

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN BIO SOLAR PADA  
PERLAKUAN PANAS UNTUK MENINGKATKAN  
KEKERASAN RODA GIGI SPROKET**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Devri Gusmantoro NIM: 1041910

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN BIO SOLAR PADA  
PERLAKUAN PANAS UNTUK MENINGKATKAN  
KEKERASAN RODA GIGI SPROKET**

Oleh:

Devri Gusmanto

NIM : 1041910

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri  
Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



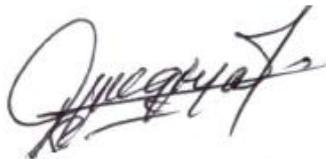
(Erwansyah, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M.Hum)

Penguji 1



(Sugiyarto, S.S.T., M.T.)

Penguji 2



(Dr. Sukanto, S.S.T., M. Eng.)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Devri Gusmantoro NIM : 1041910

Dengan Judul : Pengaruh Media Pendingin Bio Solar Pada  
Perlakuan Panas Untuk Meningkatkan Kekerasan  
Roda Gigi Sproket

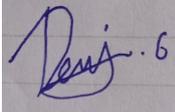
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 12 Januari 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Devri Gusmantoro



.....

## ABSTRAK

*Roda gigi sproket merupakan salah satu bagian dari sepeda motor yang berfungsi sebagai transmisi perpindahan tenaga. Usia pemakaian roda gigi dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek salah satunya kekerasan pada roda gigi sproket tersebut. Kekerasan pada material roda gigi sproket dapat ditingkatkan dengan berbagai macam metode salah satunya yang sering digunakan adalah heat treatment atau perlakuan panas. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh bio solar sebagai media pendingin utama terhadap peningkatkan kekerasan pada roda gigi sproket non original. Proses penelitian meliputi proses carburizing dan hardening pada 2 merk non original yamaha pada suhu 910°C lalu didinginkan menggunakan media pendingin bio solar dan air dengan holding time 30 menit dan 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan dengan proses perlakuan panas dapat meningkatkan kekerasan pada merk A dengan kekerasan normal 104 HB menghasilkan nilai tertinggi pada parameter holding time 60 menit dan media pendingin air dengan nilai kekerasan 111,6 HB dan merk B kekerasan normal dengan nilai 110,8 HB menghasilkan nilai tertinggi pada parameter holding time 60 menit dan media pendingin air dengan nilai kekerasan 115,9 HB. Berdasarkan hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa media pendingin air menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan bio solar.*

**Kata Kunci :** *Roda Gigi Sproket; Kekerasan Permukaan; Hardening; Bio Solar*

## **ABSTRACT**

*The sprocket gears is one part of motorcycle that functions as a power transfer transmission. The service of gears can be influenced by several aspect, one of which is the hardness of sprocket gears. The hardness of the sprocket gear material can be increased by various method, one of which is heat treatment. This study used an experimental method with the aim of knowing the effect of bio diesel as the main cooling medium on increasing the hardness of non-original sprocket gears. The research process included carburizing and hardening processes on 2 non-original brands at temperature of 910°C and then cooled using bio diesel and water cooling media with a holding time of 30 minute and 60 minutes. The results showed that the heat treatment process could increase the hardness of brand A with a normal hardness of 104 HB resulting in the highest value in the parameter holding time of 60 minute and water cooling medium with a hardness value of 111,6 HB and brand B of normal hardness with a value of 110,8 HB producing the highest value is the holding time parameter of 60 minutes and water cooling medium with a hardness value of 115,9 HB. Based on the result obtained, water cooling medium is higher than bio diesel cooling medium.*

**Keyword:** *Sprocket Gears; Surface Hardness; Hardening; Bio Diesel*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis diberikan kekuatan dan kesabaran untuk menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Media Pendingin Bio Solar Pada Perlakuan Panas Untuk Meningkatkan Kekerasan Roda Gigi Sproket”.

Tujuan penulisan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin Prodi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

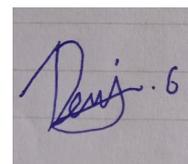
Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi pihak yang telah membantu serta memberikan dorongan semangat kepada penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tepat waktu, terutama kepada pihak yang sangat saya hormati:

1. Kepada orang tua penulis yaitu Ibu Ely Dariani dan Nenek Sri Mirayati, yang selalu memberikan nasehat, kasih sayang, doa serta kesabarannya yang sangat luar biasa dalam setiap mendidik penulis hingga sampai kini, Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan oleh orang tua.
2. Kepada kerabat terdekat yaitu Bapak Rusdi, yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian berlangsung.
3. Bapak Erwansyah, S.S.T., M.T selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan serta mengorbankan banyak waktu, tenaga, serta pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Ibu Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M. Hum selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, serta memberikan saran-saran dan solusi dari masalah yang dihadapi penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Staf Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada saya sebelum menyusun tugas akhir ini.
9. Dewan penguji tugas akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
10. Rekan-rekan mahasiswa yaitu Ahmad Rifaldi dan lainnya yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna baik dari segi penyusunan, dari segi isi, maupun dari segi susunan kalimatnya. Hal ini disebabkan minimnya pengalaman dan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun agar dapat memperbaiki kekurangan dan kesalahan penulisan di kemudian hari. Semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan khususnya bagi penulis pribadi dan umumnya bagi pembaca. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini semoga segala kebaikannya akan mendapatkan balasan dari Allah SWT, aamin. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Sungailiat, 12 Januari 2023



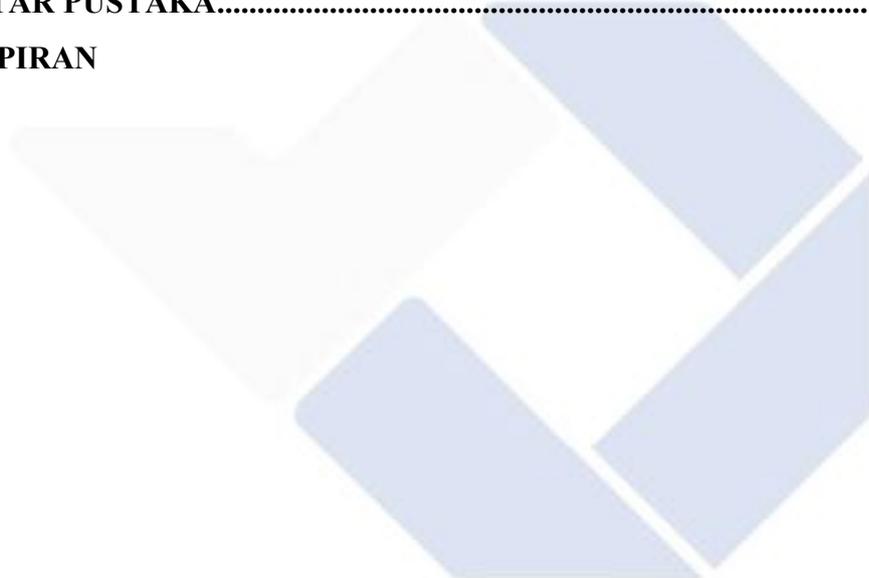
Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Roda Gigi.....	4
2.2. Definisi Baja.....	5
2.3. Baja Karbon.....	5
2.4. Jenis-jenis Baja Karbon.....	5
2.4.1. Baja Karbon Rendah.....	5
2.4.2. Baja Karbon Sedang/Medium.....	6
2.4.3. Baja Karbon Tinggi.....	6
2.5. Sifat Mekanik Logam.....	6
2.5.1. Kekuatan ( <i>Strenght</i> ).....	6
2.5.2. Kekerasan ( <i>Hardness</i> ).....	6

2.5.3. Kekenyalan ( <i>Elasticity</i> ).....	7
2.5.4. Plastisitas ( <i>Plasticity</i> ).....	7
2.5.5. Ketangguhan ( <i>Thougness</i> ) .....	7
2.5.6. Keretakan ( <i>Creep</i> ).....	7
2.6. Definisi Perlakuan Panas.....	7
2.6.1. Metode Perlakuan Panas.....	8
2.7. <i>Quench</i> .....	9
2.8. Media Pendingin.....	10
2.9.1. Air.....	10
2.9.2. Bio Solar.....	10
2.9. <i> Holding Time</i> .....	10
2.10. Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	11
2.11. Metode Eksperimen.....	12
2.12. Penelitian Terdahulu.....	12
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN.....</b>	<b>14</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	14
3.2. Pengumpulan Data.....	16
3.3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian.....	16
3.4. Rancangan Eksperimen.....	17
3.4.1. Variabel Proses.....	17
3.4.2. Variabel Respon.....	17
3.5. Persiapan Alat dan Bahan.....	18
3.5.1. Bahan Penelitian.....	18
3.5.2. Peralatan Penelitian.....	20
3.5.3. Proses Pemotongan Spesimen.....	24
3.6. Proses Perlakuan Panas Pada Spesimen.....	24
3.6.1. Proses <i>Carburizing</i> dan <i>Hardening</i> .....	25
3.6.2. Proses Pendinginan Spesimen.....	25
3.7. Pengujian Spesimen.....	25
3.8. Analisis Data Pengujian.....	26
3.9. Kesimpulan.....	26

<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Proses Eksperimen.....	27
4.2. Pengujian Awal Spesimen.....	27
4.3. Pengujian Akhir Spesimen.....	29
4.3.1. Hasil Uji Kekerasan TMU.....	29
4.3.2. Hasil Uji Kekerasan GSN.....	31
4.4. Analisis Hasil Kekerasan Dengan Kekerasan Roda Gigi Original.....	33
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>35</b>
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Unsur Roda Gigi Sproket.....	4
2.2. Skala Tipe Pengujian Rockwell.....	12
3.1. Desain Eksperimen.....	18
3.2. Skema Pengujian Kekerasan.....	26
4.1. Hasil Uji Awal TMU.....	28
4.2. Hasil Uji Awal GSN.....	28
4.3. Hasil Uji Awal ORI. ....	29
4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan TMU.....	30
4.5. Data Hasil Pengujian Kekerasan GSN.....	31
4.6. Perbandingan Nilai Kekerasan Original Yamaha.....	34
4.7 Tabel Perbandingan Kekerasan.....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Diagram Fasa Fe <sub>3</sub> C.....	9
2.2. Diagram CCT.....	9
2.3. Tipe Identor.....	11
3.1. Diagram Alir Metode Penelitian .....	15
3.2. Grafik Diagram <i>Hardening</i> .....	18
3.3. (a) Roda gigi Yamaha (b) Roda gigi merk lain.....	19
3.4. Bio Solar.....	19
3.5. Air.....	19
3.6. Pupuk Dolomit.....	20
3.7. Arang Batok Kelapa.....	20
3.8. Mesin Uji Kekerasan <i>Hardness Tester</i> .....	21
3.9. Dapur Pemanas.....	21
3.10. Gerinda.....	21
3.11. Wadah.....	22
3.12. Tang.....	22
3.13. Ragum.....	22
3.14. Sarung Tangan.....	23
3.15. Helm.....	23
3.16. Apron.....	24
3.17. Hasil Pematangan Spesimen.....	24
3.18. Skema Uji Kekerasan.....	25
3.19. Pola Uji Kekerasan.....	25
4.1. Grafik Perbandingan Kekerasan.....	32

