

## LAPORAN PENELITIAN



Karakteristik Poros Roda Belakang Go-Kart melalui Proses Carburising pada kondisi Variasi Temperatur Hardening terhadap Sifat Mekanis.

Diusulkan oleh:

**Ketua Tim**

Erwin Siahaan, Dr.Ir,MSi ( 0323025701/10387042)

**Anggota:**

Abrar Riza,Dr,ST,MT ( 0326046801/10394011)

Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara Jakarta 2020

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN  
Semester Genap / Tahun 2019-2020**

Judul : Karakteristik Poros Roda Belakang Go-Kart  
melalui Proses Carburising pada kondisi Variasi  
Temperatur Hardening terhadap Sifat Mekanis.

1. Ketua
  - a. Nama dan Gelar : Erwin Siahaan, Dr,Ir,MSi
  - b. NIDN/NIK : 0323025701/10387042
  - c. Jabatan/Gol : Kepala Laboratorium Material Teknik/ IVa
  - d. Program Studi : Teknik Mesin
  - e. Fakultas : Teknik
  - f. Bidang Keahlian : Material Teknik
  - g. Alamat Kantor : Jalan. S Parman No.1, Jakarta Barat 11440
  - h. Nomor HP/Tlp/Email :087880368907/021.5672548ext.  
351/erwins@ft.untar.ac.id
2. Anggota Tim Penelitian
  - a. Jumlah Anggota : Dosen 1( satu )orang
  - b. Nama Anggota I/Keahlian : Abrar Riza, Dr,ST,MT/ Konversi Energi
3. Lokasi Kegiatan Penelitian : Laboratorium Material Teknik dan  
Workshop Mesin
4. Luaran yang dihasilkan : Jurnal International
5. Jangka Waktu Pelaksanaan : Januari- Juni
6. Biaya yang disetujui DPPM : Rp 13.000.000,-

Jakarta, 6 Juli 2020

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Ketua



Harto Tanujaya, ST,MT, PhD  
NIDN/NIK:0318057201/10300013

Erwin Siahaan , Dr, Ir, MSi  
NIDN/NIK: 0323025701/10387042

Menyetujui,  
Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Jap Tji Beng, PhD.  
NIDN/NIK: 0323085501 / 10381047

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Go-Kart merupakan salah satu cabang olahraga yang menggunakan mesin kendaraan bermotor sebagai penggerak utama. Go-Kart pertama kali di rancang di *California* pada tahun 1956, oleh *Art Ingels*, juga seorang perancang mobil balap di perusahaan *kurtis kraft*. Go-Kart memiliki komponen seperti rangka (*Frame*), sistem kemudi, poros roda belakang, dan komponen lain. Poros roda belakang sangat penting dalam suatu kendaraan, begitu juga dengan Go-Kart yang di rancang berkelompok, hanya saja perlu penyesuaian bentuk, ukuran dan posisi agar dapat berfungsi dengan baik.<sup>[1]</sup>

Meskipun demikian, kegagalan poros masih sering terjadi yang disebabkan oleh insiden dan bukan insiden. Kegagalan karena insiden terjadi karena beban yang melebihi kekuatan komponen atau struktur, seperti beban kejut karena benturan maupun beban berlebih, kegagalan tersebut menimbulkan kerugian yang sangat besar. Dengan demikian, kegagalan atau kerusakan yang sama dapat dihindari atau dicegah dengan memperbaiki prosedur proses pembuatan dan kerugian ekonomis dapat diminimalisir dengan melakukan *carburizing*.<sup>[2]</sup>

*Carburizing* yaitu pengerasan permukaan dengan cara memanaskan bahan dalam lingkungan karbon, lalu dibiarkan beberapa waktu pada suhu tersebut dan kemudian didinginkan.<sup>[23]</sup> Tujuan dari pengerjaan panas itu adalah untuk memberi lapisan luar pada benda kerja yang akan dikeraskan. Lapisan luar benda kerja yang telah mengambil karbon dinamakan lapisan karbonasi.<sup>[3]</sup>

$BaCO_3$  berfungsi meningkatkan efektivitas karbon pada proses *carburizing*. Semakin banyak jumlah barium karbonat yang ditambahkan, akan semakin banyak dilepaskan gas  $CO_2$  yang akan mengikat atom karbon dari grafit sehingga sejumlah besar gas CO terbentuk.<sup>[4]</sup>

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dalam membuktikan fakta suatu masalah diperlukan suatu identifikasi masalah dengan mengamati kejadian dan fenomena yang terjadi guna diselesaikan. Dalam penelitian “Pengaruh Temperatur dan Komposisi BaCO<sub>3</sub> Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Poros Go-Kart dengan Perlakuan *Carburizing* tanpa *Tempering*” mengidentifikasi bahwa: Bagaimana pengaruh *Carburizing* terhadap sifat mekanis dan perubahan struktur mikro pada Poros Roda Belakang Go-Kart tanpa perlakuan *tempering*.

## 1.3 Batasan Masalah

1. Alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu *maple furnace*, *specimen* untuk diuji, dan *bath* sebagai tempat dilakukan proses *carburizing*.
2. Melakukan proses *carburizing* terhadap material dan dibandingkan dengan *specimen* asli.
3. Tidak melakukan pengujian puntir terhadap poros.
4. Pengujian dengan uji *impact* ASTM E23.
5. Pengujian dengan uji kekerasan *vickers* ASTM E92.
6. Pengamatan dengan analisa struktur mikro ASTM E3-11.
7. Pengujian dengan uji *tensile* ASTM E8.
8. Pengamatan dengan *scanning electron microscope* (SEM).

## 1.4 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian Pengaruh Temperatur dan Komposisi BaCO<sub>3</sub> Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Poros Go-Kart dengan Perlakuan *carburizing* tanpa *tempering* berikut:

Seberapa besar pengaruh komposisi dari BaCO<sub>3</sub> dan karbon pada proses perlakuan *carburizing* tanpa *tempering*.

## 1.5 Hipotesis

Berdasarkan teori bahwa baja karbon rendah yang dilakukan *carburizing* dapat meningkatkan kekerasan permukaan dan tetap menjaga bagian dalam

material tetap lunak, bergantung pada komposisi karbon dan  $\text{BaCO}_3$  dan temperatur *heat treatment* yang dilakukan.

Dengan perlakuan *carburizing* pada poros roda belakang Go-Kart (baja karbon rendah) akan memiliki peningkatan kekerasan pada permukaan Poros Roda Belakang Go-Kart tersebut.

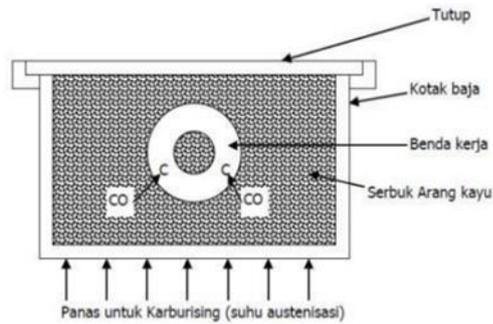
## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **1.1 Macam-macam *Surface Hardening***

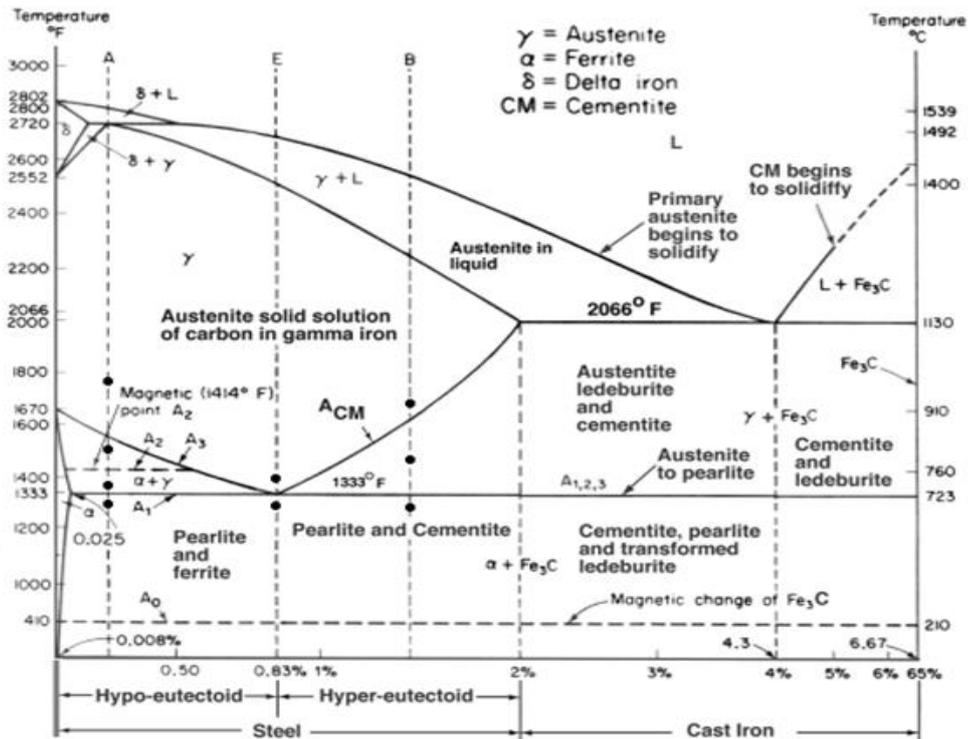
##### **1.1.1 *Carburizing***

*Carburizing* merupakan proses perlakuan *surface hardening* yang dilakukan dengan cara memanaskan spesimen pada suhu austenisasi dalam ruang yang mengandung serbuk karbon. *Carburizing* ini bertujuan untuk menaikkan kadar karbon pada lapisan permukaan baja sehingga diperoleh baja yang memiliki permukaan keras.<sup>[5]</sup> Karburisasi dilakukan pada temperatur ( antara 815 sampai 1090°C, atau 1500 sampai 2000°F) dengan waktu tahan 60 sampai 120 menit, dimana temperatur tersebut merupakan temperatur austenisasi dalam proses *carburizing*, dan tungku yang dirancang harus memiliki tingkat kevakuman yang baik pada proses pengarbonan, spesimen ditempatkan ke dalam kotak yang berisi media karburasi, kemudian dipanaskan pada temperatur austenisasi sehingga media penambah unsur karbon saat pemanasan akan mengeluarkan gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CO}$ . Gas  $\text{CO}$  ini bereaksi dan terurai pada permukaan baja karbon rendah membentuk atom karbon yang kemudian berdifusi ke permukaan baja.<sup>[26]</sup> ( ASM 2759/7) (*American Society for Metal*). Dengan menambah unsur karbon yang lebih tinggi ini maka dapat meningkatkan kekerasan permukaan dan memperbaiki ketahanan aus pada bahan. Baja yang akan di *carburizing* biasa memiliki kandungan karbon sekitar 0,2% - 0,7%, karena kandungan karbon yang terlalu tinggi dapat menyebabkan material tersebut menjadi getas. [17]



**Gambar 2.1** Proses *Pack Carburizing*<sup>[17]</sup>

Alasan pemilihan temperatur 800, 850, dan 900°C pada proses pengarbonan didasarkan pada temperatur austenisasi baja karbon rendah yang mengharuskan proses *surface hardening* adalah 25-50°C diatas temperatur kritis  $A_3$  untuk baja *hypo eutectoid* dan 25-50°C atas temperatur kritis  $A_1$  untuk baja *hyper eutectoid*. Temperatur pemanasan yang hanya dibawah temperatur *eutectoid* tidak akan menghasilkan kekerasan yang berarti tidak akan terjadi austenit. Tujuan dari temperatur austenitisasi yaitu untuk mendapatkan martensit yang keras maka pada saat pemanasan harus terjadi struktur austenit.<sup>[19]</sup> Dapat dilihat pada diagram  $Fe_3C$ .



