

## PENGUNAAN KARBON ARANG KAYU BELIAN DAN ARANG KAYU AKASIA PADA PROSES KARBURASI PADAT BAJA KARBON RENDAH

**Bayu Fajar Setiawan<sup>1</sup>, Helanianto<sup>2</sup>, Hairian Rahmadi<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ketapang

Email: helanianto@yahoo.com

### ABSTRACT

*Low carbon steel has a wide use in the construction sector and is classified into steel that can be processed by machinery (machinery steel). The salient disadvantage of this material is the type of failure in the form of chipping, and breaking. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of belian and acacia wood charcoal on low carbon steel. This solid carburizing process uses a mixture of belian wood charcoal with calcium carbonate and acacia wood charcoal with calcium carbonate, and heat treatment at a temperature of 900°C, holding time of 30 minutes followed by quenching, with the Rockwell hardness test method. The test results show that the hardness of carbon steel that undergoes treatment is higher when compared to raw material of low carbon steel = 50.34HRB, where carburizing with acacia wood charcoal = 50.5HRB with a lower value when compared to belian wood charcoal = 50.94HRB. Judging from these results, the solid carburizing process with different types of charcoal will increase the hardness of low carbon steels.*

**Keywords:** Heat treatment, Carburizing, Hardness

### ABSTRAK

Baja karbon rendah memiliki penggunaan yang luas dalam bidang konstruksi dan dikelompokkan kedalam baja yang dapat diolah dengan permesinan (machinery steel). Kelemahan yang menonjol dari bahan ini adalah jenis kegagalan berupa rompal, dan pecah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proses penambahan arang kayu belian dan arang kayu akasia terhadap baja karbon rendah. Proses karburasi padat ini menggunakan bahan campuran arang kayu belian dengan kalsium karbonat dan arang kayu akasia dengan kalsium karbonat, serta *heattreatment* pada suhu 900°C, waktu tahan 30 menit yang diikuti *quenching*, dengan metode pengujian uji kekerasan rockwell. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekerasan baja karbon yang mengalami perlakuan lebih tinggi bila dibandingkan dengan *raw material* baja karbon rendah= 50,34HRB, dimana karburasi dengan arang kayu akasia= 50,5HRB dengan nilai lebih rendah bila dibandingkan dengan arang kayu belian= 50,94HRB. Dilihat dari hasil tersebut bahwa proses karburasi padat dengan jenis arang yang berbeda akan meningkatkan kekerasan pada baja karbon rendah.

**Kata Kunci:** Perlakuan Panas, Karburasi Padat, Kekerasan.

Diterima Redaksi: 10-01-2021 | Selesai Revisi: 11-02-2021 | Diterbitkan Online: 28-02-2021

### 1. Pendahuluan

Pada saat ini besi dan baja merupakan bahan logam yang paling banyak digunakan sebagai bahan industri. Disamping keberadaannya, faktor ekonomis dan sifat-sifat besi dan baja yang bervariasi membuat bahan ini banyak memiliki keunggulan. Keunggulan baja terletak pada sifat-sifatnya seperti kekerasan, keuletan, elastisitas dan harganya relatif murah dari beberapa sifat fisik diatas. Kekerasan merupakan sifat yang paling dipertimbangkan dalam perencanaan, khususnya yang berhubungan dengan bagian-bagian yang akan

menimbulkan keausan pada permukaan logam. Baja karbon rendah memiliki penggunaan yang luas dalam bidang konstruksi dan dikelompokkan kedalam baja yang dapat diolah dengan permesinan (*machinery steel*) [2]. Kelemahan yang menonjol dari bahan ini adalah jenis kegagalan yang sering terjadi pada bahan baja karbon rendah ialah keausan, deformasi, rompal, dan pecah. Untuk mengatasi kelemahan ini maka perlu dilakukan pengerasan permukaan sehingga baja tersebut akan memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang lebih baik. Pengerasan permukaan pada proses

perlakuan panas, diantaranya dapat dilakukan dengan meningkatkan kadar karbon yang dimiliki baja dipermukaannya melalui proses karburasi yang diperuntukkan pada baja yang memiliki kadar karbon rendah. Proses karburasi dilakukan dengan memasukkan baja kedalam kotak tertutup yang diisidengan bahan sumber karbon (arang kayu, briket batubara, kokas, atau sumber karbon lain) dan ditambahkan dengan energizer (zat pengaktif karbon) seperti barium karbonat, natrium karbonat, dan kalsium karbonat pada komposisi tertentu kemudian dipanaskan antara temperatur 850-950°C (temperatur *austenit*), kemudian ditahan selama waktu tertentu (*holding time*) kemudian didinginkan, dan selanjutnya dilakukan proses pengerasan (*hardening*). Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekerasan dari baja hasil karburasi antarlain: kandungan karbon atau paduan dari substrat, temperatur, karburasi, waktu penahanan, bahan sumber karbon (karburizer), dan penambahan zat pengaktif karbon.