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Tahapan Persiapan Spesimen

Lampiran 3 : Tahapan Proses Perlakuan Panas

Lampiran 4 : Tahapan Pengujian Akhir Spesimen

Lampiran 5 : Tabel Konversi Kekerasan



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi yang sering dipakai masyarakat di seluruh dunia untuk membantu kegiatan dalam sehari - hari. Pada saat ini sepeda motor telah banyak mengalami evolusi bentuk yang beragam dan sampai sekarang telah ada beberapa jenis sepeda motor yang sering digunakan masyarakat untuk aktivitas mereka yaitu *matic* dan *non-matic*. Pada jenis sepeda motor *non-matic* salah satu penggantian suku cadang kendaraan yang harus dilakukan adalah roda gigi sproket atau *gear sprocket* (Sugito dan Hariyanto, 2007). Roda gigi sproket merupakan salah satu bagian dari sepeda motor yang berfungsi sebagai transmisi perpindahan tenaga. Roda gigi sproket juga dapat mengalami aus dan tidak layak pakai jika tidak dilakukan penggantian yang menyebabkan terjadinya hal yang tidak diinginkan saat berkendara. Penyebab keausan pada roda gigi sproket dikarenakan komponen tersebut menarik beban besar secara terus menerus, namun kekurangan pelumas atau tidak ada sama sekali (Soeleman dan Putra, 2019).

Usia pemakaian roda gigi dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek salah satunya kekerasan pada roda gigi tersebut dalam hal ketahanan gesekan. Kekerasan pada material roda gigi sproket dapat ditingkatkan dengan berbagai macam metode salah satunya yang sering digunakan adalah *heat treatment* atau perlakuan panas. Perlakuan panas merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan tujuan mengubah struktur logam untuk meningkatkan sifat mekanik khususnya kekerasan, keuletan dan ketangguhan melalui proses pemanasan spesimen pada tungku dengan temperatur dan periode waktu tertentu, kemudian didinginkan dengan media pendingin tertentu yang memiliki kerapatan yang berbeda (Sailon dan Rizal, 2014). Perlakuan panas memiliki berbagai macam jenis antara lain yaitu *hardening*, *tempering*, *normallizing*, dan *case hardening*. Faktor lain yang mempengaruhi kekerasan material selain temperatur

yaitu waktu penahanan dan media pendingin yang digunakan. Media pendingin merupakan suatu media yang berfungsi sebagai media pendingin terhadap material yang telah diuji dalam perlakuan panas yang antara lain digunakan adalah air, udara dan oli. Bio solar yang termasuk dalam kategori minyak memiliki kandungan *hidrocarbon* yang terdiri dari (*C*) karbon dan (*H*) hidrogen. Penelitian yang sudah ada sebelumnya dan telah berhasil dilakukan menyatakan bahwa dengan perlakuan panas kekerasan pada roda gigi sproket dapat meningkat dan menambah kadar karbon pada mikrostrukturnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar temperatur dan waktu penahanannya akan semakin besar sifat mekaniknya.

Penelitian tentang pengujian kekerasan dan struktur mikro plat baja karbon rendah setelah proses pemanasan dengan suhu 800°C di quenching bio solar dilakukan pemanasan dengan temperatur suhu 800°C menggunakan media pendingin udara, air dan bio solar. didapatkan hasil uji kekerasan dengan media pendingin udara sebesar 44,24 BHN, media air sebesar 882,143 BHN dan media bio solar sebesar 49,349 BHN (Sutrisno & Nafi, 2020).

Berdasarkan data penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa waktu penahanan dan media pendingin sangat berpengaruh pada kekerasan material. Berdasarkan permasalahan penggantian suku cadang roda gigi sproket non-matic yang menggunakan original dan non-original yang memiliki masa pakai yang berbeda maka dapat diasumsikan perlakuan panas, media pendingin tertentu dapat meningkatkan kekerasan roda gigi sproket *non-original* dengan tujuan untuk meningkatkan kekerasan roda gigi sproket tersebut, proyek akhir ini membahas tentang pengaruh media pendingin bio solar pada perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasan roda gigi sproket dengan 1 produk Yamaha sebagai pembandingan dan 2 merk lain yang akan dilakukan spesimen uji menggunakan temperatur 910°C dengan waktu penahanan selama 30 menit dan 60 menit menggunakan media pendingin bio solar dan air.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah perlakuan panas dengan metode karburasi dan *hardening* bertemperatur 910°C dengan waktu penahanan selama 30 menit dan 60 menit yang menggunakan media pendingin bio solar sebagai media pendingin utama dan air sebagai pembanding mampu mendapatkan hasil kekerasan yang mendekati dengan roda gigi sproket original.

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini untuk membatasi ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan metode perlakuan panas karburasi dan *hardening* dengan temperatur maksimal 910°C.
2. Menggunakan media pendingin berupa bio solar dan air.
3. Waktu penahanan selama 30 menit dan 60 menit.
4. Spesimen bahan uji adalah roda gigi sproket jenis *non-matic* dengan original dan *non-original*.

## 1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bio solar sebagai media pendingin utama dan air terhadap peningkatan kekerasan pada roda gigi sproket *non-original*.

## 1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh bio solar sebagai media pendingin untuk meningkatkan kekerasan pada roda gigi sproket *non-original*.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Roda Gigi

Roda gigi merupakan bagian dari mesin yang berguna untuk mentransmisikan daya pada sepeda motor untuk menggerakkan roda. Komponen ini merupakan salah satu komponen yang sangat penting karena komponen ini berfungsi dalam sepeda motor sehingga dapat bekerja secara optimal. Jenis material yang digunakan dalam komponen ini umumnya termasuk dalam golongan jenis baja karbon rendah (Soeleman dan Putra, 2019).

Tabel 2.1. Unsur Roda Gigi Sproket

No	Unsur	Gear Sproket Standart (%)
1	C ( Carbon )	0,159
2	Si ( Silikon )	0,007
3	Mn ( Manganese )	0,979
4	P ( Fosfor )	0,003
5	S ( Sulfur )	<0,0001
6	Cr ( Chromium )	0,02
7	Mo ( Molybdenum )	0,001
8	Ni ( Nickel )	0,006
9	Al ( Alumunium )	0,042
10	Cu ( Cupprum )	0,009
11	Nb ( Niobium )	0,006
12	Ti ( Thallium )	0,014
13	V ( Vanadium )	0,002
14	W ( Tungsten )	0,003
15	Sn ( Stannum )	0,001
16	Zr ( Zirconium )	0,004
17	Zn ( Zinc )	0,541
18	Pb ( Pelumbum )	0,006

Roda gigi umumnya memiliki tingkat keuletan yang tinggi agar tahan terhadap hentakan dan keras pada permukaan agar tahan gesekan. Kekerasan pada roda gigi dapat ditingkatkan dengan dilakukannya proses perlakuan panas dengan syarat harus melakukan proses penambahan karbon terlebih dahulu dikarenakan kadar karbon pada roda gigi yang rendah.

## **2.2. Definisi Baja**

Baja merupakan campuran antara paduan besi dan karbon yang mungkin juga mengandung unsur paduan lainnya, ada banyak jenis paduan yang memiliki komposisi dan perlakuan panas yang berbeda. Sifat mekanik sangat dipengaruhi oleh kandungan karbon pada baja tersebut dan umumnya baja dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian berdasarkan konsentrasi karbonnya yaitu baja karbon rendah, baja karbon menengah dan baja karbon tinggi (Waas, 2020).

## **2.3. Baja Karbon ( *Carbon Steel* )**

Baja karbon adalah salah satu jenis logam campuran antara besi sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2 % hingga 2,1% sesuai kelasnya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengerasan pada kisi kristal atom besi (Agustian, 2021).

## **2.4. Jenis - jenis Baja Karbon**

Baja karbon juga memiliki beberapa macam jenis dengan fungsi dan struktur yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

### **2.4.1. Baja Karbon Rendah**

Merupakan baja karbon (*carbon steel*) yang mengandung campuran baja karbon kurang dari 0,3%. yang membuat baja karbon ini tidak termasuk baja keras. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena harus dilakukan karburisasi terlebih dahulu agar kekerasannya dapat ditingkatkan.

#### **2.4.2. Baja Karbon Medium/Sedang**

Merupakan baja karbon yang mengandung karbon 0,3% – 0,6% (*medium carbon steel*) dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah (Purnomo *et al.*, 2019).

#### **2.4.3. Baja Karbon Tinggi**

Merupakan baja karbon tinggi mengandung 0,6% – 1,5% dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga membuat baja menjadi getas (Sardi *et al.*, 2018).

### **2.5. Sifat Mekanik Logam**

Sifat mekanik suatu bahan adalah kemampuan suatu benda yang berguna untuk menahan beban yang diberikan. Beban tersebut dapat berupa beban tarik, tekan, bengkok, geser, puntir, atau beban kombinasi. Sifat mekanik yang terpenting pada logam yaitu antara lain sebagai berikut:

#### **2.5.1. Kekuatan (*Strength*)**

Menyatakan kemampuan logam untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan tersebut menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam dan ini tergantung pada beban yang bekerja antara lain dapat dilihat dari kekuatantarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan puntir, dan kekuatan bengkok.

#### **2.5.2. Kekerasan (*Hardness*)**

Didefinisikan sebagai kemampuan logam untuk bertahan terhadap goresan, pengikisan (abrasi), penetrasi. Sifat ini berkaitan erat dengan sifat keausan (*wear resistance*) yang dimana kekerasan ini juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.

### **2.5.3. Kekenyalan (*Elasticity*)**

Mendefinisikan kemampuan logam untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan perubahan.

### **2.5.4. Plastisitas (*Plasticity*)**

Berupa kemampuan logam untuk mengalami sejumlah deformasi plastis yang permanen tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Sifat ini sangat diperlukan bagi bahan yang akan diproses dengan berbagai proses pembentukan seperti, *forging*, *rolling*, *extruding* dimana sifat ini juga berkaitan dengan keuletan/kekenyalan (*ductility*).

### **2.5.5. Ketangguhan (*Toughness*)**

Mendefinisikan kemampuan logam untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja.

### **2.5.6. Keretakan (*Creep*)**

Merupakan kecenderungan suatu logam mengalami deformasi plastis yang besarnya merupakan fungsi waktu pada saat bahan tersebut menerima beban yang besarnya relatif tetap atau konstan (Sardi *et al.*, 2018).