## Gambar 2.2 Diagram Fasa Fe<sub>3</sub>C<sup>[19]</sup>

### 2.1.1.1 Langkah proses *carburizing*

Langkah – langkah melakukan proses *carburizing*:

1. Menyiapkan benda kerja:
  1. Memotong;
  2. Ratakan dan Bersihkan permukaan benda kerja dengan kikir dan kertas amplas;
  3. Beri tanda pada benda kerja;
  4. Memoles permukaan benda kerja dengan batu langsol atau pasta *autosol*.
2. Melakukan pengujian kekerasan (dengan kekerasan brinell, uji Tarik, uji impak) dan mengamati struktur mikro permukaan benda kerja sebelum dicarburizing.
3. Persiapkan benda kerja.
4. Persiapkan alat *carburizing* dengan variasi media dan bahan pengaktif (serbuk grafit).
5. Mempersiapkan *maple furnace (oven)*, memasukkan *carburizing bath* ke dalam *oven* dan atur temperatur kerja 800°C, 850°C, dan 900°C. Lakukan proses *carburizing* dengan waktu tahan 120 menit.
6. Ambil *carburizing bath* dari dalam oven dengan ragum penjepit, buka tutup *bath* dan dinginkan dengan temperatur ruangan.
7. Ambil *specimen* dari *bath*, bersihkan permukaan benda.
8. Lakukan pengujian kekerasan permukaan benda kerja setelah *carburizing* dan mengamati struktur mikro permukaan.
9. Membuat bahasan mengenai proses *carburizing*.

### 2.1.2 *Carbonitriding*

Merupakan suatu proses pengerasan permukaan di mana baja dipanaskan di atas suhu kritis dalam lingkungan gas dan terjadi penyerapan karbon dan nitrogen.

[6]

### 2.1.3 *Cyaniding*

Merupakan proses dimana terjadi absorpsi karbon dan nitrogen untuk memperoleh permukaan yang keras pada baja karbon rendah yang sulit dikeraskan.

Proses ini dilakukan dengan rendaman air garam yang terdiri dari natrium karbonat dan natrium sianida yang dicampur dengan salah satu bahan klorid natrium dan klorid barium, tebal lapisan sekitar 0,3 mm.<sup>[7]</sup>

#### **2.1.4 Nitriding**

Merupakan suatu proses pengerasan permukaan baja paduan dengan cara dipanaskan untuk waktu yang lama dalam suatu atmosfer dari gas nitrogen. Baja dipanaskan sampai 510 °C dalam lingkungan gas ammonia. *Nitride* yang diserap oleh logam akan membentuk lapisan keras yang tersebar rata pada permukaan logam.<sup>[8]</sup>

#### **2.2 Katalisator (BaCO<sub>3</sub>)**

BaCO<sub>3</sub> berfungsi meningkatkan efektivitas karbon pada proses *carburizing*. Semakin banyak jumlah barium karbonat yang ditambahkan, akan semakin banyak dilepaskan gas CO<sub>2</sub> yang akan mengikat atom karbon dari grafit sehingga sejumlah besar gas CO terbentuk.<sup>[4]</sup>

#### **2.3 Go-kart**

Go-Kart yg merupakan salah satu cabang olahraga yang menggunakan mesin kendaraan bermotor sebagai penggerak utama. Go-Kart pertama kali di rancang di *California* pada tahun 1956, oleh *Art Ingels*, juga seorang perancang mobil balap di perusahaan *kurtis kraft*.<sup>[24]</sup> Go-Kart memiliki komponen seperti mobil. komponen tersebut adalah rangka (*Frame*), sistem kemudi, poros roda belakang, dan komponen lain.<sup>[9]</sup>



**Gambar 2.3** Go-Kart.<sup>[9]</sup>

##### **2.3.1 Komponen Go-Kart**

###### **2.3.1.1 Engine**

*Engine* secara umum didefinisikan sebagai penggerak, atau dengan kata lain motor bakar.

Motor adalah suatu perangkat yang terdapat pada suatu benda yang bergerak berputar dan menghasilkan tenaga daripada *engine* itu sendiri. Dalam dinamika kendaraan khususnya go-kart, amatlah rumit untuk menggambarkan perilaku gerak kendaraan, arah dan stabilitas kendaraan, serta keamanan dan kenyamanan kendaraan pada saat jalan. Untuk dapat bergerak kendaraan harus memiliki gaya dorong yang cukup untuk melawan semua hambatan pada kendaraan. Gaya dorong ini terjadi pada roda penggerak kendaraan, yang di transformasikan dari torsi mesin ke poros penggerak.<sup>[10]</sup>



**Gambar 2.4** *Engine*<sup>[10]</sup>

#### 2.3.1.2 Poros Penggerak

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin, hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Menurut pembebanan poros di bagi menjadi 3 yaitu, poros transmisi, poros *spindle*, dan poros gardar. Ada beberapa macam jenis poros, di antaranya yaitu :

##### 1. Poros Transmisi

Poros transmisi mendapat beban puntir murni atau beban puntir dan lentur. Poros transmisi berfungsi untuk meneruskan daya dari salah satu elemen ke elemen yang lain melalui kopling.

##### 2. Spindel

Spindel merupakan poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama pada mesin perkakas di mana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus

dipenuhi oleh poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

### 3. Gandar

Poros gandar dipasang pada roda-roda kereta api barang, sehingga tidak mendapat beban puntir, terkadang poros gandar juga tidak boleh berputar. Gandar hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula yang memungkinkan mengalami beban puntir. Dalam perencanaan poros sangatlah perlu memperhatikan kekuatan dan pembebanan yang di terima poros untuk itu perlu di perhatikan sabagai berikut:

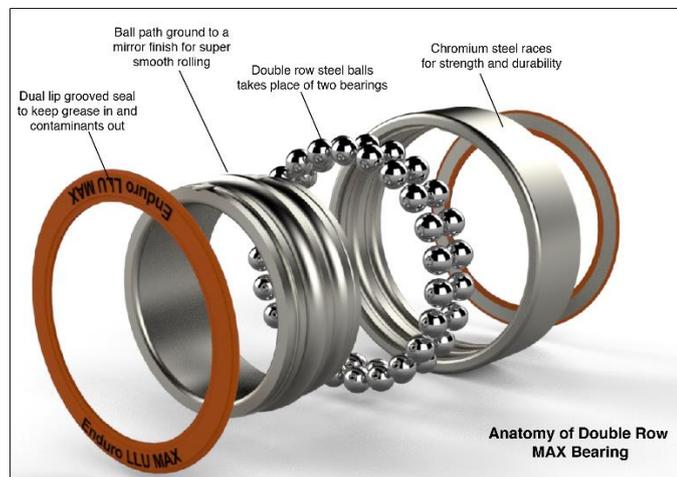
1. Kekuatan poros Pada poros transmisi akan mengalami pembebanan yaitu pembebanan puntir dan lentur.
2. Kekauan poros Puntiran terlalu besar akan mengakibatkan ketidakstabilan getaran atau suara.
3. Putaran kritis Putaran kritis terjadi jika putaran mesin di naikan pada putaran tertentu terjadi getaran cukup besar.
4. Korosi Dalam perencanaan perlu di perhatikan dalam penggunaan bahan, hal ini untuk mencegah terjadinya korosi.
5. Bahan poros Poros – poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja karbon, baja khrom nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom, baja khrom molibden, dll.<sup>[11]</sup>



**Gambar 2.5** Poros Go-Kart<sup>[11]</sup>

### 2.3.1.3 Bantalan (*Bearing*)

Bantalan adalah elemen mesin yang mampu menopang poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, dan aman. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak bisa berfungsi dengan baik maka performa seluruh sistem akan menurun atau tidak bekerja secara semestinya.<sup>[12]</sup>



**Gambar 2.6** *Bearing*<sup>[12]</sup>

### 2.3.1.4 Mur dan Baut

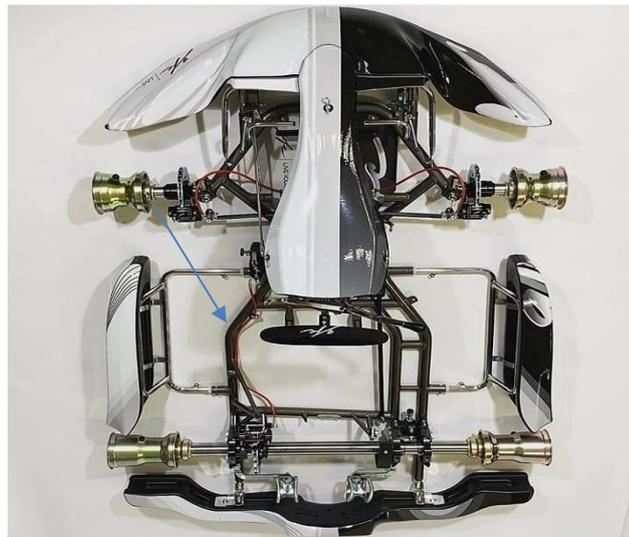
Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk menentukan ukuran baut dan mur berbagai faktor harus di perhatikan seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan dan kelas ketelitian.<sup>[13]</sup>



**Gambar 2.7** Mur dan Baut<sup>[13]</sup>

#### 2.3.1.5 Rangka (*Frame*)

Rangka merupakan salah satu bagian penting pada Go-kart yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan<sup>[25]</sup>. Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala peralatan kenyamanan semuanya diletakkan di atas rangka.<sup>[14]</sup>



**Gambar 2.8** Chasis<sup>[14]</sup>

#### 2.3.1.6 Sistem Pengereman

Rem berfungsi sebagai alat untuk mengatur laju kendaraan, khususnya mengurangi dan menghentikan kendaraan. Sistem pengereman pada go-kart digunakan untuk kenyamanan dan keselamatan pengemudi saat jalan agar mendapatkan pengereman yang baik.<sup>[15]</sup>



**Gambar 2.9** Sistem pengereman <sup>[15]</sup>

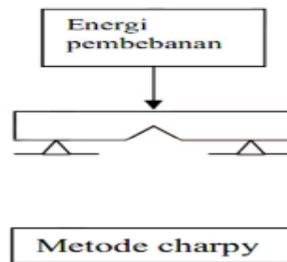
#### **2.4 Analisa Kegagalan**

Analisis kegagalan (*Failure Analysis*) adalah langkah-langkah pemeriksaan kegagalan atau kerusakan pada suatu komponen yang mencakup situasi dan kondisi kegagalan atau kerusakan. tersebut, sehingga dapat ditentukan penyebab dari kegagalan/kerusakan yang terjadi pada komponen tersebut. Kegagalan bisa berasal dari tahap *manufacturing*, pembuatan, perakitan, atau pengoperasian yang tidak sesuai dengan disain.

Dengan demikian diperlukan analisa kerusakan yang bisa dimanfaatkan sebagai umpan balik dalam perbaikan disain, material, perlakuan panas, dan sebagainya terhadap sistem atau komponen. <sup>[16]</sup>

#### **2.5 Pengujian Impak**

Uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji impak juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impak ini, juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya. Sejumlah uji impak batang uji bertakik dengan berbagai disain telah dilakukan dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam. <sup>[17]</sup>



**Gambar 2.10** Pembebanan Metode Charpy<sup>[17]</sup>

### 2.5.1 Pengujian impak metode *charpy*

Pengujian impak *charpy* (juga dikenal sebagai tes *charpy v-notch*) merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan.

Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas. Uji impak dilakukan untuk menentukan kekuatan material serta mengetahui ketangguhan logam akibat pembebanan kejut pada beberapa macam kondisi tertentu. Untuk menentukan kekuatan material sebagai sebuah metode uji impak digunakan dalam dunia industri yakni uji impak *charpy*. Dasar pengujian ini adalah penyerapan energi potensial dari beban yang mengayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk material uji sehingga terjadi deformasi.<sup>[17]</sup>

Rumus uji impak:

$$HI = \frac{GxD(\cos\beta - \cos\alpha).L}{A} \quad (\text{joule/mm}^2)$$

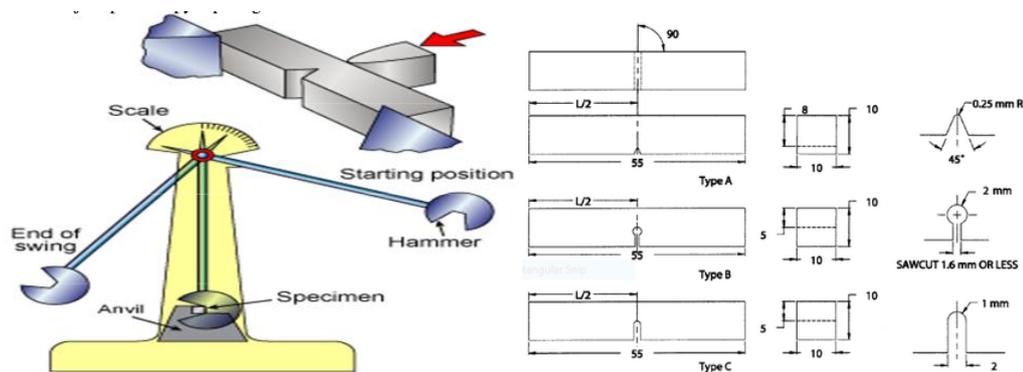
Dimana :

$$D = 0.6345 \text{ m}$$

$$G = 26.12 \text{ kg}$$

$$L = 0.75 \text{ m}$$

$\cos \lambda$  = sudut posisi awal pendulum



**Gambar 2.11** Ilustrasi Skematis Pengujian Impak dan Standar Pengujian<sup>[17]</sup>

## 2.6 Pengujian Tarik

Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik yang bertujuan untuk mengetahui modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus menggunakan (ASTM E-8). Dengan menarik suatu bahan untuk mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*). Selanjutnya akan dibahas beberapa istilah lain yang penting seputar interpretasi hasil uji tarik.