## 2. Dasar Teori Klasifikasi Baja

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisaran 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Elemen berikut ini selalu ada dalam baja: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan alumunium. Selain itu, ada elemen lainnya yang ditambahkan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja diantaranya: mangan, nikel, krom, molubdenum, noron, titanium, vanadium dan niobium. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal atom besi. Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karena berwarna hitam, banyak digunakan untuk peralatan petani misalnya sabit dan cangkul. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun disisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*)

serta menurunkan keuletannya (*ductility*). Baja karbon merupakan paduan yang terdiri atas unsur utama besi (Fe) dan karbon (C) maksimal 21%. Semakin tinggi kadar karbon maka kekerasan semakin meningkat. Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja yaitu:

### Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon antara 0,025%–0,25%C. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10–30 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

- o Baja karbon rendah (*low carbon steel*) yang mengandung 0,04%-0,10%C untuk dijadikan baja-baja plat atau strip.
- o Baja karbon rendah yang mengandung 0,05%C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
- o Baja karbon rendah yang mengandung 0,15%-0,20%C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi.

### Baja Karbon Menengah

Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) mengandung karbon antara 0,25%-0,55%C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30–60 kg. baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti; untuk keperluan industry kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.

### Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) mengandung kadar karbon antara 0,56%-1,7%C Dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70–130 kg. Baja ini Mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah

karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji dan lain sebagainya.

### **Arang**

Arang adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan kayu, gula, tulang, dan benda lain arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan menyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon, sisanya adalah abu atau benda kimia lainnya.

### **Perlakuan Panas**

Perlakuan panas adalah suatu metode yang digunakan untuk mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logamnya. Salah satu tujuan perlakuan panas pada baja adalah untuk penguatan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu didaerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quench* (Djafrie, 1995). Proses perlakuan panas dikategorikan menjadi 2, yaitu:

### **Annealing (Pemijaran)**

Annealing adalah suatu proses perlakuan panas (*heattreatment*) yang sering dilakukan terhadap logam atau paduan dalam proses pembuatan suatu produk. Tahapan dari proses *annealing* ini dimulai dengan memanaskan logam (paduan) sampai temperature tertentu, menahan pada temperatur tertentu tadi selama beberapa waktu tertentu agar tercapai perubahan yang diinginkan lalu mendinginkan logam atau paduan tadi dengan laju pendinginan yang cukup lambat. Jenis *annealing* itu beranekaragam, tergantung pada jenis atau kondisi benda kerja, temperatur pemanasan, lamanya waktu penahanan, laju pendinginan (*coolingrate*),dll.

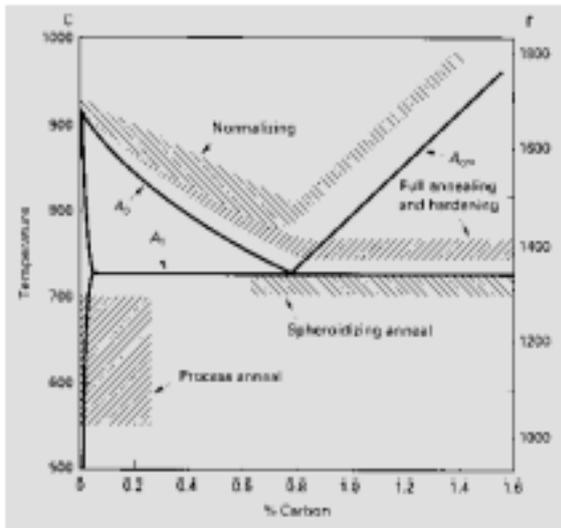
### **Normalizing**

Proses *normalizing* bertujuan untuk memperbaiki dan menghilangkan struktur butiran kasar dan ketidak seragaman struktur dalam baja menjadi berstruktur yang normal kembali yang otomatis mengembalikan keuletan baja lagi. Struktur butiran kasar terbentuk karena waktu pemanasan dengan temperatur tinggi atau didaerah *austenite* yang menyebabkan baja berstruktur butiran kasar. Sedangkan penyebab dari ketidak seragaman struktur karena:

1. Pengerjaan rol atau tempa
2. Pengerjaan las atau potong las
3. Temperatur penguatan yang terlalu tinggi
4. Menahan terlalu lama didaerah *austenit*
5. Pengepresan, penglubangan dengan *punch*, penarikan

