah nilai kekerasan dari baja karbon sedang diperlukan beberapa proses pengerjaan logam salah satu diantaranya melalui proses penambahan karbon dari baja tersebut atau yang sering disebut karburisasi. Salah

satu cara penambahan carbon pada umumnya dengan arang kayu akan tetapi dapat juga diganti dengan arang lain yaitu arang tulang.

Pemanfaatan sumber daya alam lokal, Barium Carbonat (BaCO_3) dapat diganti dengan Tulang Sapi dengan kadar kalsium karbonat (CaCO_3) dengan presentasi 20 s/d 30%. Dengan demikian maksud dari proses karburasi ini agar baja karbon sedang tersebut mampu menyerap karbon (pengarbonan) pada lingkungan yang mampu menyerahkan karbon padanya supaya dapat meningkatkan nilai kekerasan (sifat-sifat mekanis) dari baja tersebut (Lilipaly dan Lopies, 2011).

Salah satu proses perlakuan panas logam adalah proses karburasi (*carburizing*) yang bertujuan meningkatkan ketahanan aus dan ketahanan terhadap pembebanan yang tiba-tiba dan karakteristik fatiq dengan cara menambah kekerasan permukaan logam (Nanulaitta dan Lilipaly, 2011).

Proses karburasi padat (*pack carburizing*) merupakan proses perlakuan panas dimana proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis dan mekanis logam tersebut. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dikurangi, besar butir dapat diperbesar atau diperkecil, ketangguhan ditingkatkan atau dihasilkan suatu permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet. Untuk memperoleh sifat yang keras pada bagian permukaan dan ulet pada bagian inti dari baja karbon, maka perlu melakukan pengerasan permukaan (*case hardening*) salah satunya melalui proses *pack carburizing* (Nitha, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah utama dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah arang tulang sapi sebagai media karburasi dapat mempengaruhi peningkatan kekerasan terhadap Baja Karbon sedang HQ 705 ?
2. Apakah arang tulang sapi sebagai media karburasi dengan variasi temperatur 800 °C, 850 °C dan 900 °C mempengaruhi perubahan sifat terhadap Baja HQ 705 ?
- 3.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan utama dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisa kekerasan baja karbon HQ 705 yang telah dikarburasi (*carburizing*) dengan arang tulang sapi
2. Untuk menganalisa struktur mikro baja karbon HQ 705 yang telah dikarburasi (*carburizing*) dengan arang tulang sapi

1.4 Batasan Masalah

1. Bahan uji yang digunakan adalah baja karbon HQ 705 yang diperoleh dari Tira Steel kota Makassar.
2. Karbon yang digunakan adalah bahan limbah organik tulang sapi yang di peroleh pasar-pasar tradisional di kota Makassar
3. Suhu yang di gunakan 800 °C, 850 °C, 900 °C dengan waktu penahanan 45 menit
4. Media pendingin yang digunakan adalah air PDAM
5. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasandan pengamatan struktur mikro

1.5 Manfaat Penelitian

1. Data-data hasil penelitian dapat diambil manfaat bagi produsen sebagai masukan dan referensi untuk pengembangan produk yang lebih baik
2. Dapat memanfaatkan limbah tulang untuk bidang metalurgi khususnya proses perlakuan panas *carburizing*
3. Dapat dijadikan sebagai bahan informasi dalam menentukan pemilihan media *carburizing* dengan sumber *energizer* baru yaitu tulang sapi
4. Dapat menjadi referensi perbandingan untuk penelitian sejenisnya dimasa yang akan datang

2. TEORI DASAR

2.1 Baja/Besi

Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 1,5%. Karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja. Baja merupakan paduan besi dan karbon yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,5 %. Baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu baja karbon rendah yang mengandung karbon kurang dari 0,3%, baja karbon sedang yang mengandung karbon 0,3%-0,6%, dan baja karbon tinggi yang mengandung karbon 0,6% -1,5% (Syahridkk, 2017).

2.2 Pengertian Karburasi (*Carburizing*)

Karburasi atau *Carburizing* adalah proses perlakuan termokimia, umumnya diterapkan pada jenis baja yang mudah dikeraskan. Dengan demikian agar baja tersebut dapat dikeraskan permukaannya, komposisi karbon pada baja harus berkisar antara 0,3 sampai 0,9 % karbon. Bila lebih dari 0,9 % harus dihindarkan karena dapat menimbulkan pengelupasan dan bahkan keretakan. Proses karburasi ini biasanya dilakukan pada baja karbon rendah dan sedang yang mempunyai sifat lunak dan keuletan tinggi. Tujuan dari proses karburasi adalah untuk meningkatkan ketahanan aus dengan jalan mempertinggi kekerasan permukaan baja karbon dan meningkatkan karakteristik fatik dari baja karbon tersebut. Manfaat yang patut dipertimbangkan dalam penerapan proses karburasi adalah bahwa proses karburasi akan menghasilkan deformasi yang sangat kecil dibandingkan pada proses pengerasan yang diperoleh melalui pendinginan *quenching* (Nanulaitta dan Lilipaly, 2011).