### 2.6.1 Kelenturan (*Ductility*)

Merupakan sifat mekanik bahan yang menunjukkan derajat deformasi plastis yang terjadi sebelum suatu bahan putus atau gagal pada uji tarik. Bahan disebut lentur (*ductile*) bila regangan plastis yang terjadi sebelum putus lebih dari 5%, bila kurang dari itu suatu bahan disebut getas (*brittle*).

### 2.6.2 Derajat kelentingan (*Resilience*)

Derajat kelentingan didefinisikan sebagai kapasitas suatu bahan menyerap energi dalam fase perubahan elastis. Sering disebut dengan Modulus Kelentingan (*Modulus of resilience*),

### 2.6.3 Derajat ketangguhan (*toughness*)

Kapasitas suatu bahan menyerap energi dalam fase plastis sampai bahan tersebut putus. Sering disebut dengan Modulus Ketangguhan (*modulus of toughness*).

#### 2.6.4 Pengerasan regang (*Strain hardening*)

Sifat kebanyakan logam yang ditandai dengan naiknya nilai tegangan berbanding regangan setelah memasuki fase plastis.

Rumus uji tarik:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (kg.f)}$$
$$e = \frac{L_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \%$$

Dimana:

F = Beban Tarik

A<sub>0</sub> = Luas penampang awal

L<sub>0</sub> = Panjang awal

L<sub>i</sub> = Panjang akhir



**Gambar 2.12** Mesin Uji Tarik <sup>[18]</sup>

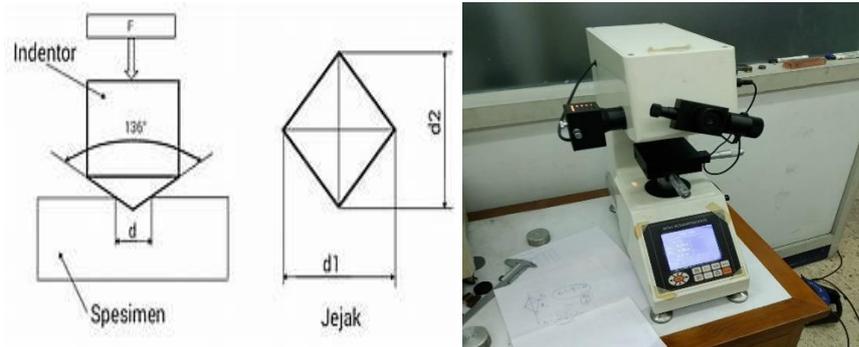
#### 2.7 Pengujian *Vickers Hardness* (kekerasan)

Uji kekerasan *vickers* menggunakan indenter piramida intan yang berbentuk bujursangkar. Besar sudut antara permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136° yang ditekan pada permukaan material uji. <sup>[19]</sup>

Rumus kekerasan vickers :

Panjang diagonal rata-rata (μm), dengan d rata-rata =  $\frac{d_1 + d_2}{2}$  (μm)

Kekerasan rata-rata =  $\frac{1,854 \times P}{d^2}$  (HVN)



**Gambar 2.13** *Vicker* <sup>[19]</sup>

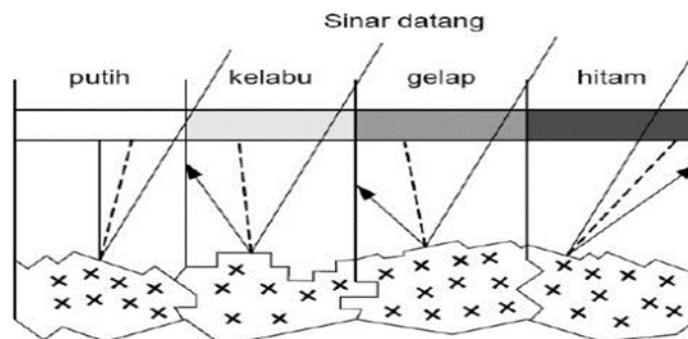
### 2.7.1 Mekanisme kerja

Persiapkan alat dan bahan pengujian :

1. Mesin uji kekerasan vickers (*vickers hardness test*)
2. Indentor piramida intan
3. Pembuatan *mounting* spesimen
4. Benda uji yang sudah di poles
5. Mengatur pembebanan menggunakan 4,9 N
6. Lakukan proses penekanan, mencatat hasil yang diperoleh

### 2.8 Pengujian *Metallography*

Pengamatan *Metallography* didasarkan pada perbedaan intensitas sinar pantul permukaan logam yang masuk ke dalam mikroskop, sehingga terjadi gambar yang berbeda (gelap, agak terang, terang). Apabila terhadap permukaan logam yang telah dihaluskan (*polish*) dicelupkan kedalam suatu media kimia (*etsa*), maka permukaan logam tersebut akan terlihat semakin jelas. <sup>[21]</sup>



**Gambar 2.** Jalan Sinar Pada Pengamatan *Metallography*.

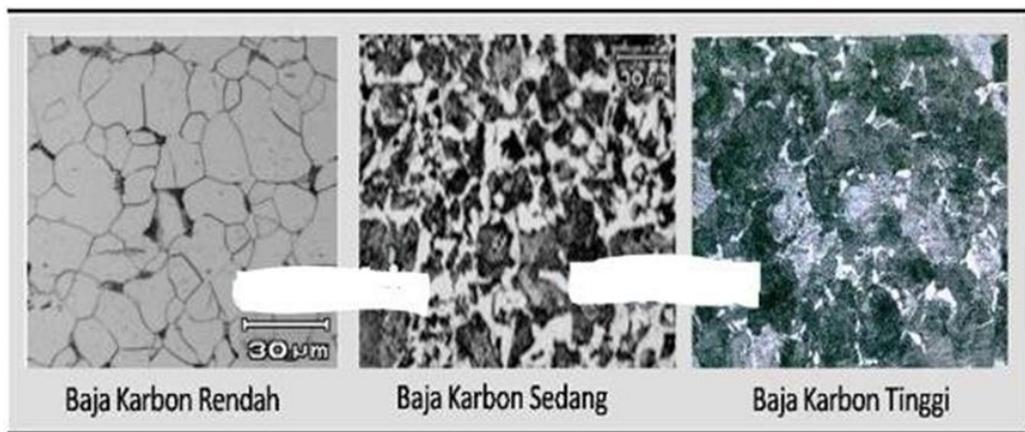
**Gambar 2.14** Sinar pada Mikroskopik. <sup>[21]</sup>

### 2.8.1 Macrography

*Macrography* adalah suatu cara untuk mempelajari struktur logam tanpa bantuan alat optik. Dengan cara ini yang diamati adalah bentuk patahan

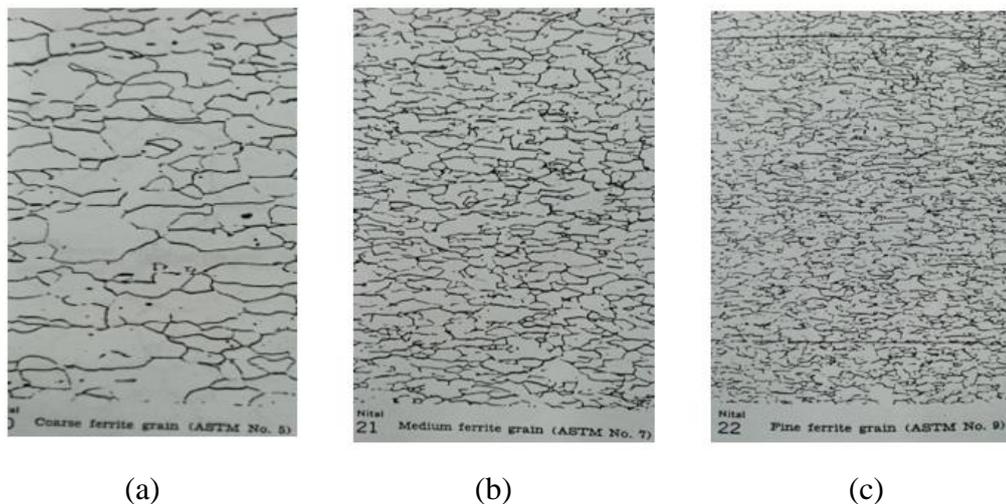
### 2.8.2 Micrography

*Micrography* adalah suatu cara untuk mempelajari struktur logam dengan menggunakan mikroskop. Dengan cara ini yang diamati adalah besar butiran logam, pengaruh deformasi serta mengetahui kotoran yang dikandung struktur.



**Gambar 2.15** Contoh Hasil Metalografi Baja

Menurut buku sebagai acuan untuk *ferrite* pada baja karbon rendah dengan contoh sebagai berikut :



**Gambar 2.16** (a) Ferrit Tidak Banyak (b) *Ferrite* Mulai Bertambah (c) *Ferrite* Banyak

## 2.9 Scanning Electron Microscope (SEM)

SEM adalah sebuah mikroskop elektron yang didisain untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3000000 kali, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. SEM dapat digunakan untuk melihat IMC (*intermetallic compound*) Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri.

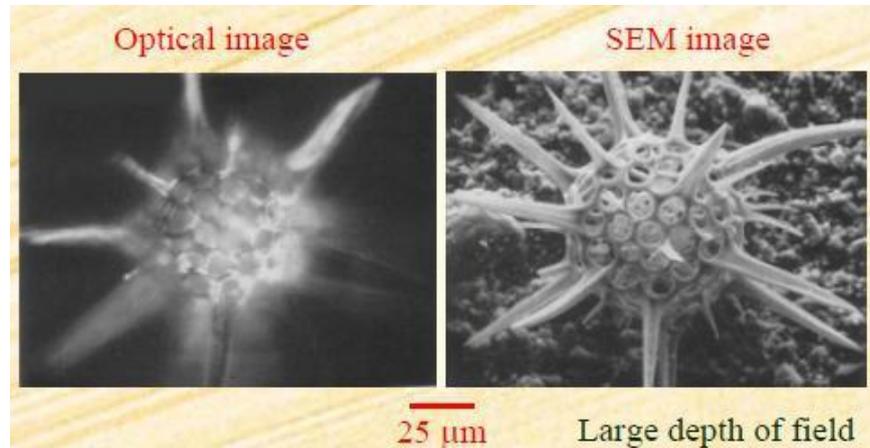
Tujuan utama dari pengujian SEM untuk melihat struktur mikro dari material serta mengetahui informasi-informasi mengenai: Topografi, yaitu permukaan dan tekstur kekerasan, sifat memantulkan cahaya. Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek (kekuatan, cacat pada *Integrated Circuit (IC)* dan *chip*). Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek (titik lebur, kereaktifan, kekerasan). Informasi kristalografi, yaitu informasi mengenai bagaimana susunan dari butir-butir di dalam objek yang diamati (konduktifitas, sifat elektrik, kekuatan).



**Gambar 2.17** Alat Uji SEM

SEM memfokuskan sinar elektron (*electron beam*) dipermukaan objek dan mengambil gambar dengan mendeteksi elektron yang muncul dari permukaan objek. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya

hanya dapat mencapai 200nm sedangkan elektron mampu mencapai resolusi hingga 0,1-0,2nm.