Pada proses *normalizing* ini baja dipanaskan secara pelan-pelan sampai suhu 20°C sampai 30°C diatas suhu penguatan, ditahan sebentar lalu didinginkan dengan perlahan dan kontinue. Proses *normalizing* ini dilakukan juga sebelum kita melakukan proses *soft annealing*. Jadi, *hardening* merupakan proses perlakuan panas yang menghasilkan perlit halus, pendinginannya dengan menggunakan media udara, lebih keras dan kuat dari hasil *anneal*. Secara teknis prosesnya hampir sama dengan *annealing*, kemudian dilanjutkan dengan pendinginan pada udara. Pendinginan ini lebih cepat dari pada pendinginan *annealing*. Jadi, tujuan dari *annealing* dan *normalizing* baja adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan atau memperbaiki semua sifat mekanik
2. Untuk meningkatkan atau memperbaiki permesinan
3. Untuk meningkatkan sifat yang dapat diregangkan, dengan khusus mengembalikan kondisi normal dari baja setelah dingin bekerja
4. Untuk menghapus kimia yang non keseragaman
5. Untuk mengubah struktur mikro dan mengembangkan sebuah struktur yang lebih diinginkan pada penguatan
6. Untuk meredakan tekanan internal

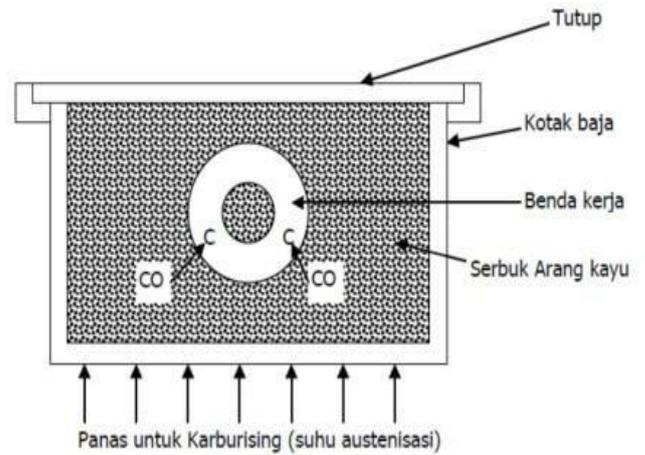


**Gambar 1.** Diagram Perlakuan Panas  
 Sumber: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images>

**Karburising**

Karburisasi adalah suatu proses penambahan kandungan unsur karbon pada permukaan baja. Baja yang dikarburisasi adalah baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 2%. Besi pada suhu sekitar suhu kritis mempunyai afinitas terhadap karbon. Karbon akan menyusup kedalam rongga-rongga besi membentuk larutan padat dengan besi. Semakin lama waktu pengarbonan maka semakin banyak karbon yang berdifusi kedalam baja. Waktu pengarbonan pada prinsipnya ditentukan berdasarkan ketebalan lapisan keras yang diinginkan. Berdasarkan sumber karbon yang digunakan karburisasi dibedakan menjadi 3 yaitu:

a. Karburisasi padat (pack carburizing)  
 Pengarbonan ini adalah cara pengarbonan yang paling tua, media pengarbonan yang digunakan adalah butiran-butiran arang bakar atau kokas ditambah barium karbonat ( $BaCO_3$ ), kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ), kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) atau natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ) sebagai katalisator. Besi dibalut dengan arang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu austenisasi kemudian ditahan sampai beberapa lama. Besi yang dipanaskan kemudian dikeluarkan dan didinginkan. Carburizing padat ini digunakan untuk Memperoleh lapisan yang tebal antara 0,75 hingga 4mm.