## **2.6. Definisi Perlakuan Panas**

Perlakuan panas merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk merubah struktur pada logam dan meningkatkan sifat mekaniknya khususnya kekerasan, keuletan dan ketangguhan melalui proses pemanasan spesimen pada tungku dengan temperatur dan periode waktu penahanan tertentu kemudian dilakukan proses pendinginan cepat menggunakan berbagai media pendingin (Prayogi dan Suhardiman, 2019).

Perlakuan panas dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Melakukan pemanasan hingga temperatur tertentu sesuai dengan jenis perlakuan panas dengan kecepatan pendinginan yang digunakan tergantung bentuk spesimen.
2. Menahan suhu atau sering disebut dengan *holding time* untuk waktu tertentu sehingga panas merata pada seluruh bagian benda kerja.
3. Melakukan proses pendinginan hingga temperatur ruang (Prasetyo, 2019).

### 2.6.1. Metode Perlakuan Panas

Perlakuan panas atau heat treatment pada baja karbon terdapat beberapa macam jenis, yaitu sebagai berikut :

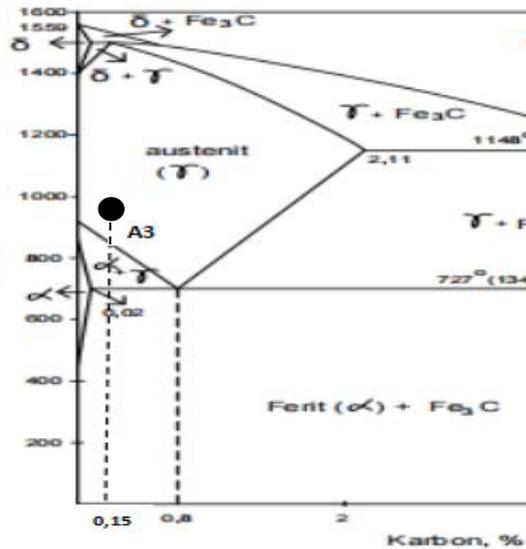
#### 1. *Carburizing*

Karburasi atau *carburizing* adalah proses penambahan jumlah karbon pada material benda kerja dengan menggunakan karbon aktif. Proses karburasi ini biasanya dilakukan pada baja karbon rendah yang mempunyai kekerasan yang rendah, lunak dan keuletan tinggi (Prapaska, 2020).

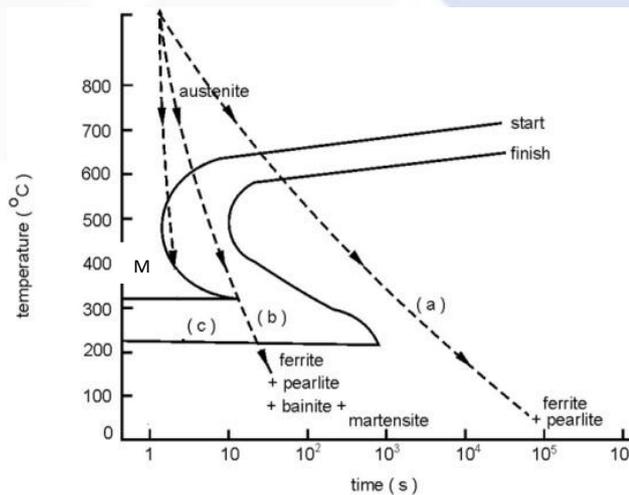
#### 2. *Hardening*

*Hardening* didefinisikan sebagai proses pemanasan dengan tujuan untuk meningkatkan kekerasan benda secara alami. Material yang telah dilakukan *hardening* mempunyai kondisi struktur yang sangat tegang dan getas, sehingga tidak bisa digunakan sesuai dengan penggunaan yang praktis (Zulfandy, 2019).

Proses ini dilakukan dengan pemanasan sampai temperatur austenisasi yaitu sekitar 50°C diatas garis A3 dengan diagram iagram fasa yang dapat dilihat pada gambar 2.1. dan mendingkannya pada temperatur tersebut yang kemudian dilakukan pendinginan cepat yang dapat dilihat pada diagram CCT (*Continuus Cooling Transformation*) untuk mengetahui cepat pendinginan material agar terbentuknya struktur martensit (Suratman, 1994). Diagram CCT untuk baja karbon rendah dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.1. Diagram Fasa Fe<sub>3</sub>C (ASM International, 1991).



Gambar 2.2. Diagram CCT (Sumiyanto, 2017).

## 2.7. Quench

*Quench* atau sering disebut dengan pendinginan cepat adalah kegiatan pendinginan dengan laju cepat yang dilakukan di dalam suatu media pendingin berupa air garam, air atau oli. *Quench* merupakan proses perpindahan panas pendinginan dengan sangat cepat dari fasa austenit pada umumnya suhu antara 815°C - 870°C untuk material baja. Media pendingin yang biasa digunakan untuk proses quenching yaitu air, oli, larutan garam, dan udara (Arlingga, 2021).

## **2.8. Media Pendingin.**

Media Pendingin merupakan kegiatan pendinginan secara cepat pada suatu logam dengan pencelupan pada media pendingin dengan tujuan dilakukannya proses pendinginan adalah untuk mendapatkan struktur *martensite* karena semakin banyak unsur karbon, maka struktur *martensite* yang terbentuk semakin banyak pula (Prabowo, 2019). Media pendingin pada proses perlakuan panas (*heat treatment*) suatu media yang berfungsi dalam menentukan kecepatan pendinginan yang dilakukan terhadap material yang telah diuji dalam perlakuan panas. Media pendingin yang sering digunakan adalah yaitu:

### **2.8.1. Air**

Air adalah senyawa kimia yang memiliki titik beku 0°C dan titik didih 100°C. Pendinginan menggunakan air akan memberikan daya pendingin yang cepat dibandingkan dengan oli karena air dapat dengan mudah menyerap panas yang dilewatinya. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur agar mempercepat daya pendinginan atau menggunakan air saja.

### **2.8.2. Bio Solar**

Bio solar merupakan media pendingin yang tergolong dalam kategori minyak yang digunakan sebagai fluida pendinginan dalam perlakuan panas yang dapat memberikan lapisan karbon pada permukaan benda kerja karena bio solar memiliki kandungan *hidrocarbon* yang terdiri dari (C) karbon dan (H) hidrogen (Purwanto, 2011).

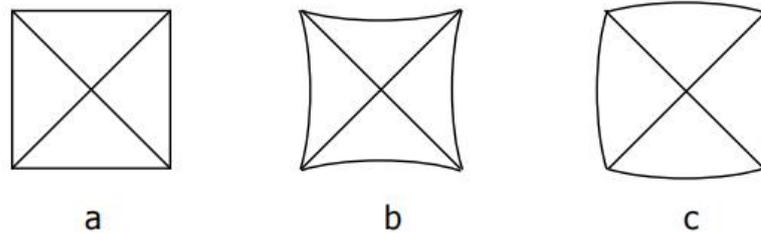
## **2.9. Holding Time**

Merupakan waktu penahanan yang dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan pada suhu pengerasan. Pada umumnya perlu dilakukan waktu penahanan untuk mendapat kesempatan pada bahan untuk menyempurnakan bentuk kristal yang akan terbentuk pada suhu transformasi. Tujuan dilakukannya waktu penahanan agar struktur mikro dapat homogen.

Pada pemanasan baja, berdasarkan jenis baja pedoman waktu tahan pada proses *heat treatment* diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Baja konstruksi dari baja karbon dan baja paduan rendah biasanya hanya memerlukan waktu tahanan yang singkat dan tidak terlalu lama yaitu 5-15 menit.
2. Baja campuran rendah biasanya diperlukan waktu tahanan tepat agar kekerasan yang diinginkan tercapai yaitu 10-30 menit.
3. Baja konstruksi dari baja paduan menengah biasanya disarankan dikisaran waktu tahanan 15-25 menit.
4. Baja krom campuran tinggi diperlukan waktu tahanan paling panjang diantara semua baja lainnya biasanya minimum 10 menit dan maksimum 60 menit.
5. Baja kecepatan tinggi, biasanya pada jenis baja ini diperlukan suhu pemanasan yang sangat tinggi yaitu berkisar antara 1200°C-1300°C dan waktu penahanannya hanya beberapa menit saja (Adawiyah *et al.*, 2014).

#### 2.10. Pengujian Kekerasan Rockwell



Gambar 2.3. Tipe Indentor

Pengujian rockwell merupakan salah satu pengujian kekerasan yang banyak digunakan karena penggunaannya yang sederhana, cepat, tidak membutuhkan mikroskop untuk mengukur jejak dan tidak merusak benda uji. Penggunaannya mirip dengan pengujian brinell, yakni memberikan beban pada benda dan indentor yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian brinell, indentor dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus. Tipe indentor pengujian dapat dilihat pada gambar 2.3. Banyak digunakan di industri karena prosedurnya lebih cepat (Arlingga, 2021). Skala pengujian pada rockwell dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Skala Tipe Pengujian Rockwell

Simbol Skala Awalan	Identor	Beban Penekanan ( kg )	Warna Dial
B	Bola Baja 1/16 Inchi	100	Merah
C	Brale	150	Hitam
A	Brale	60	Hitam
D	Brale	100	Hitam
E	Bola Baja 1/8 Inchi	100	Merah
F	Bola Baja 1/16 Inchi	60	Merah
G	Bola Baja 1/16 Inchi	150	Merah
H	Bola Baja 1/8 Inchi	60	Merah
K	Bola Baja 1/8 Inchi	150	Merah
L	Bola Baja 1/4 Inchi	60	Merah
M	Bola Baja 1/4 Inchi	100	Merah
P	Bola Baja 1/4 Inchi	150	Merah
R	Bola Baja 1/2 Inchi	60	Merah
S	Bola Baja 1/2 Inchi	100	Merah
V	Bola Baja 1/2 Inchi	150	Merah

### 2.11. Metode Eksperimen

Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan secara langsung dan sengaja oleh peneliti dengan mengawasi dan memberikan perlakuan pada variabel untuk mengetahui sebab akibatnya (Jaedun, 2011).

### 2.12. Penelitian Terdahulu

Penelitian meningkatkan kekerasan pada roda gigi sproket motor telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu dengan menggunakan parameter yang berbeda seperti penelitian yang dilakukan oleh (Ismardi *et al.*, 2019) tentang meningkatkan kekerasan roda gigi tarik depan (*sprocket gear*) sepeda motor honda pada proses perlakuan panas menggunakan media pendingin

larutan garam dengan memanaskan roda gigi hingga temperatur 930°C menggunakan oven pemanas dan menahan temperatur selama 60 menit kemudian didinginkan dengan cepat menggunakan larutan garam konsentrasi 10% lalu didapatkan hasil uji kekerasan tertinggi sebesar 95,35 HRB.

Menurut (Sutrisno & Nafi, 2020) melakukan penelitian lainnya tentang analisa kekerasan dan strukturmikro material gear spraket motor pada proses pressing dan perlakuan panas hardening quenching dengan variasi temperatur dan waktu penahanan dengan media pendingin oli dan dilakukan perlakuan panas pada spesimen dengan cara memanaskan pada temperatur 800°C, 850°C dan 900°C lalu menahan temperatur tersebut selama 5 menit, 10 menit dan 15 menit didinginkan dengan media oli kemudian didapatkan hasil uji kekerasan tertinggi dengan nilai sebesar 88,8 HRB.