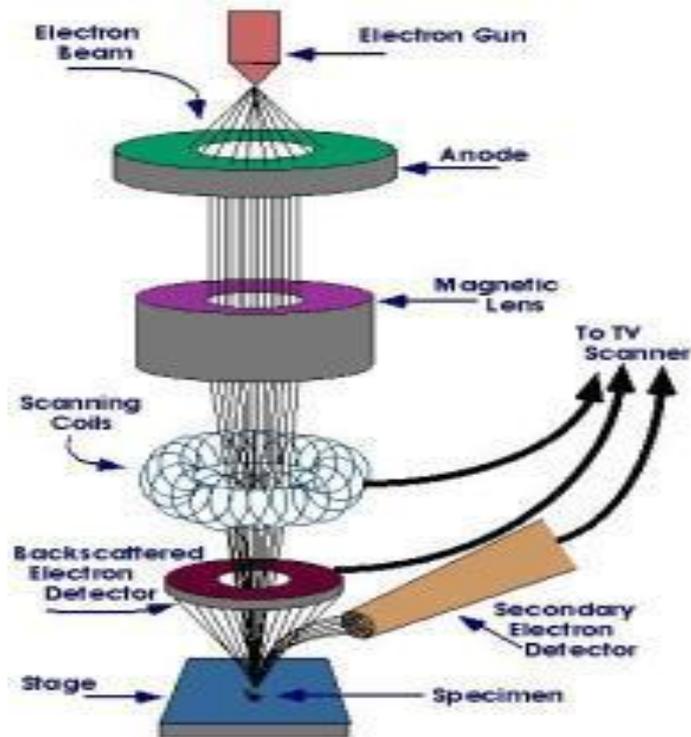


**Gambar 2.18** Hasil Perbandingan Mikroskop Cahaya dengan SEM<sup>[9]</sup>

### 2.9.1 Cara kerja *scanning electron microscope* (SEM)

Prinsip kerja dari *scanning electron microscope*:

1. Pistol elektron (*electron gun*) menghasilkan *electron beam* dari *filament*. Secara umum pistol elektron yang digunakan adalah *tungsten hairpin gun* dengan *filament* berupa lilitan tungsten yang berfungsi sebagai katoda. Anoda kemudian membentuk gaya yang dapat menarik elektron melaju menuju ke anoda.
2. Lensa *magnetic* akan memfokuskan elektron menuju ke suatu titik pada permukaan sampel.
3. Sinar elektron yang terfokus akan memindai (*scan*) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
4. Ketika elektron telah mengenai sampel, akan terjadi hamburan elektron, baik *secondary electron* (SE) atau *back scattered electron* (BSE) dari permukaan sampel dan akan dideteksi oleh detektor dan dimunculkan gambar.

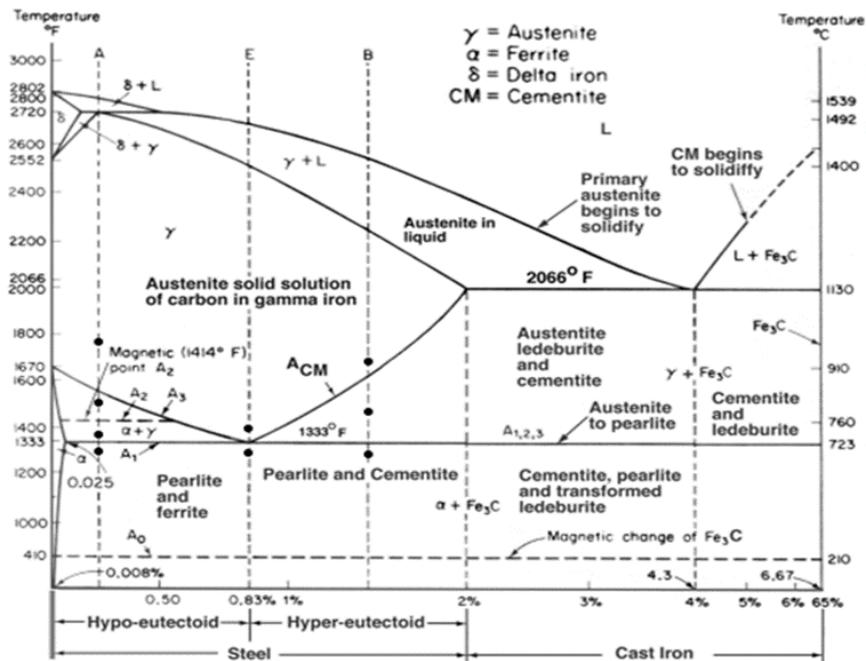


**Gambar 2.19** Mekanisme Kerja SEM<sup>[20]</sup>

## 2.10 Diagram Fasa Fe<sub>3</sub>C

Diagram Fe<sub>3</sub>C adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan lambat dan pemanasan lambat dengan kandungan karbon (%C). Dari diagram fasa tersebut dapat diperoleh informasi-informasi penting yaitu antara lain :

1. Fasa yang terjadi pada komposisi dan temperatur yang berbeda dengan pendinginan lambat.
2. Temperatur pembekuan dan daerah-daerah pembekuan paduan Fe-C bila dilakukan pendinginan lambat.
3. Temperatur cair dari masing-masing paduan.
4. Batas-batas kelarutan atau batas kesetimbangan dari unsur karbon fasa



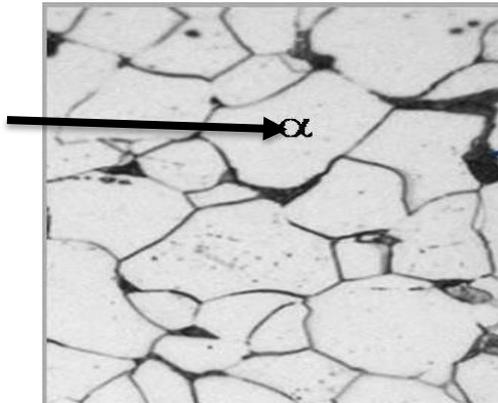
**Gambar 2.20** Diagram Fasa Fe<sub>3</sub>C

Komposisi eutektid terdapat pada 4,3 % (berat) karbon (17 % atom) dan suhu eutektid adalah 1148°C. Besi cor berada di daerah eutektid ini karena rata-rata mengandung 2.5 % – 4 %. Pada bagian diagram antara 700°C-900°C dan daerah karbon antara 0%-1% ini mikrostruktur baja dapat diatur dan disesuaikan dengan keinginan.

Struktur-struktur yang ada pada diagram fasa Fe<sub>3</sub>C :

### 2.10.1 Ferrite (α)

*Ferrite* merupakan larutan padat karbon pada besi murni dengan sel-sel satuan kubus berpusat badan (BCC). *Ferrite* terbentuk pada proses pendinginan lambat yang terjadi di bawah temperatur 910°C dan pada temperatur 723°C. *Ferrite* bersifat lunak , ulet, magnetis, serta memiliki nilai kekerasan sekitar 70 – 100 BHN.



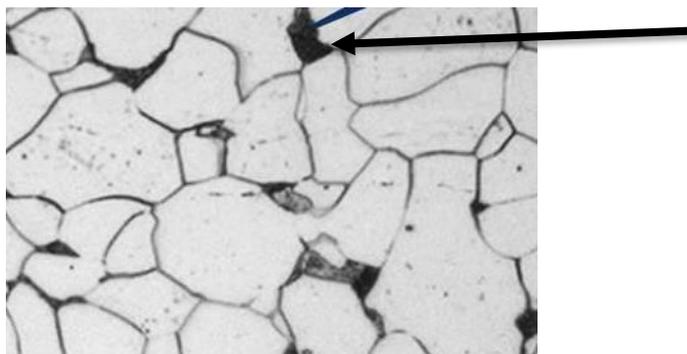
**Gambar 2.21 Ferrite**

### 2.10.2 Cementite (Fe<sub>3</sub>C)

Sementit disebut juga karbid besi atau Fe<sub>3</sub>C yang mengandung 6,67%C. Sifat-sifat dari besi ini adalah keras, rapuh dan magnetis sampai pemanasan 210<sup>o</sup>C tetapi di atas temperatur 210<sup>o</sup>C besi ini tidak magnetis lagi, serta memiliki nilai kekerasan sekitar 65-68 HRC.

### 2.10.3 Pearlite

*Pearlite* merupakan komposisi *eutekoid* dan *ferrite* dan *cementite* yang mengandung 0,83% C . fase ini terjadi di bawah temperatur 723<sup>o</sup>C. *Pearlite* memiliki nilai kekerasan sekitar 10-30 HRC, serta bersifat lebih keras dan lebih kuat daripada *ferrite*, tetapi kurang ulet dan tidak magnetis.

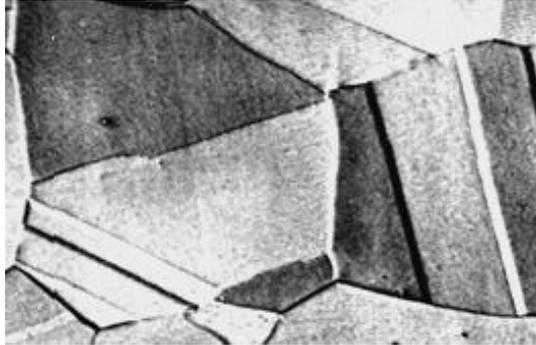


**Gambar 2.22 Pearlite**

### 2.10.4 Austenite (γ)

*Austenite* disebut juga besi *gamma*, yaitu larutan padat dari karbon pada besi dengan sel satuan kubus berpusat sisi atau muka.

Fasa ini terjadi di atas temperatur  $723^{\circ}\text{C}$ , tetapi dengan ada unsur-unsur Mn dan Ni pada baja paduan, maka *austenite* dapat terjadi pada temperatur kamar. Sifat-sifat dari baja *austenite* adalah lunak, tidak magnetis dan dapat ditempa.



**Gambar 2.23** *Austenite*

#### **2.10.5** *Martensite* ( $\alpha'$ )

Fasa ini merupakan larutan padat intersisi, tetapi berada pada kondisi lewat jenuh, hal ini disebabkan karena martensit terbentuk pada pendinginan yang sangat cepat dari fasa austenit, sehingga proses difusi tidak berlangsung. Martensit juga merupakan fase metastabil, karena dengan pemanasan yang cukup lama dapat berubah menjadi ferit dan sementit yang terjadi karena proses difusi karbon dengan semakin banyak kandungan karbon, maka kekerasan martensit semakin besar. Sifat fasa adalah keras, kuat tetapi rapuh.



**Gambar 2.24** *Martensite*

#### **2.10.6** Besi Delta ( $\delta$ )

Besi delta merupakan larutan karbon pada besi dengan sel satuan kubus berpusat badan. Fase ini terjadi antara temperatur  $1400^{\circ}\text{C}$  sampai  $1535^{\circ}\text{C}$  (temperatur cair), yang mengandung zat arang 0.1 % C.

### 2.10.7 Bainite

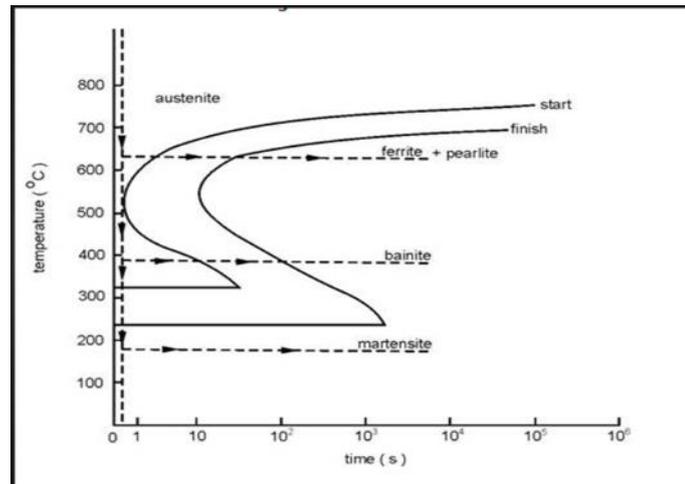
*Bainite* merupakan fasa yang kurang stabil yang diperoleh dari austenit pada temperatur yang rendah dari temperatur transformasi ke martensit. Bainit memiliki nilai kekerasan 45 – 55 HRC.