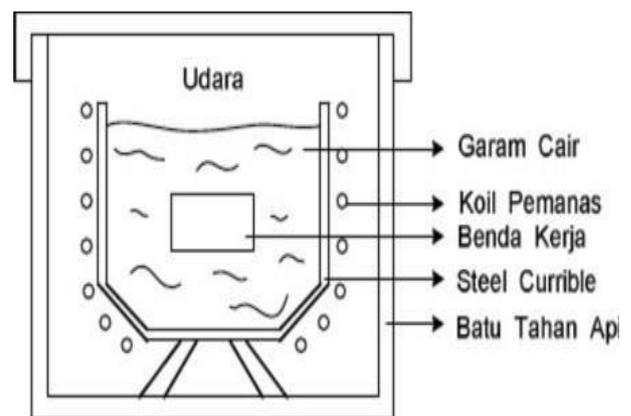


**Gambar 2.** Pack Karburizing  
 Sumber:

<https://muhnabil.files.wordpress.com/2012/06/proses-pack-karburising.jpg>

b. Karburisasi Cair

Media yang digunakan dalam pengarbonan ini adalah cairan garam, biasanya sodium Cyanide ( $NaCN$ ). Garam tersebut sangat beracun dan berbahaya. Selain mengandung Karbon garam ini juga mengandung nitrogen (N). Oleh sebab itu, selain proses Pengarbonan juga terjadi proses penitrogenan. Perbedaan dengan proses cyanide adalah Kulit luar mempunyai kadar karbon yang lebih tinggi dan kadar nitrogen yang lebih rendah. Proses pada karburisasi cair (liquid carburizing) adalah baja dipanaskan diatas suhu  $A_{c1}$  dalam dapur garam cyanide sehingga karbon dan nitrogen dapat berdifusi dalam lapisan luar. Baja karbon rendah dengan kadar C0,15% umumnya dikeraskan dengan proses pencelupan. Menurut [3], selama proses karburisasi kadar karbon lapisan luar dapat ditingkatkan sampai 0,9-1,2%.

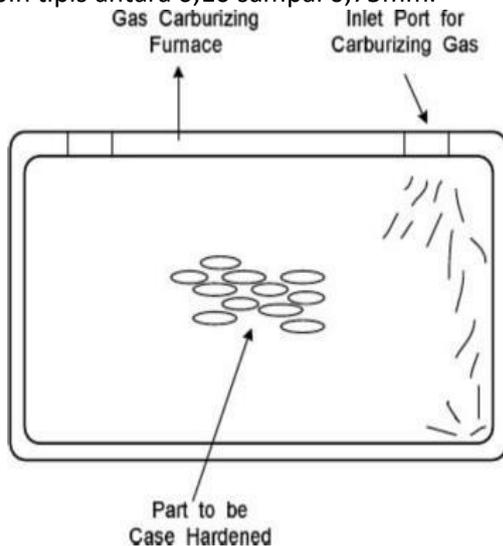


**Gambar 3.** Liquid Carburizing

Sumber:<https://muhnabil.files.wordpress.com/2016/06/liquid-carburizing.jpg>

### c. Karburisasi Gas

Media pengarbonan yang digunakan berupa gas, gas yang dapat digunakan untuk pengarbonan adalah gas alam, hidrokarbon atau propan (gas karbit). Pengarbonan ini digunakan untuk memperoleh lapisan yang lebih tipis antara 0,10 sampai 0,75mm.



**Gambar 4. Gas Carburizing**

Sumber:<https://muhnabil.files.wordpress.com/2012/06/proses-gas-karburising.jpg>

### Quenching

Quench (celup cepat) adalah pendinginan yang sangat cepat, setelah mengalami perlakuan panas baja langsung didinginkan secara cepat dengan cara dicelupkan kedalam media pendingin air atau oli. Quench ini bertujuan untuk mendapatkan kekerasan yang tinggi. Pada baja karbon rendah dan baja karbon sedang biasanya digunakan media air, sedangkan untuk baja karbon tinggi dan baja paduan biasanya digunakan media minyak. Air lebih cepat mendinginkan bila dibandingkan dengan minyak. Proses Quenching dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu:

#### Pendinginan Langsung

Efek yang timbul dari pendinginan langsung biasanya akan ada pengelupasan pada benda kerja. Pada pendinginan langsung ini diperoleh permukaan benda kerja yang getas dan keras.

#### Pendinginan Tunggal

Single Quenching merupakan pendingin dari benda kerja setelah benda kerja tersebut dikarburisasi dan telah didinginkan pada suhu kamar. Tujuan dari metode ini adalah untuk memperbaiki difusitas dari atom-atom karbon, dan agar gradien komposisi lebih halus.

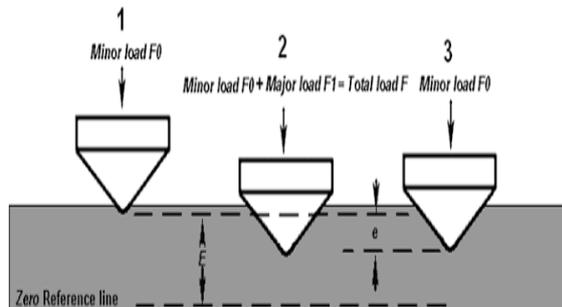
#### Pendinginan Ganda

Double Quenching adalah proses pendinginan atau pengerasan pada benda kerja yang telah dikarburisasi dan didinginkan pada temperature kamar kemudian dipanas lagi diluar kotak karbon pada temperature austenite dan baru didinginkan cepat. Tujuan dari metode ini untuk mendapatkan butiran struktur yang lebih halus.