Menurut (Ahmadin., 2021) melakukan penelitian selanjutnya tentang pengujian kekerasan dan struktur mikro plat baja karbon rendah setelah proses pemanasan dengan suhu 800°C di quenching bio solar dilakukan pemanasan dengan temperatur suhu 800°C menggunakan media pendingin udara, air dan bio solar. Didapatkan hasil uji kekerasan dengan media pendingin udara sebesar 44,24 BHN, media air sebesar 882,143 BHN dan media bio solar sebesar 49,349 BHN.

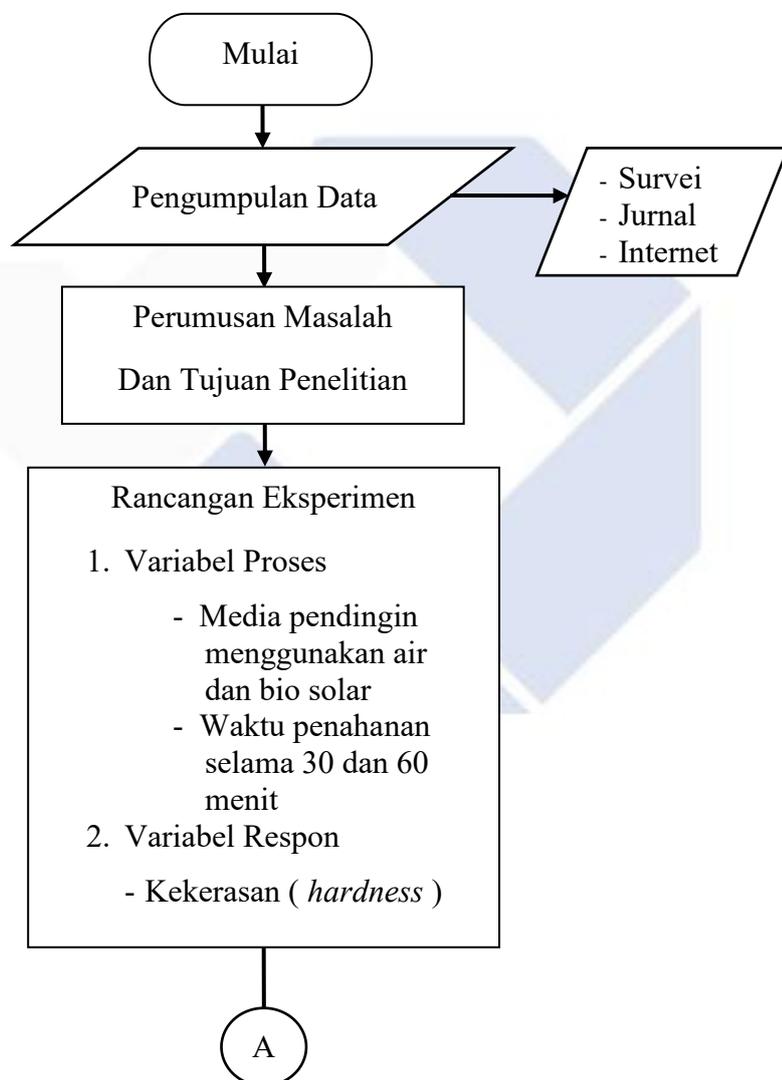
Menurut (Wisnujati, 2017) melakukan penelitian lain tentang analisis perlakuan *carburizing* terhadap sifat fisik dan mekanik pada bahan *sprocket* imitasi sepeda motor dengan 900°C - 950°C dengan waktu penahanan selama 1 jam kemudian didinginkan menggunakan air mendapatkan hasil pengujian kekerasan *sprocket* imitasi didapat nilai kekerasan rata-rata 219.23 VHN dan *sprocket genuine* tanpa perlakuan panas yaitu sebesar 217.68 VHN.

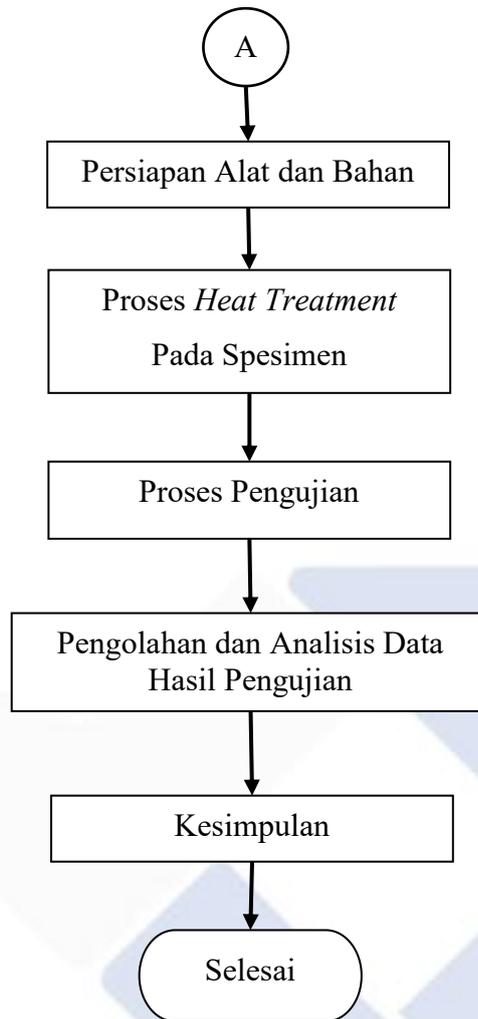
Berdasarkan kesimpulan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, waktu penahanan dan media pendingin yang digunakan selama proses penelitian bisa berpengaruh terhadap peningkatan kekerasan pada spesimen.

### BAB III METODE PELAKSANAAN

#### 3.1. Metode Pelaksanaan

Tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti diagram alir dari proses pembuatan spesimen sampai membuat kesimpulan adalah sebagai berikut :





Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian

### **3.2 Pengumpulan Data**

Penelitian ini dilakukan di LAPALO (Las Pabrikasi Logam) dan Laboratorium Material Politeknik Manufaktur Bangka Belitung dengan memanfaatkan fasilitas yang telah disediakan dengan hati - hati dan teliti. Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara, mulai dari survei ke bengkel untuk mendapatkan data tentang usia pemakaian roda gigi sproket pada sepeda motor pelanggan yang menggunakan tipe roda gigi original dengan roda gigi sproket dengan merk yang berbeda, melakukan wawancara dengan pemilik bengkel untuk mengetahui perbandingan pemakaian roda gigi sproket tersebut untuk mengetahui usia pakainya berdasarkan pengalaman montir selama menjalani bisnis bengkel tersebut. Setelah data didapatkan selanjutnya melakukan studi literatur pada jurnal dan internet untuk mencari referensi atau teori dari proses pengerasan roda gigi pada sepeda motor bebek untuk meningkatkan nilai kekerasannya.

### **3.3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian**

Rumusan masalah ditentukan dari berbagai aspek yang telah diketahui sebelumnya, yaitu dari survei lapangan, melakukan studi literatur pada jurnal dan internet.

Serta tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekerasan pada roda gigi pada merk lain yang telah dilakukan perlakuan panas dengan menggunakan nilai kekerasan roda gigi original sebagai standar acuan dengan variasi media pendingin yang digunakan berupa air dan bio solar dengan waktu penahanan selama 30 menit dan 60 menit, kemudian hasil nilai kekerasan tertinggi akan dibandingkan dengan nilai kekerasan pada roda gigi original untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh media pendingin dan waktu penahanan yang digunakan untuk meningkatkan kekerasan roda gigi sproket.

### **3.4. Rancangan Eksperimen**

Hasil data yang digunakan dalam penelitian ini adalah informasi penting yang diperoleh dari hasil eksplorasi. Faktor-faktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **3.4.1. Variabel Proses**

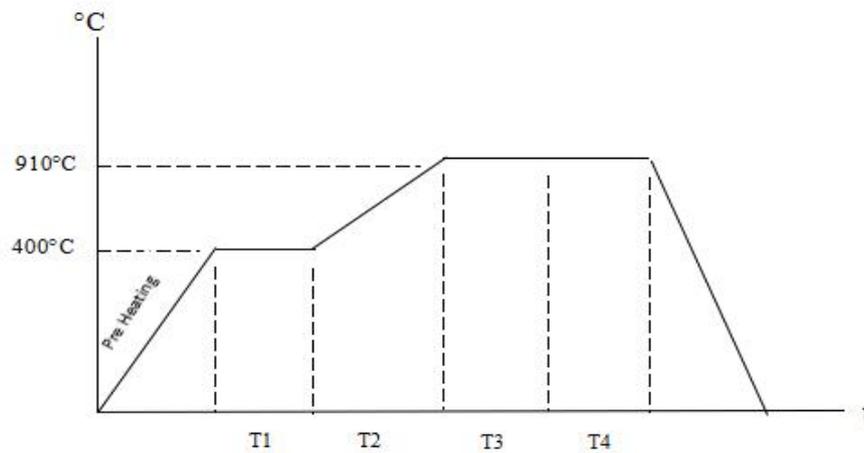
Variabel proses adalah variabel bebas yang juga bisa disebut sebagai faktor kontrol yang variabel ini dapat diubah maupun dikendalikan, dalam penelitian ini tujuan yang ingin dicapai berdasarkan hasil dari penelitian. Faktor-faktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Media pendingin yang digunakan pada penelitian ini untuk proses pendingin spesimen saat selesai dilakukan perlakuan panas adalah air dan bio solar.
2. Waktu penahanan (*holding time*) yang digunakan dalam proses perlakuan adalah 30 menit dan 60 menit.

Dengan menggunakan temperatur dan waktu penahanan yang telah ditentukan diagram *hardening* dapat dilihat pada gambar 3.2.

#### **3.4.2. Variabel Respon**

Variabel respon adalah variabel dengan jumlah besar tidak bisa ditentukan dan nilai dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan, dan hasil didapatkan sesudah melaksanakan pengujian. Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan adalah proses uji yang memiliki tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan suatu logam. Tipe pengujian kekerasan yang digunakan adalah *rockwell* yang dilakukan dengan pemberian beban tekan pada bahan sampai batas standar yang telah ditentukan, sehingga material mengalami tekanan dititik yang diuji dan nilai kekerasan pada logam tersebut dapat diketahui. Desain eksperimen penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1.



Gambar 3.2. Grafik Diagram *Hardening*

Tabel 3.1. Desain Eksperimen

No	Pengujian	T1	T2	T3	T4	Media Pendingin	Sample		
							1	2	3
1.	Kekerasan	15 Menit	20 Menit	30 Menit	30 Menit	Air	...	...	..
		15 Menit	20 Menit	30 Menit	30 Menit	Bio Solar	...	...	..
		15 Menit	20 Menit	30 Menit	30 Menit	Air	...	...	..
		15 Menit	20 Menit	30 Menit	30 Menit	Bio Solar	...	...	..