2.3 Metode Penambahan karbon (*Carburizing*)

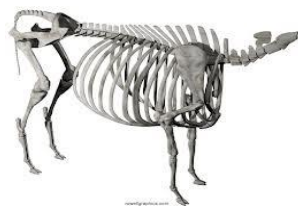
Penambahan karbon yang disebut *carburizing* atau karburasi, dilakukan dengan cara memanaskan pada temperatur yang cukup tinggi yaitu pada temperatur austenit dalam lingkungan yang mengandung atom karbon aktif, sehingga atom karbon aktif tersebut akan berdifusi masuk ke dalam permukaan baja dan mencapai kedalaman tertentu.

2.4 Tulang sapi

Tulang sapi merupakan salah satu komponen dari limbah RPH. Tulang potensinya cukup besar mengingat bobot yang dihasilkan cukup besar

yakni mencapai 15% dari berat bobot. Bahan padatan utama tulang mengandung kristal kalsium hidroksiapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4$ dan kalsium karbonat (CaCO_3) yang berpotensi digunakan sebagai adsorben aktif, yakni tulang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk padat maupun larutan (yang didalamnya mengandung logam berat yang bersifat toksik). Tulang sapi merupakan tempat penyimpanan garam kalsium didalam hewan. Mineral yang utama adalah kalsium fosfat dan karbonat. Selain itu tulang mengandung sekitar 1% asam sitrat. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyusunan utama tulang adalah trikalsium fosfat dengan sebagian kecil kalsium karbonat.(Desroiser, 1989).

Secara kimiawi komposisi penyusun tulang pada basis berat, terdiri dari kurang lebih 69% anorganik, 22% organik dan 9% air. Sedangkan basis volume yaitu 40% anorganik, 35% organik dan 25% air. Fasa organik utama dari tulang adalah kolagen (90% berat) dan sejumlah kecil senyawa lain termasuk glycosaminoglycans (GAGs), proteoglycans dan glikoprotein (Darmayanto, 2009).



Gambar 2.1 Tulang sapi
(Wikipedia.Google.com)

2.5 Proses perlakuan panas (*heat treatment*)

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. Perlakuan panas merupakan proses pemanasan atau pendinginan sebuah logam atau logam paduan untuk mengubah sifat mekanik yang diinginkan dari baja tersebut. Baja dapat dikeraskan sehingga tahan aus dan kemampuan potong meningkat atau dapat dilunakkan untuk dapat mempermudah proses pemesinan lanjut. Dari penjelasan di atas maka dapat didefinisikan perlakuan panas adalah proses pemanasan atau pendinginan sebuah logam paduan untuk mengubah sifat mekaniknya dalam keadaan padat.

2.6 Baja High Quality 705

Penelitian ini menggunakan bahan baja HQ 705 sebagai bahan penelitian, seperti yang telah diuraikan diatas kenapa menggunakan baja HQ 705. Karena baja HQ 705 merupakan baja karbon sedang yang sangat banyak di gunakan dalam dunia industri yang mengandung karbon sebesar 0,30% - 0,45% C, dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan dengan pengerjaan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai seperti *carburizing*. Selain itu baja HQ 705 juga sangat cocok diberikan perlakuan panas *carburizing* bila dibandingkan dengan baja lain seperti baja karbon tinggi.

2.7 Diagram Fasa Baja

Gambar (2.2) menunjukkan diagram fasa Fe-C untuk kandungan karbon hingga 6,7%. Baja merupakan paduan dari besi, karbon dan elemen-

Fasa-fasa besi karbon pada saat mengalami pemanasan dan pendinginan dijelaskan dalam diagram fasa. Diagram fasa besi karbon sering disebut diagram Fe- Fe₃C. Perubahan fasa pada besi karbon dapat ditunjukkan pada gambar (2.2). Berdasarkan gambar (2.2) dapat terlihat bahwa pada temperatur 727°C terjadi transformasi fasa austenit menjadi fasa perlit. Transformasi fasa ini dikenal sebagai reaksi *eutectoid*, dimana fasa ini merupakan fasa dasar dari proses perlakuan panas pada baja. Kemudian pada temperatur 912°C hingga 1394°C (Fe) merupakan austenit, pada kondisi ini biasanya austenit memiliki struktur kristal *FCC* (*Face Centered Cubic*) bersifat stabil, lunak, ulet, dan mudah dibentuk. Besi gamma ini dapat melarutkan unsur karbon maksimum hingga mencapai 2,14%C pada temperatur 1147°C. Untuk temperatur dibawah 727°C besi murni berada pada fase-ferit (Fe) dengan struktur kristal *BCC* (*Body Centered Cubic*), besi murni *BCC* mampu melarutkan karbon maksimum sekitar 0,02%C pada temperatur 727 °C (Fe). Sedangkan terbentuk dari besi gamma besi delta yang mengalami perubahan struktur dari *FCC* ke struktur *BCC* akibat peningkatan temperatur dari temperatur 1394°C sampai 1538°C,