#### Hardness

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical properties) dari Suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang Penggunaanya akan mangalami pergesekan (frictional force) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut Diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali kebentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan). Teknik pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell. Uji kekerasan Rockwell paling banyak digunakan di Amerika Serikat. Hal ini dikarenakan sifat-sifatnya yaitu cepat dan bebas dari kesalahan manusia, mampu untuk membedakan perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang diperkeras dan ukuran lekukannya kecil, sehingga bagian yang mendapat perlakuan panas yang lengkap dapat diuji kekerasannya tanpa menimbulkan kerusakan [1]. Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Mula-mula diterapkan beban kecil (beban minor) sebesar 10 kgf untuk menempatkan benda uji. Kemudian diterapkan beban yang besar (beban mayor), dan secara otomatis kedalaman lekukan akan terekam oleh

gauge penunjuk yang menyatakan angka kekerasan. Untuk indentornya biasanya digunakan penumbuk berupa kerucut intan 120° dengan puncak yang hamper bulat dan dinamakan penumbuk Brale, serta bola baja berdiameter 1/16 inci dan 1/8 inci. Beban besar yang digunakan adalah 60 kg, 100 kg dan 150 kg.



**Gambar 5.** Pengujian Rockwell  
 Sumber: Kalogueloe.blogspot.com

### 3. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab-akibat antara dua faktor yang berpengaruh, yaitu; penggunaan arang belian dan arang akasia. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Workshop dan lab Teknik Mesin Politeknik Negeri Ketapang.

**Tabel 3.1** Uraian Kegiatan

No	Kegiatan	Keterangan
1	Pengukuran dan pemotongan plat baja karbon rendah serta pembuatan wadah untuk proses karburasi	Plat yang digunakan ialah ST37
2	Melakukan Carburizing dan heattreatment pada plat baja karbon rendah dengan Temperatur 900 °C	Kegiatan dilakukan dilab uji bahan Teknik mesin
3	Melakukan pengujian kekerasan terhadap plat yang diberi perlakuan panas dan karburasi dengan menggunakan mesin <i>hardnesstester</i>	Kegiatan dilakukan dilab uji bahan Teknik mesin

### Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, proses dalam pengumpulan data dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu:

- a. Data primer, yang meliputi pengamatan dan penelitian langsung kelapangan meliputi pengumpulan data yang diambil secara langsung dari penelitian yang dilakukan untuk proses melengkapi penulisan penelitian.
- b. Data sekunder, yang merupakan data yang didapat dengan cara:
  - Interview: Yaitu pengumpulan data dengan cara melakukan konsultasi tentang permasalahan.
  - Studi pustaka: Metode yang digunakan dari referensi penelitian yang sudah ada.

### Alat dan Bahan

- a. Alat; alat yang digunakan saat melakukan kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

No	Nama Alat	Foto Alat
1	Palu terak	
2	Timbangan Digital	
3	Penggaris	
4	Mesin Electrical Furnace	
5	Mesin Rockwel Hardness Testing	

**b. Bahan**

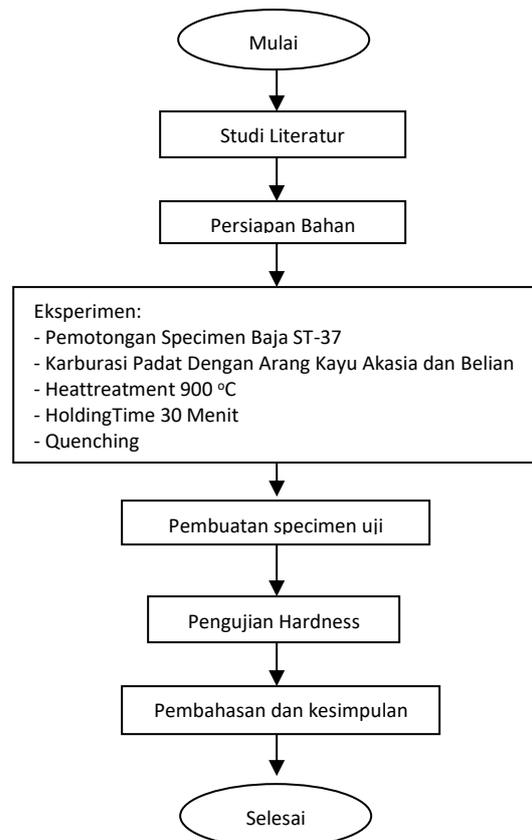
1. 3 buah plat baja karbon rendah
2. Kalsium karbonat
3. Arang kayu akasia
4. Arang kayu belian

**Diagram Alir**

Diagram alir metodologi penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 6. Adapun keterangan dari diagram diatas adalah sebagai berikut.