**Gambar 2.25** *Bainite*

### 2.11 Diagram TTT(*Time Temperature Transformation*)

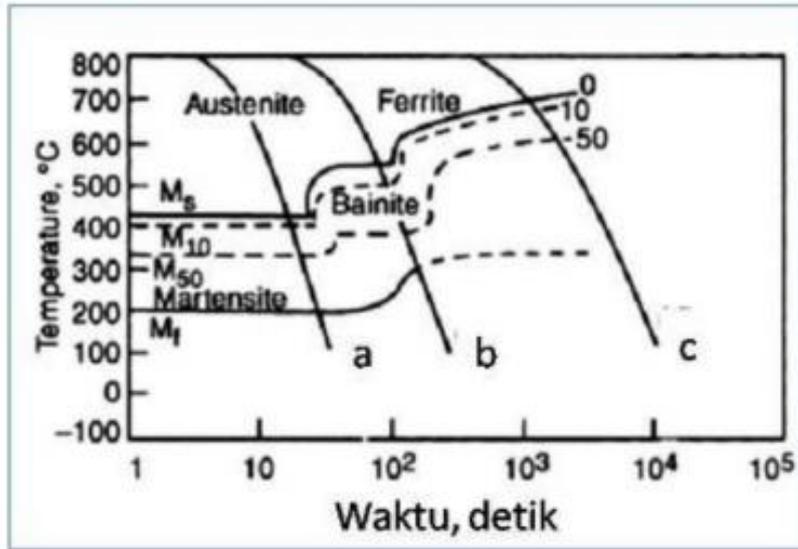
Diagram TTT (*time temperature transformation*) digunakan untuk mengetahui perubahan transformasi yang terjadi pada proses perlakuan panas (*heat treatment*). Proses perlakuan panas pada baja cenderung membuat baja mengalami perubahan-perubahan fasa yang diakibatkan karena temperatur dan waktu penahan (*holding time*). Melalui diagram ini dapat dipelajari kelakuan baja pada setiap tahap perlakuan panas, diagram ini juga dapat digunakan untuk memperkirakan struktur dan sifat mekanik dari baja yang di-*quench* dari temperatur *austenitisasi* kesuatu temperatur di bawah A<sub>1</sub>. Diagram ini menunjukkan dekomposisi *austenite* dan berlaku untuk macam baja tertentu. Baja yang mempunyai komposisi berlainan akan mempunyai diagram.



**Gambar 2.26** Diagram TTT

## 2.12 Diagram CCT (*Continuous Cooling Temperature*)

Diagram *Continuous Cooling Transformation*, atau biasa disebut CCT Diagram, merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara laju pendinginan kontinyu dengan fasa atau struktur yang terbentuk setelah terjadinya transformasi fasa. Sebagai ilustrasi, baja mengandung 0,2% karbon yang telah diaustenisasi pada temperatur 920°C, kemudian didinginkan dengan laju yang berbeda sampai temperatur 200°C dan 250°C. Kurva pendinginan (a) menunjukkan pendinginan secara kontinyu yang sangat cepat dari temperature austenite sekitar 920°C ke temperatur 200°C. Laju pendinginan cepat ini menghasilkan dekomposisi fasa austenite menjadi martensit. Fasa austenit akan mulai terdekomposisi menjadi martensit pada Temperatur  $M_s$ , *martensite start*. Sedangkan akhir pembentukan martensit akan berakhir ketika pendinginan mencapai temperatur  $M_f$ , *martensite finish*. Kurva pendinginan (b) menunjukkan pendinginan kontinyu dengan laju sedang/*medium* dari temperatur 920°C ke 250°C. Dengan laju pendinginan kontinyu ini fasa austenit terdekomposisi menjadi struktur bainit. Kurva pendinginan (c) menunjukkan pendinginan kontinyu dengan laju pendinginan lambat dari temperatur 920°C ke 250°C. Pendinginan lambat ini menyebabkan fasa austenit terdekomposisi menjadi fasa ferit dan perlit. [27]



**Gambar 2.27** Diagram CCT (*Continuous Cooling Temperature*)<sup>[27]</sup>

## BAB 3

### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh Temperatur dan Komposisi BaCO<sub>3</sub> pada perlakuan *carburizing* tanpa *tempering* yang dilakukan terhadap Poros Roda Belakang Go-Kart untuk meneliti karakteristik sifat mekanis dan struktur mikro.

#### 1.7 Manfaat Penelitian

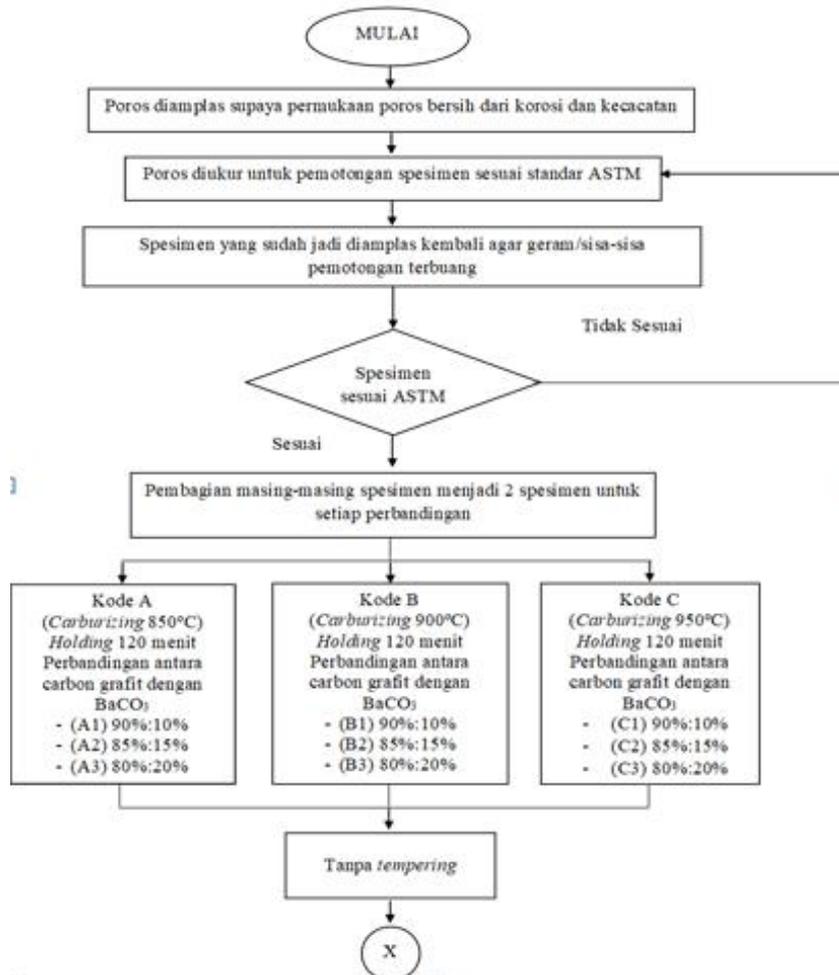
Manfaat yang dapat diambil dari penelitian “Pengaruh Temperatur dan Komposisi BaCO<sub>3</sub> Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Poros Go-Kart dengan Perlakuan *carburizing* tanpa *tempering*” yaitu sebagai berikut:

2. Mengetahui seberapa besar pengaruh temperatur dan BaCO<sub>3</sub> pada proses *carburizing* terhadap tingkat kekerasan permukaan poros roda belakang go-kart.

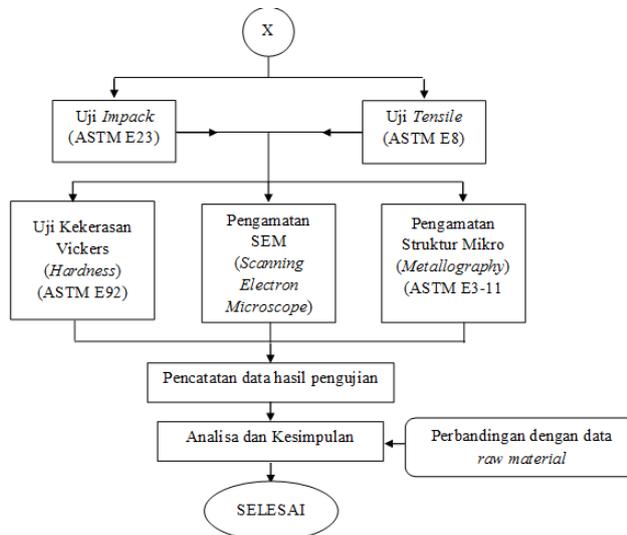
Mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan *carburizing* tanpa *tempe*

BAB 4  
METODE PENELITIAN

3.1. Diagram alir penelitian



Gambar.4.1. Diagram alir penelitian



#### 4.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Poros roda belakang go-kart

Poros yang digunakan adalah poros roda belakang go-kart. Poros go-kart akan dibersihkan terlebih dahulu kemudian dipotong sesuai ASTM dan akan dilakukan proses *carburizing*.



**Gambar 4.3** Poros Roda Belakang Go-Kart

2. Grafit dan  $\text{BaCO}_3$

Digunakan sebagai campuran dalam proses *carburizing*.



**Gambar 4.4** Grafit dan  $BaCO_3$

3. *Maple furnace (Oven)*

Digunakan untuk memanaskan spesimen pada temperatur 850°C, 900°C 950°C.



**Gambar 4.5** *Maple Furnace*

4. *Carburizing bath*

Digunakan sebagai wadah untuk memanaskan *specimen* didalam *oven*.



**Gambar 4.6** *Carburizing Bath*

5. *Microhardness Tester (Vickers)*

Digunakan sebagai alat untuk pengujian kekerasan vickers.



**Gambar 4.7** *Microscope Hardness Tester*

6. *Impact Charpy*

Digunakan sebagai alat untuk pengujian impak.



**Gambar 4.8** Mesin Uji Impak

7. *Universal Testing Machine*

Digunakan sebagai alat untuk pengujian Tarik



**Gambar 4.9** *Universal Testing Machine*

8. *Microscope Struktur Mikro*

Digunakan sebagai alat untuk pengujian struktur mikro.



**Gambar 4.10** *Microscope* struktur mikro

9. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Digunakan sebagai alat untuk mengarakterisasi struktur mikro lapisan oksida



**Gambar 4.11** *Scanning Electron Microscope*

#### **4.2 Langkah-langkah Penelitian**

Berikut langkah-langkah penelitian yang dilakukan :

1. Membersihkan permukaan poros roda belakang go-kart menggunakan kertas amplas.



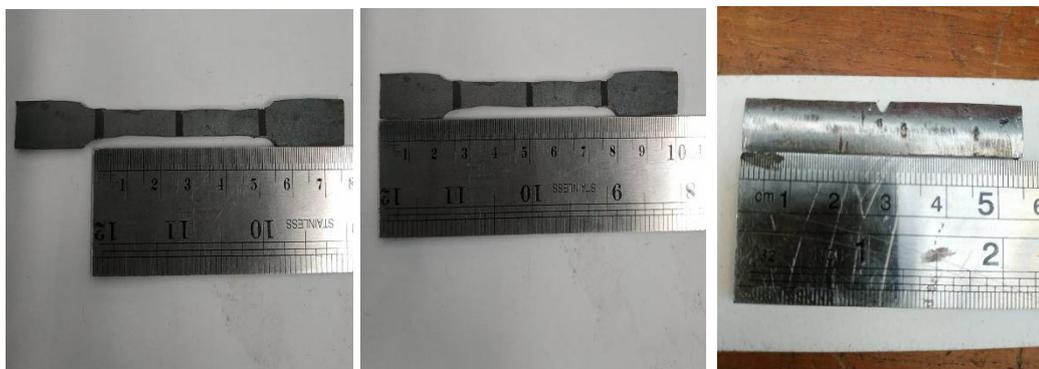
**Gambar 4.12** Mengamplas dan memotong Poros Roda Belakang Go-Kart

2. Membuat *gauge length* untuk pengujian Tarik dan takikan V untuk pengujian impak.



**Gambar 4.13** Proses Pembuatan Gauge Length dan Takikan V

3. Hasil dari pembuatan *Gauge Length* dan takikan V



**Gambar 4.14** Spesimen setelah Pembuatan *Gauge Length* dan Takikan V

- Menyiapkan peralatan yang digunakan seperti *bath carburizing*, grafit dan  $\text{BaCO}_3$  setelah itu memasukan spesimen, grafit dan  $\text{BaCO}_3$  kedalam *bath carburizing*.