### 3.5. Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum melakukan proses penelitian siapkan peralatan dan bahan penelitian yang akan digunakan selama penelitian berlangsung.

#### 3.5.1. Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan suatu bahan penelitian. Adapun bahan-bahan yang diperlukan antara lain sebagai berikut :

1. Roda Gigi Yamaha dan Merk Lain

Roda gigi berfungsi sebagai bahan utama sebagai spesimen uji. Roda gigi didapatkan dalam kondisi masih baru (belum terpakai), kemudian roda gigi dilakukan uji kekerasan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai kekerasannya

sebelum dilakukan proses perlakuan panas. Lalu roda gigi dipotong menjadi beberapa bagian untuk memudahkan saat melakukan proses penelitian. Roda gigi yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. (a) Roda gigi Yamaha (b) Roda gigi merk lain

## 2. Bio Solar

Bio solar yang digunakan berfungsi sebagai salah media pendingin yang digunakan dalam proses pendinginan. Bio solar didapatkan dari stasiun pengisian bahan bakar terdekat. Bio solar yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Bio Solar

## 3. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berupa air biasa berfungsi sebagai salah satu media pendingin dalam pendinginan spesimen.



Gambar 3.5. Air

#### 4. Pupuk Dolomit

Pupuk ini berfungsi sebagai unsur katalis pada spesimen yang akan dilakukan penambahan karbon.



Gambar 3.6. Pupuk Dolomit

#### 5. Arang Batok Kelapa

Bubuk arang batok kelapa akan digunakan sebagai unsur karbon aktif untuk menambah unsur karbon pada permukaan spesimen.



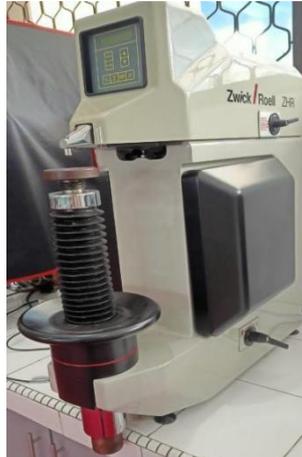
Gambar 3.7. Arang Batok Kelapa

### 3.5.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian spesimen adalah sebagai berikut :

#### 1. Mesin Uji Kekerasan *Hardness Tester*

Mesin Uji Kekerasan digunakan untuk melihat nilai kekerasan pada logam yaitu mesin uji kekerasan Rockwell ZHR *hardness tester* dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Mesin Uji Kekerasan *Hardness Tester*

## 2. Dapur Pemanas

Dapur pemanas (*oven*) digunakan sebagai alat untuk memanaskan spesimen dengan temperatur yang telah ditentukan sesuai kebutuhan. Dapur pemanas yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Dapur Pemanas

## 3. Gerinda Tangan

Gerinda digunakan untuk memotong roda gigi menjadi beberapa bagian sesuai kebutuhan dalam penelitian. Gerinda yang digunakan seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Gerinda

#### 4. Wadah

Wadah digunakan untuk menempatkan spesimen yang telah selesai diproses dan wadah berisi media pendingin yang digunakan untuk proses pendinginan. Wadah dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Wadah

#### 5. Tang

Tang digunakan untuk menjepit roda gigi saat proses pemotongan berlangsung. Tang dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Tang

#### 6. Ragum

Ragum berfungsi untuk mencekam benda kerja saat akan dilakukan proses pemotongan agar benda kerja tidak bergerak dan tetap berada pada posisinya. Ragum dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Ragum

### 7. Sarung Tangan

Sarung tangan berguna untuk melindungi tangan dari percikan api dan panas saat proses berlangsung.



Gambar 3.14 Sarung Tangan

### 8. Helm

Helm digunakan untuk menghindari percikan api dan panas dari oven saat proses perlakuan panas dan pemotongan yang berpotensi membahayakan mata.



Gambar 3.15 Helm

### 9. Apron

Apron digunakan pada bagian lengan dan dada untuk melindungi tubuh dari panas oven saat proses berlangsung.



Gambar 3.16 Apron

### 3.5.3. Proses Pemotongan Spesimen

Roda gigi yang telah didapatkan nilai kekerasan asli sebelumnya akan dilakukan proses pemotongan menggunakan gerinda menjadi beberapa bagian untuk memudahkan saat proses perlakuan panas. Roda gigi yang akan dipotong dicekam menggunakan tang untuk menghindari kecelakaan saat pemotongan dan pemotongan harus dilakukan dengan ukuran yang sama antar setiap bagian. Proses pemotongan dapat dilihat pada lampiran 2. Hasil pemotongan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.17 Hasil Pemotongan Spesimen

### 3.6. Proses Perlakuan Panas Pada Spesimen

Setelah semua bahan dan alat telah siap, langkah selanjutnya akan dilakukan proses perlakuan panas pada spesimen yang akan meliputi proses sebagai berikut :

### 3.6.1. Proses *Carburizing* dan *Hardening*

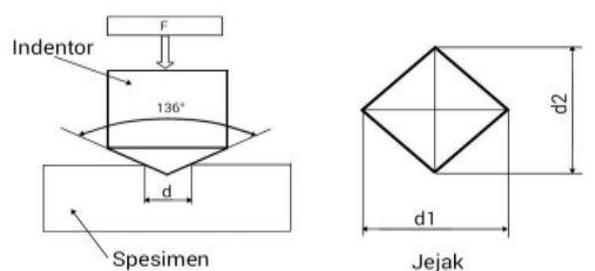
Proses perlakuan panas akan dilakukan adalah *carburizing* dengan cara memasukan spesimen dan karbon aktif ke dalam dapur pemanas dan *hardening* dengan mengatur temperatur suhu dengan waktu penahanan spesimen selama 30 menit dan 60 menit. Proses ini bertujuan mengubah sifat mekanis pada spesimen sesuai tujuan yang diinginkan.

### 3.6.2. Proses Pendinginan Spesimen

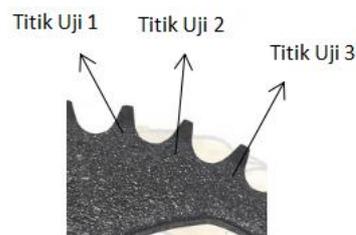
Proses pendinginan dilakukan saat perlakuan panas pada spesimen selesai dilakukan. Pendinginan meliputi proses pencelupan spesimen secara cepat pada media pendingin yang disediakan yaitu berupa air dan bio solar. Proses pendinginan cepat dilakukan agar karbon tidak menghilang agar mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi. Proses perlakuan panas dapat dilihat pada lampiran 3.

### 3.7. Pengujian Spesimen

Setelah spesimen mencapai suhu ruang, selanjutnya dilakukan proses pengujian pada spesimen dengan skema dan pola yang dapat dilihat pada gambar 3.18 dan gambar 3.19. Pengujian menggunakan standar ASTM E18 berupa uji kekerasan spesimen untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen menggunakan mesin *hardness tester*. Proses pengujian dapat dilihat pada lampiran 4.



Gambar 3.18. Skema Uji Kekerasan



Gambar 3.19. Pola Pengujian Kekerasan

Tabel 3.2. Skema Pengujian Kekerasan

No	Waktu Penahanan	TMU						Rata-rata		Konversi	
		Bio Solar			Air			(HRA)		(HRA to HB)	
		(HRA)			(HRA)			Bio Solar	Air	Bio Solar	Air
		1	2	3	1	2	3				
1.		...	...	...	...	...	...	...	...	...	
2.	30 Menit	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
3.		...	...	...	...	...	...	...	...	...	
Rata-rata Kekerasan		...	...	...	...	...	...	...	...	...	
4.		...	...	...	...	...	...	...	...	...	
5.	60 Menit	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
6.		...	...	...	...	...	...	...	...	...	
Rata-rata Kekerasan		...	...	...	...	...	...	...	...	...	

### 3.8. Analisis Data Pengujian

Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai kekerasan dari spesimen, yang akan dilihat pengaruh perbandingan media pendingin bio solar dan air dengan variasi selama waktu penahanan selama 30 menit dan 60 menit terhadap nilai kekerasan pada roda gigi sproket. Dari data tersebut akan diketahui berapakah nilai maksimum atau tertinggi dari perbandingan nilai kekerasan tersebut.

### 3.9. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan capaian akhir proses, pembahasan dan analisis yang menghasilkan nilai kekerasan spesimen. Kesimpulan dari penelitian ini adalah melihat apakah media pendingin bio solar akan berpengaruh untuk meningkatkan roda gigi sproket.

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1. Proses Eksperimen**

Penelitian ini meliputi beberapa tahap persiapan yang meliputi beberapa variabel yaitu sebagai berikut:

1. **Persiapan Dapur Pemanas**

Menggunakan dapur pemanas (*oven*) dengan temperatur 910°C dengan tujuan untuk mencapai suhu kritis hingga menambah kekerasan.

2. **Persiapan Metode Perlakuan Panas**

Menggunakan metode *carburizing* (karburasi) untuk menambahkan kadar karbon pada spesimen dengan campuran pupuk dolomit sebagai katalis dan pupuk arang batok kelapa sebagai karbon. Kemudian menggunakan metode *hardening* untuk meningkatkan kekerasan pada permukaan spesimen.

3. **Persiapan Media Pendingin**

Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah bio solar dan air yang media pendingin tersebut dimasukkan ke dalam wadah kemudian mencelupkan spesimen yang telah dilakukan perlakuan panas ke dalam wadah tersebut.

4. **Pengujian Kekerasan**

Melakukan pengujian kekerasan menggunakan standar ASTM E18 pada spesimen sebelum dan setelah dilakukan perlakuan panas menggunakan pengujian kekerasan *rockwell* tipe A dengan indentor diamond dan spesifikasi dapat dilihat pada tabel 2.2 yang dikonversi ke kekerasan *brinell* dengan nilai konversi yang dapat dilihat pada lampiran 5.

#### **4.2. Pengujian Awal Spesimen**

Pengujian awal dilakukan dengan untuk mengetahui nilai kekerasan normal tiap merk roda gigi sproket sebelum dilakukan proses perlakuan panas. Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin *Zwick/Roell ZHR hardness*

*tester* dengan tipe pengujian kekerasan *rockwell A* ke *brinell* agar lebih mudah dibaca dan dilakukan analisa. Nilai kekerasan normal roda gigi sproket dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1. Hasil Uji Awal TMU

No	Titik Uji Merk TMU			Rata-rata (HRA)	Konversi (HB)
	1	2	3		
1.	42,2	37,9	41	40,37	97,66
2.	38,4	43	45,6	42,33	105
3.	44	41,7	45,5	43,73	109,33
Rata- rata Kekerasan				<b>41,75</b>	<b>104</b>

Tabel 4.2. Hasil Uji Awal GSN

No	Titik Uji Merk GSN			Rata-rata (HRA)	Konversi (HB)
	1	2	3		
1.	47,2	41,7	45,3	43,8	113,33
2.	42,7	44	44	43,57	108,66
3.	45,4	43,1	43,4	43,97	110,66
Rata- rata Kekerasan				<b>43,78</b>	<b>110,8</b>

Tabel 4.3. Hasil Uji Awal ORI.