- a) Mulai
- b) Studi Literatur dari referensi-referensi yang berhubungan.
- c) Persiapan bahan yang akan dilakukan pemotong, mempersiapkan pelat besi ST37 dan memotongnya dengan menggunakan alat potong, raw material bahan yang tanpa diberi perlakuan apapun seperti pengarbonan

- (karburasi) dan pemanasan (heattreatment) sebagai pembanding.
- d) Melakukan Proses Karburasi padat pada besi ST37 menggunakan arang kayu akasia pada suhu 900°C. Proses ini diperlukan untuk menambah nilai kekerasan pada baja karbon rendah yaitu dengan mencampurkan bahan uji dengan bahan-bahan yang digunakan untuk melakukan karburasi [4]. Seperti arang kayu akasia dan kalsium karbonat.



**Gambar 6.** Diagram alir penelitian

- e) Melakukan proses karburasi padat pada baja ST37 menggunakan arang kayu belian pada suhu 900°C. Proses ini diperlukan untuk menambah nilai kekerasan pada baja karbon rendah yaitu dengan mencampurkan bahan uji seperti arang kayubelian dan kalsium karbonat.
- f) *Quenching* ialah proses pendinginan atau (celup cepat) menggunakan media air.
- g) Pengujian Kekerasan; setelah bahan selesai dipanaskan maka langsung

ketahap proses pengujian kekerasan pada bahan uji. Pengujian kekerasan dilakukan dengan alat Rockwell *Hardness Testing*.

- h) Hasil dan Pembahasan; membahas hasil data–data yang dikumpulkan dari proses pengujian bahan tersebut. Jika hasil sesuai dengan yang diharapkan maka langkah selanjutnya ialah kesimpulan.
- i) Kesimpulan; menyimpulkan semua dari hasil pengamatan dan pembahasan dari awal hingga selesai.
- j) Selesai

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### A. Proses Persiapan Bahan

- a) Siapkan kayu belian dan kayu akasia kemudian dibakar untuk dijadikan arang.



**Gambar 7.** Proses pembuatan arang kayu belian sebagai karbon



**Gambar 8.** Pembuatan arang kayu akasia sebagai karbon

- b) Kayu yang sudah dibakar sampai menjadi arang dan diangkat kewadiah.



**Gambar 9.** Arang kayu siap tumbuk untuk diperhalus sebagai karbon

- c) Setelah selesai persiapan arang, maka siapkan bahan yang akan diuji; potong plat baja karbon rendah yang akan diambil sebagai sampel untuk proses penelitian. Pemotongan dilakukan menggunakan mesin gerinda. Gambar 10 memperlihatkan proses pemotongan spesimen.



**Gambar 10.** Proses pemotongan specimen

##### B. Proses Pencampuran Bahan

Proses pencampuran bahan adalah sebagai berikut:

1. Timbang karbon kayu belian dan akasia yang sudah menjadi partikel halus 25 gr dan kalsium karbonat 5gr dengan menggunakan timbangan digital.



**Gambar 11.** Arang kayu tumbuk/partikel halus dilakukan penimbangan untuk komposisi percobaan



**Gambar 12.** Kalsium karbonat dilakukan penimbangan untuk komposisi percobaan

### C. Proses Perlakuan Panas

Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) pada material plat sangat erat hubungannya Dengan pengetahuan tentang bahan tersebut. Karena pada proses penelitian, material Tersebut mengalami perlakuan panas dengan temperatur 900°C. Langkah awal untuk melakukan proses pemanasan ialah menghidupkan kontak panel, setelah hidup masukan bahan uji pertama kedalam oven. Gambar dibawah memperlihatkan proses perlakuan panas. Setelah bahan uji pertama atur dengan suhu awal sesuai suhu ruangan sampai suhu akhir 900°C, waktu lama penahanan (*Holding Time*) selama 30 menit dan tekan tombol start. Gambar 3.8 dan 3.9

dibawah memperlihatkan hasil dari proses penyetalan temperatur suhu dan waktu.



**Gambar 13.** Tanur/oven untuk proses *heattreatment* karburasi padat



**Gambar 14.** Setting Tanur/oven untuk proses *heattreatment* karburasi padat pada 900°C

Setelah selesai menyetel temperature dan waktu tahan, tunggu sampai proses *heattreatment* mencapai suhu akhir dan tunggu sampai 30 menit.