**Gambar 4.15** Memasukan Spesimen, Grafit dan  $\text{BaCO}_3$  Kedalam *Bath*

- Memasukan *bath carburizing* ke dalam *maple furnace*



**Gambar 4.16** Memasukan *Bath Carburizing* kedalam *Maple Furnace*

- Menyalakan *maple furnace*, kemudian mengatur pada temperatur  $850^\circ\text{C}$ .



**Gambar 4.17** Mengatur ke Temperatur  $850^\circ\text{C}$

7. Setelah temperatur 850°C tercapai, kemudian dilakukan *holding time* selama 120 menit.
8. Setelah selesai *holding time*, matikan *maple furnace* dengan menekan tombol stop, serta matikan saklar dan keluarkan *bath* dari *maple furnace*.



**Gambar 4.18** Mematikan *Maple Furnace*

9. Mengangkat *bath carburizing* dari dalam *maple furnace*

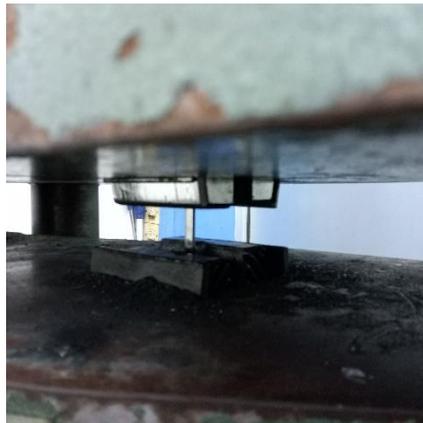


**Gambar 4.19** Mengangkat *Bath Carburizing* dari dalam *Maple Furnace*

10. Setelah *bath carburizing* dingin, kemudian membuka tutup *bath* dan keluarkan spesimen dengan bantuan ragum.
11. Melakukan pengujian vickers, dengan mengatur beban tekan sebesar 4,9 N, serta mengatur posisi spesimen agar datar dan fokus, setelah itu menekan tombol *start*, mengatur garis indentasi dan catat mencatat hasil yang didapatkan.
12. Melakukan pengujian impak dengan meletakkan spesimen pada alat uji impak mengatur sudut awal  $\alpha$  di posisi 0°, kemudian putar tuas sampai 144°. Setelah itu lepaskan tuas penahan palu, sehingga palu akan menghantam spesimen dan menghasilkan sudut  $\beta$ , dan catat hasil yang didapat.



**Gambar 4.20** Meletakkan Spesimen pada Alat Uji dan Mengatur ke Posisi  $144^\circ$   
13. Melakukan pengujian Tarik dengan menjepit spesimen ditengah *chuck*, kemudian memasang kertas milimeter blok dan posisikan tuas ke posisi *load*, perhatikan posisi jarum beban, setelah spesimen.



**Gambar 4.21** Pemasangan Spesimen pada Mesin Uji Tarik

## BAB 5

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pengujian *Impact*

Rumus yang digunakan:

$$HI = \frac{G \times D (\cos \beta - \cos \alpha) \times L}{A} = (\text{Joule/mm}^2)$$

Dimana:

G = 26.12 kg

D = 0.6345 m

L = 0.75 m

**Tabel 5.1** Hasil pengujian *impact* tanpa perlakuan

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Sudut $\alpha$ (°)	Sudut $\beta$ (°)	<i>Impact Energy</i> (Joule/mm <sup>2</sup> )
A	55	10	2	144	96	0.079
B	55	10	2	144	94	0.083
C	55	10	2	144	100	0.071

**Tabel 5.2** Hasil pengujian *impact* dengan *carburizing* 850°C

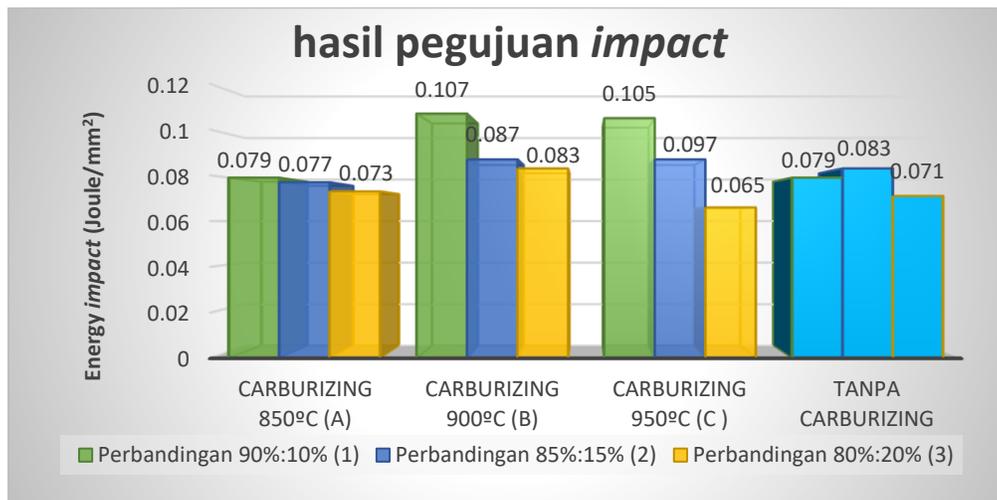
Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Sudut $\alpha$ (°)	Sudut $\beta$ (°)	<i>Impact Energy</i> (Joule/mm <sup>2</sup> )
A1	55	10	2	144	96	0.079
A2	55	10	2	144	97	0.077
A3	55	10	2	144	99	0.073

**Tabel 5.3** Hasil pengujian *impact* dengan *carburizing* 900°C

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Sudut $\alpha$ (°)	Sudut $\beta$ (°)	<i>Impact Energy</i> (Joule/mm <sup>2</sup> )
B1	55	10	2	144	82	0.107
B2	55	10	2	144	92	0.087
B3	55	10	2	144	94	0.083

**Tabel 5.4** Hasil pengujian *impact* dengan *carburizing* 950°C

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Sudut $\alpha$ (°)	Sudut $\beta$ (°)	<i>Impact Energy</i> (Joule/mm <sup>2</sup> )
C1	55	10	2	144	83	0.105
C2	55	10	2	144	87	0.097
C3	55	10	2	144	103	0.065



**Gambar 5.1** Grafik hasil pengujian *impact*

Pembahasan dan Analisa:

Dilihat dari grafik diatas, nilai harga *impact* tertinggi diperoleh pada temperatur 900°C pada perbandingan (B1) yakni 0.107 *joule/mm*<sup>2</sup> sedangkan nilai harga *impact* paling rendah didapat pada temperatur 950°C pada perbandingan (C3) yakni 0.065 *joule/mm*<sup>2</sup>.

## 5.2 Hasil Pengujian *Tensile*

Rumus yang digunakan:

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

Dimana:

$\sigma_t$  = Tegangan Tarik (N/mm<sup>2</sup>)

$F$  = Gaya maksimum yang diterima (Kg.f)

$A$  = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

$$\varepsilon = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

Dimana:

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$L_1$  = Panjang total spesimen (mm)

$L_0$  = Panjang awal spesimen (mm)

**Tabel 5.5** Hasil pengujian *tensile* tanpa perlakuan

Spesimen	Panjang gauge length (mm)	Lebar gauge length (mm)	Tebal (mm)	Beban yang diterima (kgf)	Tegangan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Pertambahan panjang (mm)	Regangan saat patah (%)
A	25	6	2	680	555.3	7	28
B	25	6	2	710	579.8	9	36
C	25	6	2	690	563.5	8	32

**Tabel 5.6** Hasil pengujian *tensile carburizing 850C*

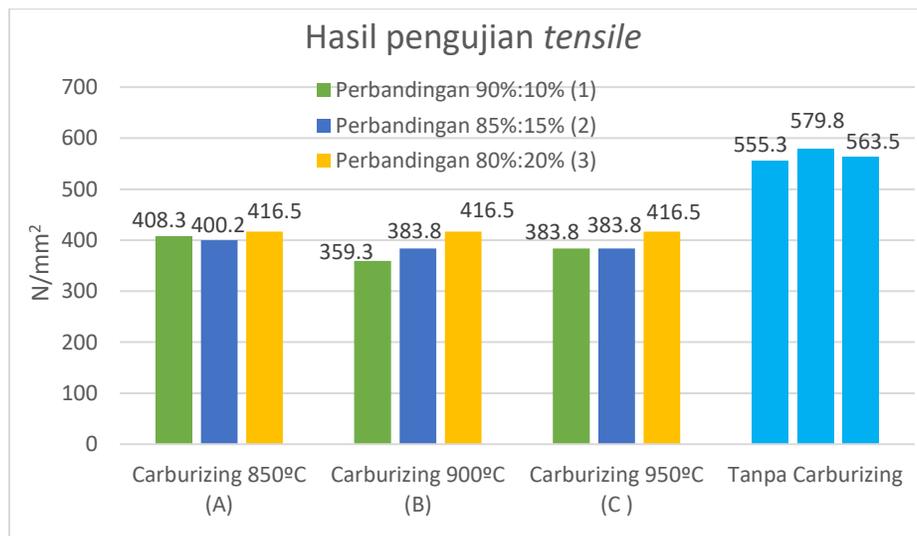
Spesimen	Panjang gauge length (mm)	Lebar gauge length (mm)	Tebal (mm)	Beban yang diterima (kgf)	Tegangan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Pertambahan panjang (mm)	Regangan saat patah (%)
A1	25	6	2	500	408.3	10	40
A2	25	6	2	490	400.2	12	48
A3	25	6	2	510	416.5	10	40

**Tabel 5.7** Hasil pengujian *tensile carburizing 900C*

Spesimen	Panjang gauge length (mm)	Lebar gauge length (mm)	Tebal (mm)	Beban yang diterima (kgf)	Tegangan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Pertambahan panjang (mm)	Regangan saat patah (%)
B1	25	6	2	440	359.3	10	40
B2	25	6	2	470	383.8	12	48
B3	25	6	2	510	416.5	10	40

**Tabel 5.8** Hasil pengujian *tensile carburizing 950C*

Spesimen	Panjang gauge length (mm)	Lebar gauge length (mm)	Tebal (mm)	Beban yang diterima (kgf)	Tegangan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Pertambahan panjang(mm)	Regangan saat patah (%)
C1	25	6	2	470	383.8	7	28
C2	25	6	2	470	383.8	9	36
C3	25	6	2	510	416.5	11	44



**Gambar 5.2** Grafik hasil pengujian *tensile*

Hasil dan Analisa:

Setelah melakukan uji tarik, spesimen yang sudah di *carburizing* mengalami penurunan kemampuan gaya Tarik, sebelum di *Carburizing* 579.8 N/mm<sup>2</sup>, setelah di *Carburizing* menjadi 416.5 N/mm<sup>2</sup>

### 5.3 Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*

**Tabel 4.9** Hasil pengujian kekerasan *Vickers* tanpa perlakuan

Spesimen	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )	HVN
A	69.94	70.06	70	189
B	68.38	69.06	68.72	196
C	69.06	67.44	68.25	199

**Tabel 5.10** Hasil pengujian kekerasan *Vickers* dengan *carburizing* 850°C

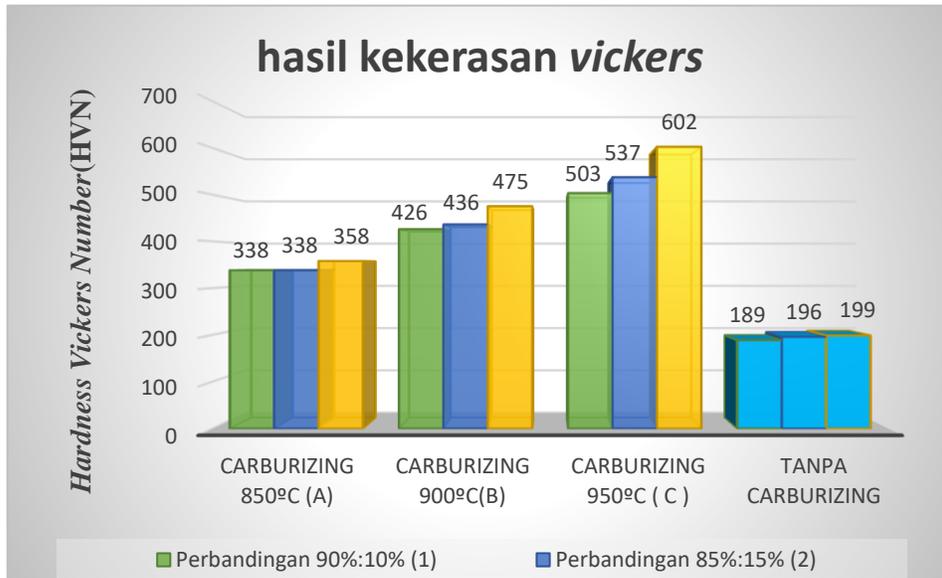
Spesimen	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )	HVN
A1	59.88	44.69	52.28	338
A2	55.56	49.06	52.31	338
A3	42.75	58.88	50.81	358