No	Titik Uji Merk ORI			Rata-rata (HRA)	Konversi (HB)
	1	2	3		
1.	71,4	70,5	70	70,63	374,3
2.	71,5	67,6	70,4	69,83	360
3.	68,7	69,6	69,4	69,23	350
Rata- rata Kekerasan				<b>69,9</b>	<b>361,4</b>

#### 4.3. Hasil Pengujian Akhir Spesimen

Pengujian akhir spesimen dalam penelitian ini dilakukan untuk melihat hasil pada spesimen setelah dilakukannya proses perlakuan panas. Nilai kekerasan akhir dapat dilihat pada sub di bawah ini.

##### 4.3.1 Hasil Uji Kekerasan Merk TMU

Hasil pengujian kekerasan pada merk TMU dengan media pendingin bio solar dan air serta waktu penahanan 30 menit dan 60 menit dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan TMU

No	Waktu Penahanan	TMU						Rata-rata (HRA)		Konversi (HRA to HB)	
		Bio Solar			Air			Bio Solar	Air	Bio Solar	Air
		(HRA)			(HRA)						
		1	2	3	1	2	3				
1.	30 Menit	42	40,8	40,3	39,2	37,4	38,2	41	38,2	100,3	91,3
2.		41,7	41,2	39,6	39,6	38,6	39,7	41,2	39,3	98,7	94
3.		41,1	39,1	38,4	38,3	38,4	38,4	39,5	38,3	94	92
		Rata-rata Kekerasan						<b>40,5</b>	<b>38,2</b>	<b>98</b>	<b>91,4</b>
4.	60 Menit	39,8	41,7	40,7	42,4	46,6	44,5	40,7	44,5	99,6	112,6
5.		40,4	39,5	41,1	44,7	48,7	46,6	40,3	46,6	97,3	119,3
6.		39,7	39	38,8	42,2	42,3	41,4	39,1	41,9	94,3	103,6
		Rata-rata Kekerasan						<b>40,0</b>	<b>44,3</b>	<b>96,1</b>	<b>111,6</b>

Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan di atas menunjukkan bahwa hasil pengujian kekerasan dengan merk TMU menggunakan media pendingin bio solar dan waktu penahanan 30 menit berkisar antara 39,1 HRA - 42 HRA bernilai rata-rata sebesar 40,5 HRA dan setelah dikonversi ke *brinell* bernilai rata-rata 98 HB, sedangkan dengan waktu penahanan 60 menit berkisar 38,8 HRA - 41,1 HRA bernilai rata-rata 40,06 HRA dan setelah dikonversi ke *brinell* memiliki rata-rata 96,14 HB. Kemudian merk TMU menggunakan media pendingin air dan waktu penahanan 30 menit berkisar 38,3 HRA - 39,7 HRA bernilai rata-rata 38,2 HRA dan setelah dikonversi ke *brinell* bernilai rata-rata 91,4 HB, sedangkan dengan waktu penahanan 60 menit berkisar 41,4 HRA - 48,7 HRA bernilai rata-rata 44,3 HRA dan setelah dikonversi ke *brinell* bernilai 111,6 HB.

### 4.3.2. Hasil Uji Kekerasan Merk GSN

Hasil pengujian kekerasan pada merk GSN dengan media pendingin bio solar dan air serta waktu penahanan 30 menit dan 60 menit dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini.

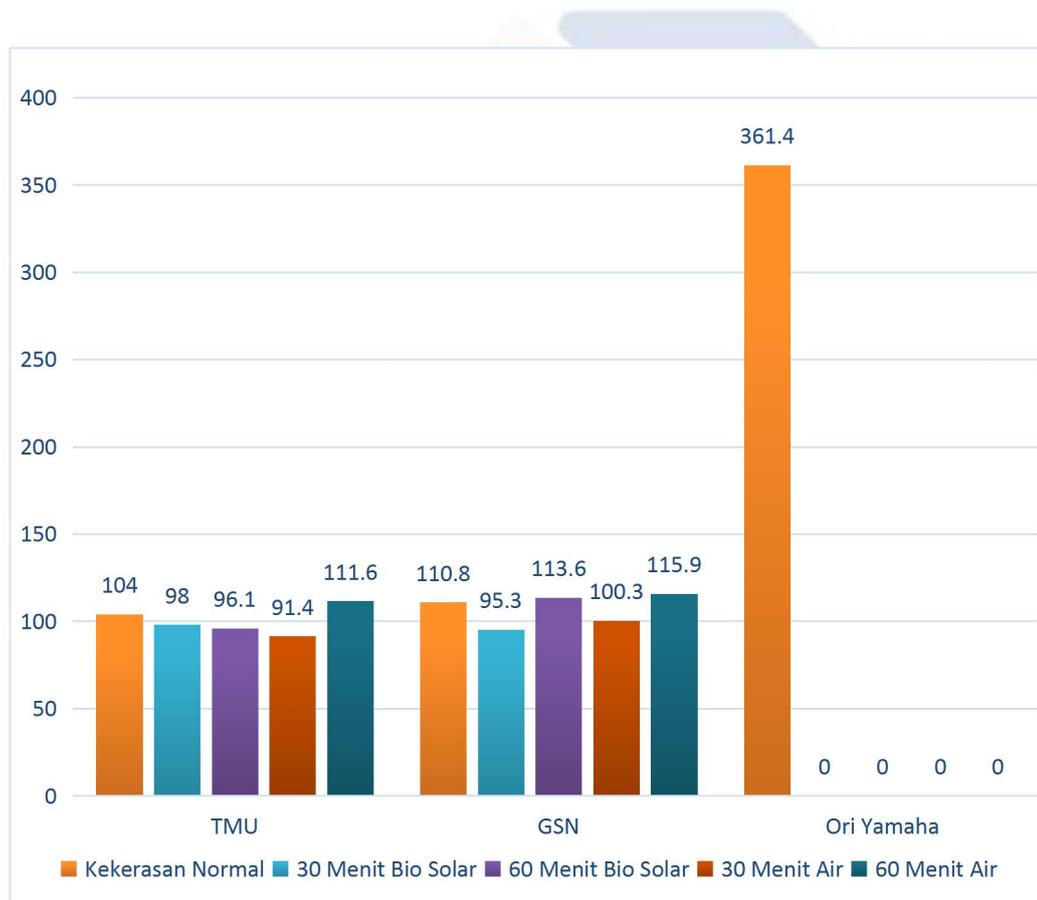
Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Kekerasan GSN

No	Waktu Penahanan	GSN						Rata-rata		Konversi	
		Bio Solar			Air			(HRA)		(HRA to HB)	
		(HRA)			(HRA)			Bio Solar	Air	Bio Solar	Air
		1	2	3	1	2	3				
1.	30 Menit	43,8	37,3	38,4	41,1	41,9	41,6	39,9	41,5	97	101,3
2.		38,4	39,8	39	41,6	41,4	41,9	39,1	41,6	94	102
3.		39,5	41,2	38,7	40,3	38,9	41,4	39,8	40,2	95	97,7
		Rata-rata Kekerasan						<b>39,6</b>	<b>41,1</b>	<b>95,3</b>	<b>100,3</b>
4.	60 Menit	44,2	42,7	47,1	43,5	45,2	45,2	44,7	44,6	112,7	112,3
5.		47,1	44,5	42,7	46,8	47,7	46,4	44,8	46,7	113,3	122,7
6.		46,3	43,7	45,4	44,8	44,3	44,3	45,1	44,5	115	112,7
		Rata-rata Kekerasan						<b>44,9</b>	<b>45,4</b>	<b>113,6</b>	<b>115,9</b>

Selanjutnya hasil pengujian kekerasan dengan merk GSN menggunakan media pendingin bio solar dan waktu penahanan 30 menit berkisar antara 38,4 HRA - 43,8 bernilai rata-rata sebesar 39,6 HRA dan setelah dikonversi ke *brinell* bernilai rata-rata 95,3 HB, sedangkan dengan waktu penahanan 60 menit berkisar 42,7 HRA - 47,1 HRA bernilai rata-rata 44,9 HRA dan setelah dikonversi ke *brinell* bernilai rata-rata 113,6 HB. Kemudian merk GSN menggunakan media pendingin air dan waktu penahanan 30 menit berkisar 40,3 HRA - 41,9 HRA bernilai rata-rata 41,1 HRA dan setelah dikonversi ke *brinell* bernilai rata-rata

100,3 HB, sedangkan dengan waktu penahanan 60 menit berkisar 44,3 HRA - 46,96 HRA bernilai rata-rata 45,4 dan setelah dikonversi ke *brinell* bernilai rata-rata 115,9 HB.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa kekerasan pada spesimen sangat dipengaruhi oleh waktu penahanan yang digunakan agar panas yang diterima oleh spesimen dapat tersalurkan dengan baik dan juga media pendingin yang digunakan sangat berpengaruh pada saat proses pendinginan agar karbon dapat bertambah pada seluruh permukaan spesimen. Hasil kekerasan yang berbeda tiap merk telah dilakukan perbandingan sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Kekerasan

#### 4.4. Analisis Hasil Kekerasan Dengan Kekerasan Roda Gigi Original

Nilai yang telah didapatkan akan dianalisis dan dibandingkan kekerasannya dengan roda gigi original Yamaha sebagai acuan kekerasan. Perbandingan kekerasan dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6. Perbandingan Nilai Kekerasan Original Yamaha

No	Merk	Waktu Penahanan	Media Pendingin	Rata-rata (HB)	Rata-rata Normal (HB)
1.	TMU	30 Menit	Bio Solar	98	<b>104</b>
			Air	91,47	
		60 Menit	Bio Solar	96,14	
			Air	111,6	
2.	GSN	30 Menit	Bio Solar	95,3	<b>110,8</b>
			Air	100,3	
		60 Menit	Bio Solar	113,6	
			Air	115,8	
3.	Original Yamaha	-	-	-	<b>361,4</b>

Berdasarkan pengujian kekerasan yang telah dilakukan dan melakukan perbandingan hasil. Metode perlakuan panas dapat meningkatkan kekerasan pada spesimen dengan hasil pengujian kekerasan normal pada merk TMU dengan nilai 104 HB dan setelah dilakukan proses perlakuan panas menghasilkan nilai tertinggi pada waktu penahanan 60 menit menggunakan media pendingin air menghasilkan nilai kekerasan 111,6 HB dengan peningkatan kekerasan sebesar 7,3%. Selanjutnya hasil pengujian kekerasan normal pada merk GSN dengan nilai 110,8 HB dan setelah dilakukan proses perlakuan panas menghasilkan nilai tertinggi pada waktu penahanan 60 menit menggunakan media pendingin air menghasilkan nilai kekerasan 115,8 HB dengan peningkatan kekerasan sebesar 4,6%.