**Gambar 15.** Setting Tanur/oven untuk proses *heattreatment* karburasi padat pada *holding time* 30 menit

Setelah melakukan proses *heat treatment* bahan uji akan mengalami perubahan sifat maupun struktur menjadi sedikit mengeras. Gambar 3.10 dibawah ini menunjukkan hasil bahan yang sudah diberi perlakuan panas



**Gambar 16.** Hasil proses *heattreatment* karburasi padat pada 900°C

#### D. Proses *Quenching*

Proses *quenching* (celup cepat) pada material plat sangat erat hubungannya dengan Pengetahuan tentang bahan tersebut. Karena pada proses penelitian, material yang sudah diberi perlakuan panas langsung dicelupkan kedalam media pendingin air. Langkah awal melakukan proses pendinginan ialah mempersiapkan wadah tempat air untuk mencelupkan specimen yang sudah dipanaskan. Gambar dibawah memperlihatkan proses perlakuan *Quenching* (celup cepat).



**Gambar 17.** Celup cepat atau *quenching* setelah proses *heattreatment* karburasi padat pada 900°C

E. Proses Pengambilan Data Dari Uji Hardness  
Proses pengambilan data dari hasil penelitian menggunakan *hardness* adalah sebagai berikut:

1. Siapkan *hardnesstes* dan pasang alat kelengkapan *hardness*.
2. Setelah *hardness* sudah siap letakan material yang tanpa perlakuan ketempat uji, dan
3. Apabila sudah selesai melakukan tes material tanpa perlakuan lanjutkan untuk pengetesan material yang ada perlakuan pencampuran karbon kayu belian dan akasia.



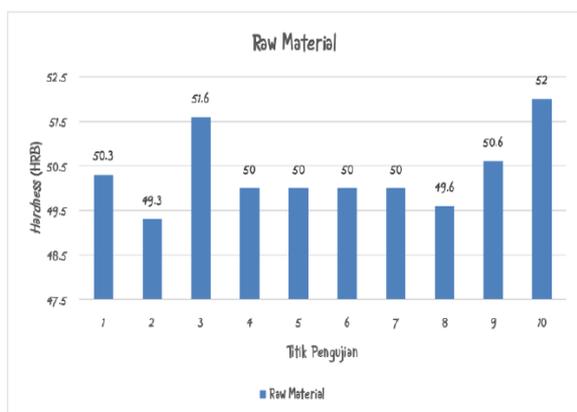
**Gambar 18.** Pengujian specimen *raw material* dan specimen karburasi padat pada 900°C



**Gambar 19.** Tampak posisi Pengujian specimen *raw material* dan specimen karburasi padat pada alat *hardness rockwel tester*

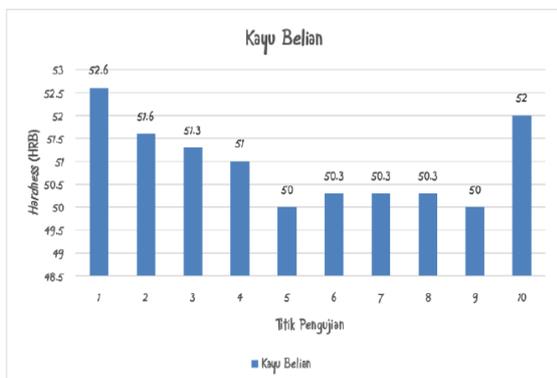
Pembahasan

Adapun data hasil pengujian dengan metode Rockwell terhadap nilai kekerasan pada baja karbon rendah tanpa perlakuan campuran karbon dan kekerasan paduan arang kayu belian dan arang kayu akasia seperti pada grafik dibawah ini.



**Gambar 20.** Data hasil Pengujian specimen *raw material*

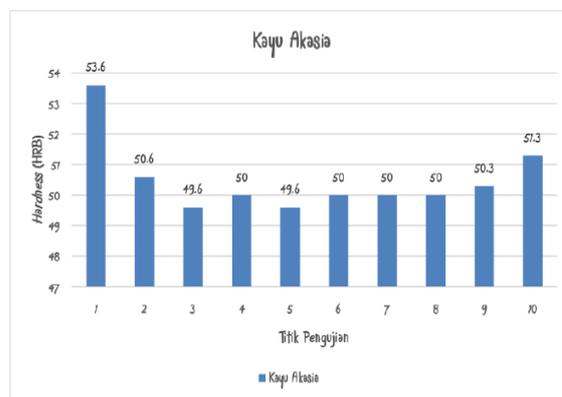
Raw material ialah bahan yang belum diberi perlakuan dari grafik diatas menunjukkan bahwa titik 1 sampai 10 adalah titik nilai dari kekerasan raw material. Bisa dilihat bahwa dititik 3 dan 10 memiliki nilai kekerasan yang cukup tinggi dibandingkan titik yang lainnya. Hal ini membuktikan bahwa disetiap titik tidak memiliki kekerasan yang sama.