**Tabel 5.11** Hasil pengujian kekerasan *Vickers* dengan *carburizing* 900°C

Spesimen	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )	HVN
B1	48.38	44.81	46.59	426
B2	40.81	51.25	46.03	436
B3	49.56	38.75	44.15	475

**Tabel 5.12** Hasil pengujian kekerasan *Vickers* dengan *carburizing* 950°C

Spesimen	D1 ( $\mu\text{m}$ )	D2 ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )	HVN
C1	42.25	43.50	42.87	503
C2	41.50	41.50	41.50	537
C3	37.13	41.25	39.19	602



**Gambar 4.3**

Grafik hasil kekerasan *Vickers*

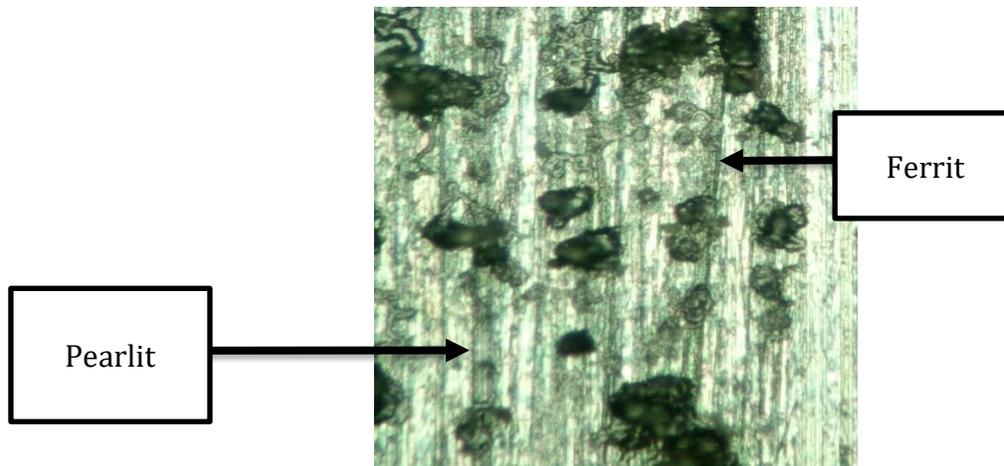
Pembahasan:

Semakin tinggi temperatur yang digunakan maka hasil kekerasan akan semakin meningkat.

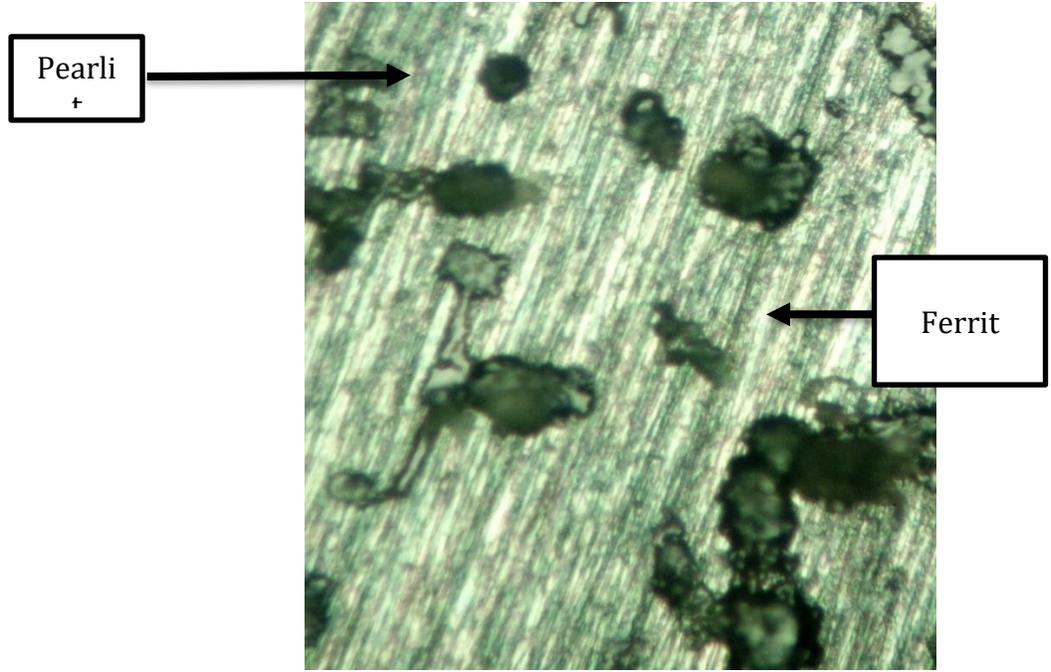
Sedangkan

berdasarkan hasil campuran yang digunakan, semakin banyak campuran  $BaCO_3$  maka reaksi karbon semakin baik dan hasil kekerasan juga akan meningkat. Dari grafik diatas menunjukkan kekerasan permukaan pada spesimen meningkat, sebelum di *carburizing* kekerasan permukaan paling tinggi 199 HVN, setelah di *Carburizing* mengalami peningkatan menjadi 602 HVN pada temperatur 950°C perbandingan B3

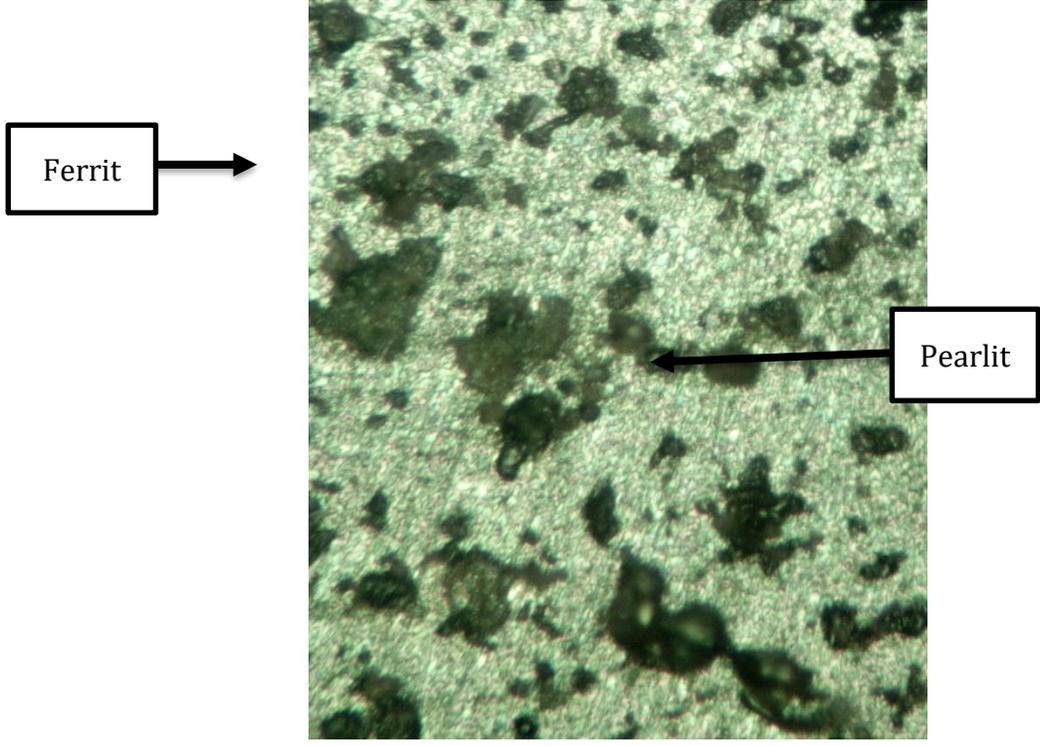
#### 5.4 Hasil Pengamatan Struktur Mikro