The diagram is a phase diagram for Iron/Carbon alloys. The y-axis represents Temperature in degrees Fahrenheit (F) from 700 to 2700. The x-axis represents Carbon Content Present by weight, ranging from 0.00% to 6.67%. The diagram is divided into two main regions: STEEL (0.00% to 2.14% C) and CAST IRON (2.14% to 6.67% C). Key phases include Liquid (L), Ferrite (F), Austenite (A), Cementite (C), Pearlite (P), and Martensite (M). The diagram also shows the eutectic reaction at 1147°C (2098°F) and the eutectoid reaction at 727°C (1341°F). The diagram is color-coded: blue for liquid, yellow for ferrite, red for austenite, green for pearlite and cementite, and purple for martensite.

2.8 Quenching

2.9 Media pendingin

1. Air

Air adalah media yang sangat banyak digunakan untuk quenching, karena biayanya yang murah, dan mudah digunakan serta pendinginan yang cepat. Air khususnya digunakan pada baja karbon rendah yang memerlukan penurunan

temperatur dengan cepat dengan tujuan untuk memperoleh kekerasan dan kekuatan yang baik.

2. Minyak atau Oli

Oli sebagai media pendingin yang lebih lunak jika dibandingkan dengan air. Digunakan pada material yang kritis, antara lain material yang mempunyai bagian tipis atau ujung yang tajam.

3. Larutan garam

Larutan Garam Air garam adalah media yang sering digunakan pada proses quenching terutama untuk alat-alat yang terbuat dari baja. Beberapa keuntungan menggunakan air garam sebagai media adalah :

- a. Suhunya merata pada air garam
- b. Proses pendinginan merata pada semua bagian logam
- c. Tidak ada bahaya oksidasi, karburasi, atau dekarburisasi selama proses pendinginan

2.10 Uji kekerasan

Pengujian kekerasan yaitu suatu material dapat didefinisikan sebagai ketahanan material tersebut terhadap gaya penekanan dari material lain yang lebih keras. Penekanan tersebut dapat berupa mekanisme penggoresan (*stratching*), pantulan ataupun indentasi dari material terhadap suatu permukaan benda uji (wahyunidkk, 2013). Berdasarkan mekanisme penekanan tersebut, dikenal 3 metode kekerasan:

1. Metode Gores

Metode ini dikenalkan oleh Fredrich Mohs yang membagi kekerasan material di dunia ini berdasarkan skala Mohs. Skala ini bervariasi dari nilai 1 untuk kekerasan yang paling rendah, sebagaimana dimiliki oleh material talk, hingga skala 10 sebagai kekerasan

tertinggi, sebagaimana dimiliki oleh intan.

2. Metode elastic/pantul (*rebound*)

Kekerasan suatu material ditentukan oleh alat Scleroscope yang mengukur tinggi pantulan suatu pemukul (*hammer*) dengan berat tertentu yang dijatuhkan dari suatu ketinggian terhadap benda uji. Tinggi pantulan (*rebound*) yang dihasilkan mewakili kekerasan benda uji. Semakin tinggi pantulan tersebut, yang ditunjukkan oleh dial pada alat pengukur, maka kekerasan benda uji dinilai semakin tinggi.

3. Metode indentasi

Tipe pengetasan kekerasan material/logam ini adalah dengan mengukur tahanan plastis dari permukaan suatu material konstruksi mesin dengan *Specimen* standar terhadap penetrator. Adapun beberapa bentuk penetrator atau cara pengetasan ketahanan permukaan yang dikenal adalah:

- a. Ball indentation test (*Brinell*)
- b. Pyramid indentation (*Vickers*)
- c. Cone indentation test (*Rockwell*)
- d. Uji kekerasan mikro

2.11 Pengujian Kekerasan Rockwell

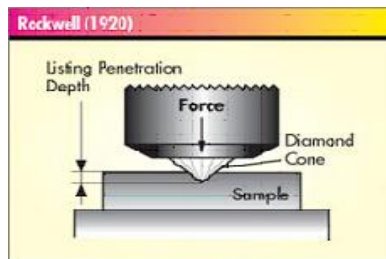
Uji kekerasan *Rockwell* ini juga didasarkan kepada penekanan sebuah indenter dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor maka yang dijadikan dasar perhitungan nilai kekerasan *Rockwell* bukanlah hasil pengukuran diameter ataupun diagonal bekas lekukan tetapi justru dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu. Inilah kelainan cara *Rockwell*

dibandingkan dengan cara pengujian kekerasan lainnya.