Hasil kekerasan pada spesimen menghasilkan kesimpulan bahwa semakin lama waktu penahanan yang digunakan akan semakin baik meningkatkan kekerasan spesimen dan juga media pendingin air yang digunakan menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan menggunakan bio solar.

Dari proses perlakuan panas yang dilakukan pada spesimen menunjukkan nilai kekerasan tertinggi yang dihasilkan pada spesimen merk GSN menggunakan waktu penahanan 60 menit dan media pendingin air dengan nilai 115,9 HB yang menunjukkan bahwa belum bisa menyamai kekerasan pada roda gigi sproket original Yamaha dengan nilai 361,4 HB. Perbandingan nilai dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.7. Perbandingan Hasil Kekerasan

<b>Jenis Pengujian</b>	<b>Data Hasil Pengujian Tertinggi (HB)</b>	<b>Penelitian Sebelumnya (HRB)</b>
Kekerasan	115,9	88,8

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data didapatkan kesimpulan bahwa dengan metode perlakuan panas dapat digunakan sebagai metode atau cara untuk meningkatkan kekerasan spesimen roda gigi sproket. Hal ini ditunjukkan dengan nilai kekerasan normal pada spesimen merk TMU yaitu 104 HB dapat menghasilkan kekerasan tertinggi dengan nilai 111,62 HB dan peningkatan kekerasan sebesar 7,3%. Nilai kekerasan normal pada spesimen merk GSN yaitu 110,8 HB dapat menghasilkan kekerasan tertinggi dengan nilai 115,9 HB dan peningkatan kekerasan sebesar 4,6%. Dari data pengujian yang didapatkan, media pendingin air menghasilkan nilai lebih tinggi dibandingkan menggunakan media pendingin bio solar, hal ini ditunjukkan nilai kekerasan tertinggi menggunakan air dapat menghasilkan nilai 115,9 HB sedangkan yang dihasilkan dari bio solar yaitu 113,6 HB. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa roda gigi sproket *non original* tidak bisa menyamai kekerasan dari roda gigi sproket *original* merk yamaha, dimana nilai kekerasan tertinggi yaitu pada merk GSN walaupun sudah dilakukan perlakuan panas untuk menambahkan kekerasan hanya menghasilkan nilai 115,9 HB, sedangkan kekerasan roda gigi sproket original memiliki nilai rata-rata 361,4 HB.

#### **5.2. Saran**

Saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya, sebagai contoh dengan menggunakan spesimen merk lain.
2. Pada proses pendinginan variasi media pendingin dapat ditambahkan lagi karena menggunakan bio solar ternyata tidak menghasilkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan air.

3. Pada penelitian selanjutnya lebih baik perbanyak variasi pada waktu penahanan yang digunakan agar mendapatkan hasil kekerasan yang tinggi.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adawiyah, R., & Hendrawan, A. (2014). *Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Strukturmikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening*. *Poros Teknik*, 6(2), 96-102.
- [2] Agustian E., (2021), *Analisis Pengaruh Media Pendingin Dengan Kombinasi Waktu Penahanan Pendingin Terhadap Nilai Kekerasanbaja Aisi 1045 Pada Proses Quenching*.
- [3] AHMADIN, A. (2021). *Pengujian Kekerasan Dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon Rendah Setelah Proses Pemanasan Dengan Suhu 8000c Di Quenching Bio Solar*. *Majalah Teknik Simes*, 15(2), 8-14.
- [4] ASM INTERNATIONAL, (2002), *Heat Treating, Vol 4*.
- [5] Ismail, R., Tauviqirrahman, M., & Andromeda, T. (2011). *Surface Hardening Characterization Of Transmission Gears*. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- [6] Ismardi, I. *Meningkatkan Kekerasan Roda Gigi Tarik Depan (Sproket Gear) Sepeda Motor Honda Pada Proses Perlakuan Panas Menggunakan Media Pendingin Larutan Garam* (Doctoral dissertation, Universitas Pasir Pengaraian).
- [7] Jaedun, A., (2011). *Metodologi Penelitian Eksperimen*.
- [8] Prabowo, A. A., & Sunyoto, S. (2020). *Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan, Struktur Mikro, Dan Kekuatan Bending Baja AISI 1010*. *Journal of Mechanical Engineering Learning*, 9(1).
- [9] Prapaskah C. B. (2020). *Pengaruh Karburisasi Padat Dan Quenching Pada Suhu 800 Dengan Waktu Penahanan 4,6,8 Jam Menggunakan Media Arang*

*Batok Kelapa Dan Kulit Telur Sebagai Katalisator Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah.*

- [10] Prasetyo, D. (2019). *Variasi Media Pendingin Pada Proses Heat Treatment Baja Karbon St41 Untuk Pisau Potong Plat Beton* (Doctoral dissertation, Universitas Pancasakti Tegal).
- [11] Prayogi, A. (2019). *Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah. Jurnal Polimesin, 17(2), 83-90.*
- [12] Purnomo, D. J., Jokosisworo, S., & Budiarto, U. (2019). *Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70. Jurnal Teknik Perkapalan, 7(1).*
- [13] Purwanto, H. (2011). *Analisa Quenching Pada Baja Karbon Rendah Dengan Media Solar. Momentum, 7(1).*
- [14] Sailon, S., & Rizal, S. (2014). *Analisis Perubahan Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas Produk Pandai Besi Dengan Menggunakan Media Pendingin Batang Pisang. Austenit, 6(2).*
- [15] Sardi, V. B., Jokosisworo, S., & Yudo, H. (2018). *Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi. Jurnal Teknik Perkapalan, 6(1).*
- [16] Soeleman, S., & Isahudin, M. (2008). *Analisis Karakteristik Gear Sprocket Standard Dan Racing Pada Sepeda Motor. Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 2(2).*
- [17] Sugito, B., & Hariyanto, A. (2007). *Pengaruh Karburisasi Roda Gigi Sprocket Aspira Dengan Ahm Terhadap Perubahan Sifat Fisis Dan Mekanis.*
- [18] Sutrisno A. & Nafi M., (2020), *Analisa Kekerasan dan Struktur mikro Material Gear Spraket Motor pada Proses Pressing dan Perlakuan Panas*

*Hardening Quenching dengan Variasi Temperatur dan Waktu Penahan dengan Media Pendinginan Oli.*

- [19] Suratman R. (1994). *Paduan Proses Perlakuan Panas*. Lembaga Penelitian ITB.
- [20] Waas, K., & Danny, V. (2020). *Pengaruh Holding Time Dan Variasi Media Quenching Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah St 42 Pada Proses Pengkarbonan Padat Menggunakan Arang Batok Biji Pala (Myristica Fragrans)*. *Jurnal Simetrik*, 10(1).
- [21] Wisnujati, A. (2017). *Analisis Perlakuan Carburizing Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Bahan Sprocket Imitasi Sepeda Motor*. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(1), 127-134.
- [22] Zulfandy, D. (2019). *Analisa Uji Kekerasan Pada Material Baja ST37 Setelah Mengalami Perlakuan Panas Annealing* (Doctoral dissertation).

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup



#### Data Pribadi:

Nama : Devri Gusmantoro  
Tempat, Tanggal Lahir : Belinyu, 13 April 2001  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jalan Nelayan Prumnas Mantung No. 87 Blok B  
Email : devri3756@gmail.com

#### Pendidikan Formal:

1. SD	SD Negeri 2 Belinyu	2013
2. SMP	SMP Negeri 2 Belinyu	2016
3. SMK	SMK YPN Belinyu	2019

#### Pendidikan Non-Formal:

- - -  
- - -  
- - -

Sungailiat, 06 September 2022

Devri Gusmantoro

## Lampiran 2: Tahapan Persiapan Spesimen



Mempersiapkan roda gigi sproket yang akan dipotong



Proses pemotongan roda gigi sproket



Hasil pemotongan roda gigi sproket



Melakukan proses pengujian awal spesimen

### Lampiran 3: Tahapan Proses Perlakuan Panas



Proses pengepakan specimen



Persiapan dapur pemanas



Proses setting temperatur



Proses mengangkat specimen



Spesimen setelah perlakuan panas

#### Lampiran 4: Tahapan Pengujian Akhir Spesimen



Melakukan pengujian kekerasan akhir pada roda gigi sproket



Contoh Hasil Pengujian Kekerasan

Lampiran 5 : Tabel Konversi Kekerasan



**HARDNESS CONVERSION CHART**

Rockwell						Rockwell Superficial				Brinell		Vickers	Shore
HRA	HRB	HRC	HRD	HRE	HRF	15-N	30-N	45-N	30-T	3000 kg	500 kg		
86.5	--	70	78.5	--	--	94	86	77.6	--	--	--	1076	101
86	--	69	77.7	--	--	93.5	85	76.5	--	--	--	1044	99
85.6	--	68	76.9	--	--	93.2	84.4	75.4	--	--	--	940	97
85	--	67	76.1	--	--	92.9	83.6	74.2	--	--	--	900	95
84.5	--	66	75.4	--	--	92.5	82.8	73.2	--	--	--	865	92
83.9	--	65	74.5	--	--	92.2	81.9	72	--	739	--	832	91
83.4	--	64	73.8	--	--	91.8	81.1	71	--	722	--	800	88
82.8	--	63	73	--	--	91.4	80.1	69.9	--	705	--	772	87
82.3	--	62	72.2	--	--	91.1	79.3	68.8	--	688	--	746	85
81.8	--	61	71.5	--	--	90.7	78.4	67.7	--	670	--	720	83
81.2	--	60	70.7	--	--	90.2	77.5	66.6	--	654	--	697	81
80.7	--	59	69.9	--	--	89.8	76.6	65.5	--	634	--	674	80
80.1	--	58	69.2	--	--	89.3	75.7	64.3	--	615	--	653	78
79.6	--	57	68.5	--	--	88.9	74.8	63.2	--	595	--	633	76
79	--	56	67.7	--	--	88.3	73.9	62	--	577	--	613	75
78.5	120	55	66.9	--	--	87.9	73	60.9	--	560	--	595	74
78	120	54	66.1	--	--	87.4	72	59.8	--	543	--	577	72
77.4	119	53	65.4	--	--	86.9	71.2	58.6	--	525	--	560	71
76.8	119	52	64.6	--	--	86.4	70.2	57.4	--	500	--	544	69
76.3	118	51	63.8	--	--	85.9	69.4	56.1	--	487	--	528	68
75.9	117	50	63.1	--	--	85.5	68.5	55	--	475	--	513	67
75.2	117	49	62.1	--	--	85	67.6	53.8	--	464	--	498	66
74.7	116	48	61.4	--	--	84.5	66.7	52.5	--	451	--	484	64
74.1	116	47	60.8	--	--	83.9	65.8	51.4	--	442	--	471	63
73.6	115	46	60	--	--	83.5	64.8	50.3	--	432	--	458	62
73.1	115	45	59.2	--	--	83	64	49	--	421	--	446	60
72.5	114	44	58.5	--	--	82.5	63.1	47.8	--	409	--	434	58
72	113	43	57.7	--	--	82	62.2	46.7	--	400	--	423	57
71.5	113	42	56.9	--	--	81.5	61.3	45.5	--	390	--	412	56
70.9	112	41	56.2	--	--	80.9	60.4	44.3	--	381	--	402	55
70.4	112	40	55.4	--	--	80.4	59.5	43.1	--	371	--	392	54
69.9	111	39	54.6	--	--	79.9	58.6	41.9	--	362	--	382	52
69.4	110	38	53.8	--	--	79.4	57.7	40.8	--	353	--	372	51
68.9	110	37	53.1	--	--	78.8	56.8	39.6	--	344	--	363	50
68.4	109	36	52.3	--	--	78.3	55.9	38.4	--	336	--	354	49
67.9	109	35	51.5	--	--	77.7	55	37.2	--	327	--	345	48
67.4	108	34	50.8	--	--	77.2	54.2	36.1	--	319	--	336	47
66.8	108	33	50	--	--	76.6	53.3	34.9	--	311	--	327	46
66.3	107	32	49.2	--	--	76.1	52.1	33.7	--	301	--	318	44
65.8	106	31	48.4	--	--	75.6	51.3	32.5	--	294	--	310	43
65.3	105	30	47.7	--	--	75	50.4	31.3	--	286	--	302	42
64.7	104	29	47	--	--	74.5	49.5	30.1	--	279	--	294	41
64.3	104	28	46.1	--	--	73.9	48.6	28.9	--	271	--	286	41
63.8	103	27	45.2	--	--	73.3	47.7	27.8	--	264	--	279	40
63.3	103	26	44.6	--	--	72.8	46.8	26.7	--	258	--	272	39
62.8	102	25	43.8	--	--	72.2	45.9	25.5	--	253	--	266	38
62.4	101	24	43.1	--	--	71.6	45	24.3	--	247	--	260	37
62	100	23	42.1	--	--	71	44	23.1	82	240	201	254	36
61.5	99	22	41.6	--	--	70.5	43.2	22	81.5	234	195	248	35