**Gambar 5.4** Struktur Mikro tanpa Perlakuan Perbesaran 50x



Gambar 5.5 Struktur Mikro tanpa *Tempering* Rendah Perbesaran 50x

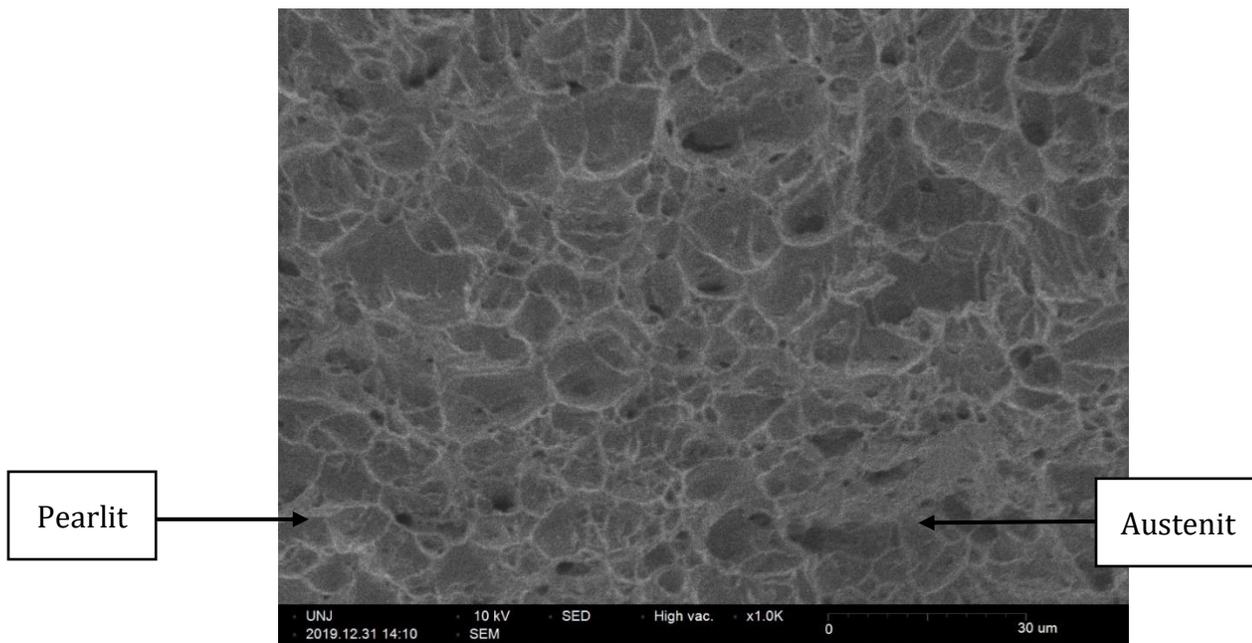


Gambar 5.6 Struktur Mikro tanpa *Tempering* Tinggi Perbesaran 50x

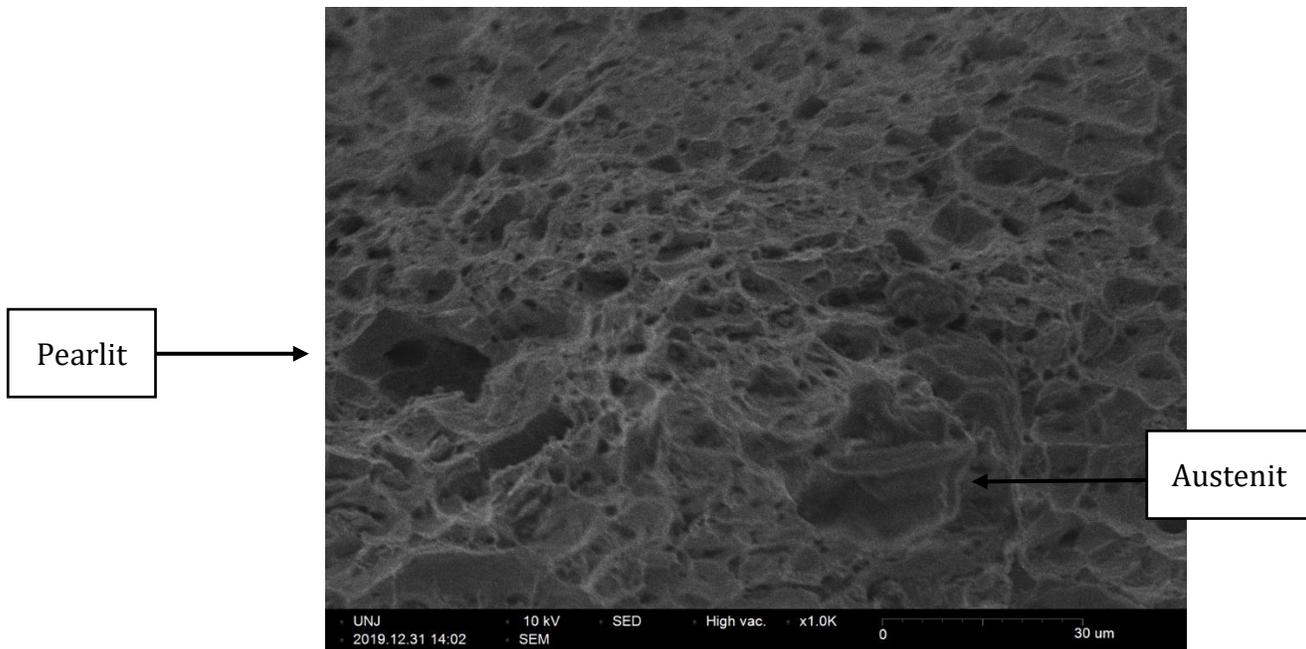
## Hasil dan pembahasan

Nampak pada gambar 5.4 kristal ferit lebih dominan dibandingkan dengan Kristal perlit. Karena perlit lebih keras dari pada ferit, maka permukaan spesimen akan mempunyai kekerasan yang rendah pula. Pada gambar 5.5 dan gambar 5.6 menunjukkan struktur spesimen baja setelah dilakukan perlakuan *carburizing*. Struktur mikro spesimen poros roda belakang go-kart setelah perlakuan *carburizing* unsur karbon melapisi ke permukaan spesimen, sehingga membentuk kristal perlit menjadi lebih banyak. Atom karbon telah mengisi celah diantara atom induk sehingga mengakibatkan atom induk mengalami peningkatan kekerasan. Disamping atom karbon akan bergabung dengan kristal perlit yang sudah ada dan mengakibatkan kristal tersebut menjadi lebih besar

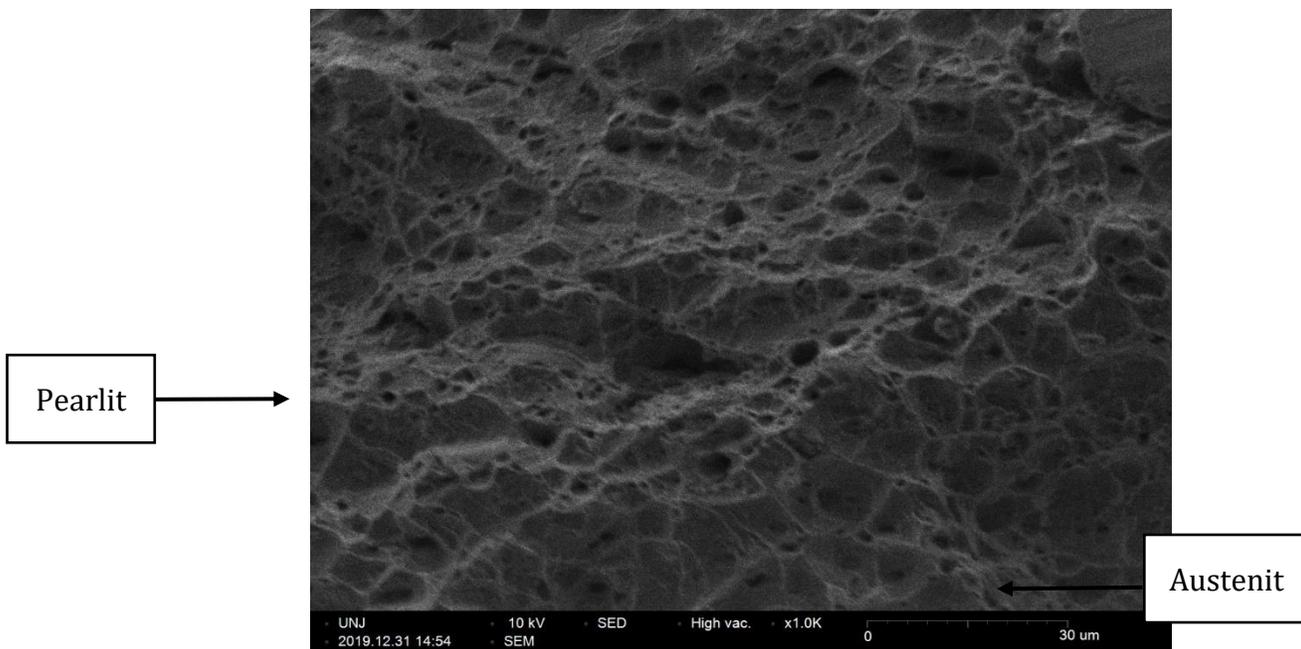
### 5.5 Hasil Pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM)



**Gambar 5.7** SEM Sampel 1 Tanpa Perlakuan Perbesaran 1000x



**Gambar 5.8** SEM Sampel 2 Tanpa *Tempering* Rendah Perbesaran 1000x



**Gambar 4.9** SEM Sampel 3 Tanpa *Tempering* Tinggi Perbesaran 1000x

Hasil dan pembahasan:

Pada (Gambar 5.7), (Gambar 5.8), dan (Gambar 5.9) menampilkan struktur permukaan patahan spesimen yakni patah ulet. Spesimen jenis ini memiliki bentuk susunan struktur mikro rongga yang halus, sehingga mengakibatkan *elongation* yang tinggi.

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

1. Semakin banyak campuran  $\text{BaCO}_3$  maka reaksi karbon semakin cepat dan hasil kekerasan juga akan meningkat 100-200%.  
Kkekerasan permukaan *raw* material paling tinggi 199 HVN, setelah di *carburizing* mengalami peningkatan menjadi 602 HVN pada temperatur  $950^\circ\text{C}$  perbandingan B3. Meningkatkan 202.5%
- 4 Hasil pengamatan SEM menampilkan struktur permukaan patahan spesimen yakni patah ulet, karena memiliki bentuk susunan struktur mikro yang halus, sehingga mengakibatkan *elongation* yang tinggi.
- 5 Setelah melakukan uji tarik, spesimen yang sudah di *carburizing* mengalami penurunan kemampuan gaya tarik, dimana sebelum di *carburizing* kekuatan Tarik spesimen  $579.8 \text{ N/mm}^2$ , setelah di *carburizing* menurun menjadi  $416.5 \text{ N/mm}^2$ . Mengalami penurunan 39.2%.
- 6 Pada perlakuan *carburizing* tanpa *tempering* meningkatkan kekerasan permukaan spesimen poros go-kart yang sangat tinggi, tetapi untuk kekuatan tarik dan kekuatan impak menurun.

#### 5.2 SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian tentang keseluruhan penyebab kegagalan poros roda belakang go-kart ini untuk menunjang pembahasan lanjutan dari penulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Padi dan E. Widodo, "1. Padi, A. S., & Sifat Fisis dan Mekanik Baja Karbon Rendah dengan Perlakuan Karburizing," 2015
- [2] D. w. karmiadji, "Optimasi Disain : Material, Komponen, Konstruksi. Teori dan Aplikasi," 2014.
- [3] M. I. Achmad, "Perencanaan Poros Roda Belakang Pada Gokart," *RODA GIGI: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [4] R. P. S. S. A. E. Mulyanto., "Analisa Penggunaan Tempurung Kelapa Untuk Meningkatkan Kekerasan Bahan Pisau Timbangan Meja dengan Proses Pack Carburizing," *Prosiding SNST*, vol. 1, no. 1. 2014
- [5] K. K. M. Nagata. "Carburizing device." U.S. Patent 10,323,315, 2019.
- [6] L. X. W. Y. S. J. Z. X. M. hongzhou, "Utilization of Tailings of Roasting-Cyaniding Process," *Chinese Journal of Rare Metals*, vol. 2, 2014.
- [7] S. B. V. S. S. M. L. Semenova., "Laws of formation of diffusion layers and solution of the diffusion problem in temperature-cycle carbonitriding of steel," *Metal Science and Heat Treatment*, vol. 55, no. 1-2, pp. 34-37, 2014.
- [8] H. D. C. S. Gallo., "On the fundamental mechanisms of active screen plasma nitriding," *Vacuum*, vol. 84, no. 2, pp. 321-325, 2015.
- [9] S. H, Stenly. "Aplikasi Metode Elemen Hingga Pada Perancangan Poros Belakang Gokar Listrik." *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat 4.2*, 2015
- [10] V. Ganesan, "Internal combustion engines," 2015.
- [12] A. Fitoyo, "Analisis Kualitas Produk Single Row Deep Roove Ball Bearing terhadap Rolling Resistance pada Mobil Listrik Titen Prototipe," 2017.
- [13] E. W. P. S. I. Komara., "Studi numerik perilaku sambungan baut dan adhesive pada struktur rangka atap baja ringan., " *Konferensi Nasional paskasarjana teknik sipil Institut Teknologi bandung*, vol. 4, pp. 29-38, 2016.
- [14] R. R. K. R. B. M. H. S. M. R. N. Patil., "Static analysis of Go-Kart Chassis frame by Analytical and SolidWorks Simulation," *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, vol. 3, pp. 661-663, 2014.
- [15] D. Munardi, "Desain Dan Analisis Perancangan Sistem Pengereman Dan Geometri Roda Pada Gokart 150cc DOHC," 2016.
- [16] J. A. Awali., "Analisa kegagalan poros dengan pendekatan metode elemen hingga," *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 2, p. 2, 2014.
- [17] Y. Handoyo., "Perancangan alat uji impak metode charpy kapasitas 100 joule," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 1, pp. 45-53, 2014.
- [18] A. Sastranegara, "Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam. Situs Informasi Mekanika, Material, dan manufaktur," *Situs Informasi Mekanika, material dan Manufaktur*, vol. 8, 2015.
- [19] M. Iqbal., "Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses Pengkarbonan Padat Baja Karbon Rendah," *SMARTek6*, p. 2, 2014.
- [20] S. C. T. S. M. C. J. Michael., "Introduction To Surface Hardening Of Steel," 2014.
- [21] L. V. Vlack, "Ilmu teknologi logam dan non logam," 2014
- [22] K.O. Findley, Deterministic Analysis of Crack Growth Rates in Carburized Steels, Science Direct, Procedia Engineering 10 370–375 (2014)
- [23] T. Tobie, F. Hippenstiel and H. Mohrbacher, "Optimizing Gear Performance by Alloy Modification of Carburizing Steel," *Metals*, pp. 1-20, 6 October 2017.

- [24] J. Shrehart and R. Srinivasan, "Design Analysis and Optimization of Go-kart using Finite Element Analysis," *International journal of innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 5, pp. 18909-18923, 11 November 2016.
- [25] N. K. Saini, R. Rana, M. N. Hassan and K. Goswami, "Design and Impact Analysis of Go-Kart Chassis," *International journal of applied engineering research*, vol. 14, 2019
- [26] F. Aramire, S. Ibitoye, I. Oladele and J. Boronde, "Effect of Carburization Time and Temperature on the Mechanical Properties of Carburized Mild Steel, Using Activa," pp. 83-87, 2019
- [27] G. Hua, W.E.N., H. L.I.U. dan P. T.A.N.G., "CCT and TTT Diagrams to Characterize Crystallization Behavior of Mold Fluxes," *Journal of Iron and Steel Research, International*, vol. 15, no. 4, pp. 32-37, 2018.