Uji kekerasan Rockwell sering digunakan karena cepat, bebas dari kesalahan manusia, mampu membedakan kekerasan paling kecil pada baja yang diperkeras. Uji ini berbeda dengan uji Brinell dan Vickers karena pada uji ini tidak menilai kekerasan suatu bahan dari diagonal jejak yang dihasilkan tetapi dengan pembacaan langsung (*direct reading*).

Pengujian kekerasan dengan metode rockwell ini diatur berdasarkan standar ASTM E18 . Tingkat skala kekerasan menurut metode rockwell adalah berdasarkan pada jenis indenter yang digunakan pada masing-masing skala. Dalam metode rockwell ini terdapat dua macam indenter yang ukurannya bervariasi, kedua jenis indenter itu adalah :

- a. Kerucut intan dengan besar sudut 120° , dikenal pula dengan *Rockwell Cone*.
- b. Bola baja dengan berbagai ukuran, dikenal pula dengan *Rockwell*.

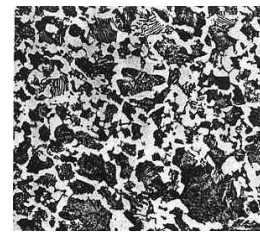


Gambar 2.3 Pengujian Rockwell

2.12 Pengujian struktur mikro

Struktur bahan dalam orde kecil sering disebut struktur mikro. Struktur ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya : mikroskop

cahaya, mikroskop electron, mikroskop field on, mikroskop field emission dan mikroskop sinar-X. Persiapan yang harus dilakukan sebelum mengamati struktur mikro adalah pemotongan spesimen, pengampelasan dan pemolesan dilanjutkan pengetsaan. Setelah permukaan spesimen rata betul kemudian dilanjutkan dengan proses pengampelasan dengan nomor kekasaran yang berurutan dari yang paling kasar (nomor kecil) sampai yang halus (nomor besar). Arah pengampelasan tiap tahap harus diubah, pengampelasan yang lama dan penuh kecermatan akan menghasilkan permukaan yang halus dan rata. Pemolesan dilakukan dengan autosol yaitu metal polish, bertujuan agar didapat permukaan yang rata dan halus tanpa goresan sehingga terlihat mengkilap seperti kaca. Kemudian mencelupkan spesimen dalam larutan etsa dengan posisi permukaan yang di etsa menghadap ke atas. Selama pencelupan akan terjadi reaksi terhadap permukaan specimen sehingga larutannya yang menyentuh specimen harus segar/baru, oleh karena itu perlu digerak-gerakkan. Kemudian specimen dicuci, dikeringkan dan dilihat atau difoto dengan mikroskop logam. Pemeriksaan struktur mikro memberikan informasi tentang bentuk struktur, ukuran dan banyaknya bagian struktur yang berbeda.



Gambar 2.4 Foto struktur mikro baja karbon rendah dengan fasa perlit dan ferit

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Proses penelitian ini bertempat di Laboratorium Material Teknik Universitas Muslim Indonesia. Untuk proses *carburizing* dan Pengujian kekerasan Rockwell dan stuktur mikro dilakukan di laboratorium material teknik Universitas Muslim Indonesia (UMI).

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Alat ukur (mistar, jangka sorong dan alat ukur lainnya)
- b. Alat Uji Kekerasan *Rockwell* SYSTEM AFFRI Model 206 MX
- c. Tungku Pemanas VULCAN D-550
Spesifikasi Tungku Pemanas :
 - Temperatur Maksimum 1200 °C
 - *Heat Rate* : 5–30°C/s
 - Daya Tungku Pemanas: 2400 W
- d. Mikroskop alat uji stuktur mikro
- e. Mesin Amplas BUEHLER BETA
- f. Pack *Carburizing*/selongsong
- g. Material Uji
- h. Mesin Gerinda

2. Bahan

- a. Baja karbon HQ 705
- b. Arang tulang sapi
- 3 Pipa Baja sebagai slongsong (dengan Diameter 2 inch)
- d. Plat Baja sebagai penutup selongsong
- e. Kertas Amplas
- f. Cairan Etsa

3.2 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini meliputi 4 percobaan antara lain: pembuatan arang

tulang, perlakuan panas, pengujian kekerasan, dan pengamatan struktur mikro.