**Gambar 21.** Data hasil Pengujian specimen perlakuan karburasi padat arang kayu belian

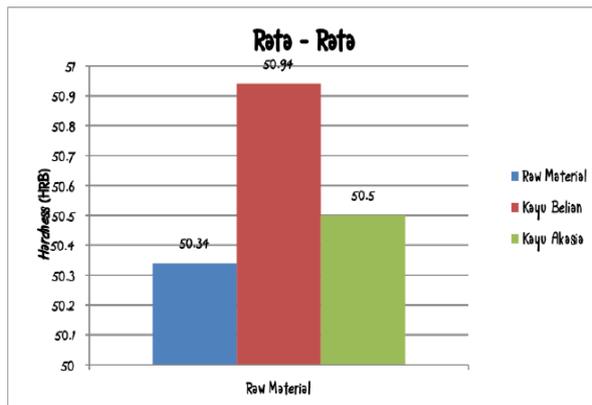
Dilihat dari grafik diatas bahwa kekerasan pada baja karbon rendah yang sudah diberi perlakuan menggunakan arang kayu belian dilihat pada

titik 1 dan 10 memiliki nilai kekerasan yang cukup tinggi dibandingkan dengan titik yang lainnya. Dikarenakan sudah ada pencampuran pada baja karbon menggunakan arang kayu belian.



**Gambar 22.** Data hasil Pengujian specimen perlakuan karburasi padat arang kayu akasia

Dilihat dari grafik diatas bahwa pada bahan baja karbon rendah menggunakan arang kayu akasia juga memiliki nilai kekerasan dilihat pada titik 1 dan 10 memiliki nilai kekerasan dibandingkan dengan titik yang lainnya. Hal ini membuktikan bahwa disetiap titik tidak menunjukkan nilai kekerasan yang sama. Hasil dari pengujian arang kayu belian menunjukkan bahwa kekerasannya meningkat karna bahan baja karbon ini diberi perlakuan dengan menggunakan kalsium karbonat dan dicampur menjadi satu menggunakan arang kayu belian. Dari hasil diatas pada grafik ini menunjukkan kekerasan pada bahan baja karbon yang diberiperlakuan menggunakan campuran kalsium karbonat dan arang kayu belian dengan rata-rata 50,94 HRB sedangkan bahan tanpa perlakuan (raw material) ialah 50,34 HRB jadi perbandingan ini menunjukkan bahwa hasil dari bahan yang diberi perlakuan dengan bahan yang tidak diberi perlakuan (raw material). Lebih besar bahan yang menggunakan perlakuan.



**Gambar 23.** Perbandingan data hasil Pengujian specimen *raw material*, perlakuan karburasi padat arang kayu belian dan akasia

Hasil dari grafik diatas menunjukkan jika bahan baja karbon yang tidak diberi perlakuan (*raw material*) menunjukkan hasil yang rendah. Sedangkan baja karbon yang diberi perlakuan dengan menggunakan kalsium karbonat dan dibericampuran menggunakan arang kayu belian, dan arang kayu akasia, hasil kekerasannya semakin bertambah dengan hasil rata-rata yang diperoleh ialah 50,94 HRB. Selanjutnya arang kayu akasia hasil kekerasannya yaitu dengan hasil rata-rata 50,5 HRB. Jadi, hasil uraian diatas menunjukkan bahwa bahan baja karbon akan lebih keras dengan proses karburasi yang menggunakan arang kayu belian dan arang kayu akasia. Dilihat dari hasil penelitian diatas bahwa proses karburasi berpengaruh terhadap kekerasan baja karena adanya penambahan karbon seperti arang kayu.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Dari hasil pengujian pada baja ST37 kekerasan yang didapat pada bahan raw material= 50.34 HRB.
2. Pada arang kayu belian dengan suhu 900°C= 50.94 HRB, lebih tinggi dari pada arang kayu akasia dengan suhu 900°C= 50.5 HRB.
3. Plat baja yang sudah dikarburasi menggunakan arang kayu belian dan arang kayu akasia dengan suhu 900°C lebih keras dari bahan raw material.

## Daftar Pustaka

- [1] Dieter, George E.1993, Metalurgi Mekanik Edisi Ketiga Jilid Pertama. University Of Maryland.
- [2] Darmanto, 2006. Pengaruh Holding Time Terhadap Sifat Kekerasan Dengan Refining The Core Pada Proses Carburizing Material Baja Karbon Rendah, UNWAHAS.
- [3] Sunardi, Lusiana, R.,Fitra,O.A.,2013, Pengaruh Pack Carburizing dan Kekerasan Permukaan Terhadap Umur Fatik Material Poros Baja S45C, Jurnal Foundry Vol.3, pp.7-12.
- [4] Syamsuir,2003.Pengaruh Karburasi Terhadap Kekerasan Baja DINI5CrNi6 (MS.7210), Thesis, UGM, Yogyakarta.