3.2.1 Pembuatan arang tulang sapi

- a. Menyiapkan Tulang sapi
Mencari limbah tulang sapi di pasar pasar tradisional kota Makassar
- b. Membersihkan dan mengeringkan tulang sapi
Membersihkan kotor kotoran yang tersisa di tulang menggunakan air selanjutnya apabila telah bersih kemudian di keringkan dan di jemur di bawah sinar matahari sampai kadar air benar-benar hilang dari tulang, proses ini memakan waktu 1 minggu
- c. Proses menjadikan tulang menjadi arang
Tulang sapi yang telah dikeringkan selanjutnya dibakar bersama arang biasa yang telah menjadi bara diatas tungku yang telah dibuat sebelumnya dari batu bata lalu tunggu sampai tulang menjadi berwarna hitam/arang.
- d. Proses penghalusan arang tulang sapi
Arang tulang selanjutnya dihancurkan sampai menjadi halus dengan di tumbuk dengan cobek dan diperhalus lagi dengan blender kopi lalu di saring menggunakan mesh 325 (0,00044 μm) agar mencapai kehalusan yang diinginkan untuk dicampur dengan specimen didalam selongsong pada proses karburasi nanti.

3.2.2 Perlakuan Panas

Langkah-langkah dalam perlakuan panas adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan Spesimen
Memotong specimen dengan ukuran diameter 16 mm dan

- panjang 18 mm, kemudian dibersihkan dan dihaluskan dengan amplas sampai rata.
- Memasukkan Spesimen dan arang yang telah halus kedalam selongsong
 - Memasukkan selongsong kedalam tungku pemanasan.
 - Menyalakan tungku sampai dengan suhu 800°C
 - Melakukan tempering atau diberi waktu tahan saat suhu mencapai 800°C selama 45 menit ($2.5 \times \text{Thinckness}$) $2.5 \times 18 = 45$
 - Mengeluarkan spesimen saat mencapai *Holding time*
 - Mendinginkan spesimen dengan media air
 - Mengulangi langkah diatas dengan variasi suhu 850°C dan 900°C

3.2.3 Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Langkah-langkah dalam pengujian kekerasan *Rockwell* sebagai berikut:

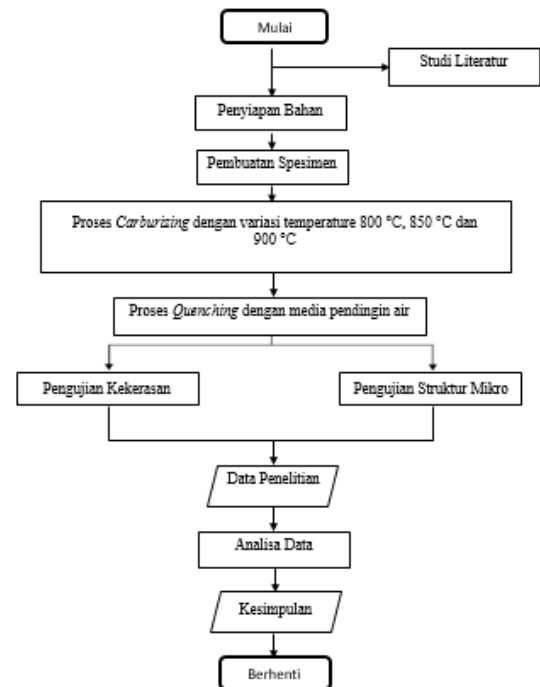
- Menyiapkan alat uji kekerasan *Rockwell* dengan tipe A
- Memasang spesimen uji
- Menentukan beban yang digunakan yaitu 588 N
- Menentukan titik indentasi pada spesimen sesuai dengan gambar
- Menekan tombol start.
- Mencatat nilai kekerasan yang tertera pada layar
- Spesimen diuji kembali kekerasannya dan dicatat nilai kekerasan

3.2.4 Pengujian Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro untuk melihat struktur mikro pada bagian permukaan, langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Menghaluskan salah satu permukaan spesimen dan diuji kekerasannya dengan menggunakan amplas grade 2000 pada mesin amplas sampai permukaan mengkilat.
- Memberi cairan etsa, berupa H_2SO_4 , pada permukaan spesimen uji yang telah dihaluskan.
- Menyalakan mikroskop.
- Memasang spesimen pada mikroskop pada bagian permukaan yang telah diberi cairan etsa.
- Memfokuskan lensa sampai terlihat jelas struktur mikro.
- Memasang kamera dan mengambil gambar struktur mikronya.

3.3. Diagram Alir



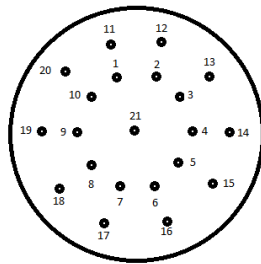
Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian

4. DATA DAN ANALISIS

4.1 Analisis Data Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan yaitu *Rockwell*. Berikut adalah data hasil pengujian kekerasan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Uji kekerasan *Rockwell* menggunakan tipe A atau HRA
- Pembebanan 588 N
- Pengujian dilakukan 21 Titik pada benda uji



Gambar 4.1 Titik indentitas uji kekerasan rockwell

Hasil pengujian kekerasan yang diperlihatkan pada gambar Grafik menunjukkan pengujian *Rockwell* menggunakan spesimen HQ 705. Pada spesimen normal nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (11) yaitu sebesar 60.8 N/mm², sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (14) yaitu sebesar 62.6 N/mm². Adapun nilai kekerasan rata-rata pada spesimen normal yaitu sebesar 61.61 N/mm². Pada specimen 1 hasil perlakuan panas dengan suhu 800°C dengan waktu penahanan selama 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (11) yaitu sebesar 60 N/mm², sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (18) yaitu sebesar 63.7 N/mm². Pada specimen 2 hasil perlakuan panas dengan suhu 800°C dengan waktu penahanan selama

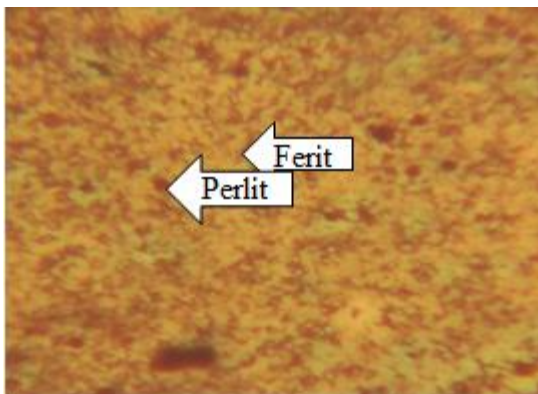
45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (11) sebesar 60.1 N/mm², sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (1) yaitu sebesar 63.3 N/mm². Pada specimen 3 hasil perlakuan panas dengan suhu 800°C dengan waktu penahanan selama 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (7) dan (17) yaitu sebesar 60 N/mm², sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (1) yaitu sebesar 62.7 N/mm². Adapun nilai kekerasan rata-rata pada spesimen 1 2 dan 3 hasil perlakuan panas dengan suhu 800°C dengan waktu penahanan 45 menit yaitu sebesar 62.47 N/mm². Spesimen 1 sedangkan pada Spesimen 2 yaitu sebesar 61.81 N/mm² dan pada Spesimen 3 nilai kekerasan sebesar 61.45 N/mm². Pada specimen 1 hasil perlakuan panas dengan suhu 850 °C dengan waktu penahanan 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (7) yaitu sebesar 79. N/mm², sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (18) yaitu sebesar 83.4 N/mm². Pada specimen 2 hasil perlakuan panas dengan suhu 850 °C dengan waktu penahanan 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (1) yaitu sebesar 81 N/mm², sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (3) yaitu sebesar 83.0 N/mm². Pada specimen 3 hasil perlakuan panas dengan suhu 850 °C dengan waktu penahanan 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (21) yaitu sebesar 80 N/mm², sedangkan untuk nilai

kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (10) dan (11) yaitu sebesar 83.7 N/mm^2 . Adapun nilai kekerasan rata-rata pada spesimen 1 2 dan 3 hasil perlakuan panas dengan suhu 850°C dengan waktu penahanan 45 menit yaitu sebesar 81.58 N/mm^2 Spesimen 1 sedangkan pada Spesimen 2 yaitu sebesar 81.17 N/mm^2 dan pada Spesimen 3 nilai kekerasan sebesar 82.70 N/mm^2 . Pada specimen 1 hasil perlakuan panas dengan suhu 900°C dengan waktu penahanan 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (11) yaitu sebesar 71.7 N/mm^2 , sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (14) yaitu sebesar 74 N/mm^2 . Pada specimen 2 hasil perlakuan panas dengan suhu 900°C dengan waktu penahanan 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (8) yaitu sebesar 69.7 N/mm^2 , sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (16) yaitu sebesar 72.6 N/mm^2 . Pada specimen 3 hasil perlakuan panas dengan suhu 900°C dengan waktu penahanan 45 menit nilai kekerasan (HRA) minimum terdapat pada titik penekanan (7) yaitu sebesar 69.1 N/mm^2 , sedangkan untuk nilai kekerasan (HRA) maksimum terdapat pada titik penekanan (21) yaitu sebesar 72.2 N/mm^2 . Adapun nilai kekerasan rata-rata pada spesimen 1 2 dan 3 hasil perlakuan panas dengan suhu 900°C dengan waktu penahanan 45 menit yaitu sebesar 73.03 N/mm^2 Spesimen 1 sedangkan pada Spesimen 2 yaitu sebesar 71.25 N/mm^2 dan pada Spesimen 3 nilai kekerasan sebesar 70.85 N/mm^2 Bisa kita lihat pada gambar 4.2 dan 4.3 nilai rata-rata spesimen yang telah di berikan

perlakuan panas pada suhu 800°C dan 850°C mengalami peningkatan yang hampir sama sedangkan pada spesimen hasil perlakuan panas dengan suhu 900°C pada gambar 4.4 dengan waktu penahanan 45 menit menunjukkan penurunan kekerasan di karenakan batas kemampuan maksimum jenis specimen yang di gunakan telah melebihi batas temperatur yang di anjurkan. Kita bisa lihat pada perlakuan panas pada suhu $800^\circ\text{C} - 850^\circ\text{C}$ nilai kekerasan (HRA) mengalami peningkatan dari specimen normal tanpa perlakuan sedangkan pada suhu 900°C mengalami penurunan di karenakan melebihi batas spesifikasi specimen (HQ 705) untuk temperature penambahan karbon terhadap logam. Hal ini dapat kita ambil kesimpulan bahwa semakin tinggi temperatur perlakuan panas yang diberikan maka nilai kekerasan yang dihasilkan meningkat akan tetapi logam memiliki batas maksimum temperatur perlakuan panas untuk penambahan karbon sesuai jenis spesimen apa yang digunakan.

4.2 Pengamatan Struktur Mikro

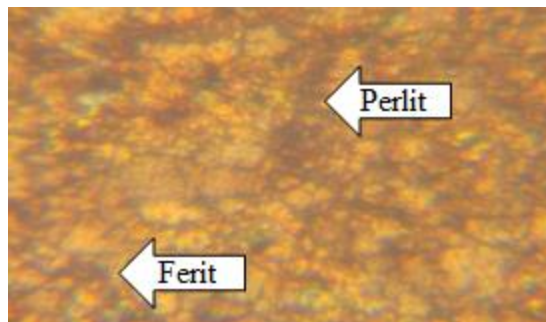
Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk melihat perubahan struktur mikro setelah mengalami proses pendinginan di rendam dalam air yaitu dengan menghaluskan salah satu permukaan spesimen uji dan menggunakan amplas grade 800-1000 pada mesin amplas sampai permukaan mengkilap seperti kaca. Kemudian memberi cairan etsa, berupa H_2SO_4 , pada permukaan spesimen uji yang telah dihaluskan. Lalu memasang spesimen pada mikroskop pada bagian permukaan yang telah diberi cairan etsa. Perbesaran yang digunakan dalam pengamatan ini adalah 400 X.



Gambar 4.10 Foto struktur mikro spesimen normal

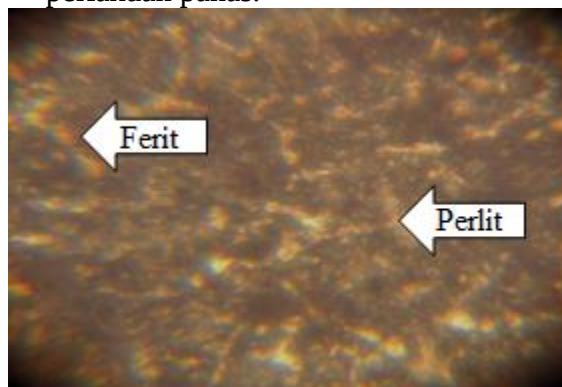
Foto struktur mikro spesimen normal seperti terlihat pada Gambar 4.10 mempunyai struktur ferit yang berwarna terang lebih mendominasi dibandingkan dengan perlit yang berwarna gelap dan ini menunjukkan bahwa baja bersifat tidak keras namun ulet. Kadar karbon yang terdapat didalam spesimen normal sangat sedikit, sehingga seluruh atom karbon dapat larut ke dalam atom-atom Fe membentuk larutan padat intertisi yang dinamakan ferit.

Foto struktur mikro dengan spesimen hasil *carburizing* dengan media pendingin airdan di dinginkan dengan media air terlihat pada Gambar 4.11, 4.12 dan 4.13 dapat di amati bahwa pada permukaan spesimen sesuai dengan variasi temperatur yang di berikan mulai dari 800°C sampai 900°C tersusun atas fasa ferit, dan perlit setelah mengalami proses perlakuan panas dengan berbagai variasi temperatur.



Gambar 4.11 Foto struktur mikro spesimen hasil *pack carburizing* pada temperatur 800°C

Pada gambar 4.11 struktur mikro spesimen hasil *carburizing* dengan waktu penahanan selama 45 menit dan di dinginkan dengan media pendingin air pada temperatur suhu 800°C terlihat bahwa presentase fasa perlit mulai mendominasi karena baja mengalami proses difusi seluruhnya sehingga presentase fasa perlit mulai mendominasi. Hal ini juga mempengaruhi nilai kekerasan pada spesimen ini lebih kecil dibanding spesimen lain yang diberikan perlakuan panas.



Gambar 4.12 Foto struktur mikro spesimen hasil *pack carburizing* pada temperatur 850°C

Pada gambar 4.12 struktur mikro spesimen hasil *carburizing* dengan waktu penahanan selama 45 menit dan di dinginkan dengan media air pada temperatur 850°C terlihat bahwa presentase fasa perlit sangat mendominasi dan fasa ferit mulai berkurang

persentasenya karena baja sudah mulai mengalami proses difusi. Hal ini mempengaruhi semakin meningkat kekerasannya dibandingkan dengan temperature sebelumnya.



Gambar 4.13 Foto struktur mikro spesimen hasil *packcarburizing* pada temperatur 900°C

Pada gambar 4.13 struktur mikro spesimen hasil *carburizing* dengan waktu penahanan selama 45 menit dan di dinginkan dengan media air pada temperatur 900°C terlihat bahwa presentase fasa perlit menurun di banding pada suhu 850 °C Gambar 4.12 ini di sebabkan oleh ketidak mampuan specimen yang digunakan akibat suhu yang terlalu tinggi melebihi standar spesifikasi perlakuan panas penambahan karbon dan pengerasan pada specimen yang di gunakan. Hal ini membuktikan nilai kekerasan pada specimen meningkat seiring penambahan suhu akan tetapi tidak semua specimen sama tergantung standar spesifikasi batas maksimum penambahan karbon melalui perlakuan panas apabila melebihi nilai kekerasan akan turun.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat

diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Variasi temperatur yang di berikan sangat mempengaruhi terhadap nilai kekerasan yang dihasilkan tetapi specimen mempunyai batas maksimum suhu untuk proses pengerasan penambahan karbon apabila melewati batas tersebut akan mengalami penurunan kekerasan .
2. Proses perlakuan panas baja HQ 705 ada temperatur pemanasan dengan suhu yang bervariasi dari suhu 800°C, 850°C dan 900°C dengan *Holding time* selama 45 menit dan di dinginkan dengan media air maka mempengaruhi struktur mikronya. Hasil pengamatan foto struktur mikro pada spesimen menunjukkan fasa perlit yang semakin banyak seiring pertambahan temperatur perlakuan panas yang sesuai dengan spesifikasi specimen .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, penulis menyarankan hal antara lain :

1. Dalam penelitian selanjutnya, pada proses *Pack Carburizing*. Diharapkan peneliti dapat meningkatkan fraksi berat pada serbuk tulang guna mempercepat proses karburasi pada specimen
2. Diharapkan juga pada penelitian berikutnya media karburasi digantikan dengan jenis tulang yang juga sebagai alternatif *Energizer* pada proses karburasi.
3. Diharapkan juga pada penelitian berikutnya media pendingin diganti

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari. 1999. *Ilmu Bahan logam*. Jakarta: Bumi Aksara
- Budi,S dkk.2017.Analisa kekerasan baja HQ 705 yang diberi perlakuan panas *Hardening* dan media pendingin.jurnal inovasi, Vokasional dan TeknologiVol. 17, No 1, April 2017
- Darmawi dan M.Amin I.P.2019.Perbedaan Stuktur mikro, kekerasan, dan ketangguhan Baja HQ 705 bila di*Quench* dan distemper pada Media Es,Air dan Oli
- Darmayanto. 2009. Penggunaan Serbuk Tulang Sebagai Penurun Intensitas Warna Air gambut. 30 Maret 2011. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan.
<http://repository.usu.ac.id>.
- Eka R.M.A.PLilipaly dan Leslie.S Lopies.2011.Analisa Nilai Kekerasan Baja (S-35C) Dalam Proses Karburasi Padat Memanfaatkan Tulang Sapi Sebagai Katalisator dengan variasi waktu penahanan
- Ika.W dkk.2013. Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell
- N.Namulaita dan E.R.M Lilipaly.2011.Analisa Perbandingan komposisi karbon dan bubuk tulang sapi dalam proses karburasi padat untuk mendapatkan nilai kekerasan Tertinggi pada Baja Karbon S-35C
- Nitha.2013. Pengaruh Pack *Caruburizing*arang tulang kerbau mesh 30 dan temperature 950c terhadap keausan baja karbon sedang