## HARDNESS CONVERSION CHART

Rockwell						Rockwell Superficial				Brinell		Vickers	Shore
HRA	HRB	HRC	HRD	HRE	HRF	15-N	30-N	45-N	30-T	3000 kg	500 kg		
61	98	21	40.9	---	---	69.9	42.3	20.7	81	228	189	243	35
60.5	97	20	40.1	---	---	69.4	41.5	19.8	80.5	222	184	238	34
59	96	18	---	---	---	---	---	---	80	216	179	230	33
58	95	16	---	---	---	---	---	---	79	210	175	222	32
57.5	94	15	---	---	---	---	---	---	78.5	205	171	213	31
57	93	13	---	---	---	---	---	---	78	200	167	208	30
56.5	92	12	---	---	---	---	---	---	77.5	195	163	204	29
56	91	10	---	---	---	---	---	---	77	190	160	196	28
55.5	90	9	---	---	---	---	---	---	76	185	157	192	27
55	89	8	---	---	---	---	---	---	75.5	180	154	188	26
54	88	7	---	---	---	---	---	---	75	176	151	184	26
53.5	87	6	---	---	---	---	---	---	74.5	172	148	180	26
53	86	5	---	---	---	---	---	---	74	169	145	176	25
52.5	85	4	---	---	---	---	---	---	73.5	165	142	173	25
52	84	3	---	---	---	---	---	---	73	162	140	170	25
51	83	2	---	---	---	---	---	---	72	159	137	166	24
50.5	82	1	---	---	---	---	---	---	71.5	156	135	163	24
50	81	0	---	---	---	---	---	---	71	153	133	160	24
49.5	80	---	---	---	---	---	---	---	70	150	130	---	---
49	79	---	---	---	---	---	---	---	69.5	147	128	---	---
48.5	78	---	---	---	---	---	---	---	69	144	126	---	---
48	77	---	---	---	---	---	---	---	68	141	124	---	---
47	76	---	---	---	---	---	---	---	67.5	139	122	---	---
46.5	75	---	---	---	99.5	---	---	---	67	137	120	---	---
46	74	---	---	---	99	---	---	---	66	135	118	---	---
45.5	73	---	---	---	98.5	---	---	---	65.5	132	116	---	---

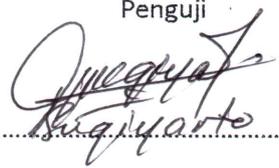
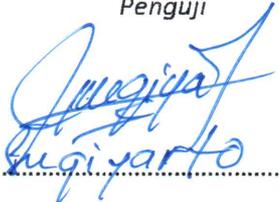
44.5	71	---	---	100	97.5	---	---	---	64.2	127	112	---	---
44	70	---	---	99.5	97	---	---	---	63.5	125	110	---	---
43.5	69	---	---	99	96	---	---	---	62.8	123	109	---	---
43	68	---	---	98	95.5	---	---	---	62	121	107	---	---
42.5	67	---	---	97.5	95	---	---	---	61.4	119	106	---	---
42	66	---	---	97	94.5	---	---	---	60.5	117	104	---	---
41.8	65	---	---	96	94	---	---	---	60.1	116	102	---	---
41.5	64	---	---	95.5	93.5	---	---	---	59.5	114	101	---	---
41	63	---	---	95	93	---	---	---	58.7	112	99	---	---
40.5	62	---	---	94.5	92	---	---	---	58	110	98	---	---
40	61	---	---	93.5	91.5	---	---	---	57.3	108	96	---	---
39.5	60	---	---	93	91	---	---	---	56.5	107	95	---	---
39	59	---	---	92.5	90.5	---	---	---	55.9	106	94	---	---
38.5	58	---	---	92	90	---	---	---	55	104	92	---	---
38	57	---	---	91	89.5	---	---	---	54.6	102	91	---	---
37.8	56	---	---	90.5	89	---	---	---	54	101	90	---	---
37.5	55	---	---	90	88	---	---	---	53.2	99	89	---	---
37	54	---	---	89.5	87.5	---	---	---	52.5	---	87	---	---
36.5	53	---	---	89	87	---	---	---	51.8	---	86	---	---
36	52	---	---	88	86.5	---	---	---	51	---	85	---	---
35.5	51	---	---	87.5	86	---	---	---	50.4	---	84	---	---
35	50	---	---	87	85.5	---	---	---	49.5	---	83	---	---



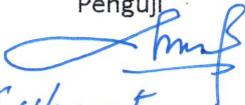
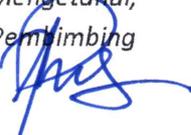
## HARDNESS CONVERSION CHART

Rockwell						Rockwell Superficial				Brinell		Vickers	Shore
HRA	HRB	HRC	HRD	HRE	HRF	15-N	30-N	45-N	30-T	3000 kg	500 kg		
34.8	49	--	--	86.5	85	--	--	--	49.1	--	82	--	--
34.5	48	--	--	85.5	84.5	--	--	--	48.5	--	81	--	--
34	47	--	--	85	84	--	--	--	47.7	--	80	--	--
33.5	46	--	--	84.5	83	--	--	--	47	--	79	--	--
33	45	--	--	84	82.5	--	--	--	46.2	--	79	--	--
32.5	44	--	--	83.5	82	--	--	--	45.5	--	78	--	--
32	43	--	--	82.5	81.5	--	--	--	44.8	--	77	--	--
31.5	42	--	--	82	81	--	--	--	44	--	76	--	--
31	41	--	--	81.5	80.5	--	--	--	43.4	--	75	--	--
30.8	40	--	--	81	79.5	--	--	--	43	--	74	--	--
30.5	39	--	--	80	79	--	--	--	42.1	--	74	--	--
30	38	--	--	79.5	78.5	--	--	--	41.5	--	73	--	--
29.5	37	--	--	79	78	--	--	--	40.7	--	72	--	--
29	36	--	--	78.5	77.5	--	--	--	40	--	71	--	--
28.5	35	--	--	78	77	--	--	--	39.3	--	71	--	--
28	34	--	--	77	76.5	--	--	--	38.5	--	70	--	--
27.8	33	--	--	76.5	75.5	--	--	--	37.9	--	69	--	--
27.5	32	--	--	76	75	--	--	--	37.5	--	68	--	--
27	31	--	--	75.5	74.5	--	--	--	36.6	--	68	--	--
26.5	30	--	--	75	74	--	--	--	36	--	67	--	--
26	29	--	--	74	73.5	--	--	--	35.2	--	66	--	--
25.5	28	--	--	73.5	73	--	--	--	34.5	--	66	--	--
25	27	--	--	73	72.5	--	--	--	33.8	--	65	--	--
24.5	26	--	--	72.5	72	--	--	--	33.1	--	65	--	--
24.2	25	--	--	72	71	--	--	--	32.4	--	64	--	--
24	24	--	--	71	70.5	--	--	--	32	--	64	--	--
23.5	23	--	--	70.5	70	--	--	--	31.1	--	63	--	--
23	22	--	--	70	69.5	--	--	--	30.4	--	63	--	--
22.5	21	--	--	69.5	69	--	--	--	29.7	--	62	--	--
22	20	--	--	68.5	68.5	--	--	--	29	--	62	--	--
21.5	19	--	--	68	68	--	--	--	28.1	--	61	--	--
21.2	18	--	--	67.5	67	--	--	--	27.4	--	61	--	--
21	17	--	--	67	66.5	--	--	--	26.7	--	60	--	--
20.5	16	--	--	66.5	66	--	--	--	26	--	60	--	--
20	15	--	--	65.5	65.5	--	--	--	25.3	--	59	--	--
--	14	--	--	65	65	--	--	--	24.6	--	59	--	--
--	13	--	--	64.5	64.5	--	--	--	23.9	--	58	--	--
--	12	--	--	64	64	--	--	--	23.5	--	58	--	--
--	11	--	--	63.5	63.5	--	--	--	22.6	--	57	--	--
--	10	--	--	62.5	63	--	--	--	21.9	--	57	--	--
--	9	--	--	62	62	--	--	--	21.2	--	56	--	--
--	8	--	--	61.5	61.5	--	--	--	20.5	--	56	--	--
--	7	--	--	61	61	--	--	--	19.8	--	56	--	--
--	6	--	--	60.5	60.5	--	--	--	19.1	--	55	--	--
--	5	--	--	60	60	--	--	--	18.4	--	55	--	--
--	4	--	--	59	59.5	--	--	--	18	--	55	--	--
--	3	--	--	58.5	59	--	--	--	17.1	--	54	--	--
--	2	--	--	58	58	--	--	--	16.4	--	54	--	--
--	1	--	--	57.5	57.5	--	--	--	15.7	--	53	--	--

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022 / 2023</u></p>																				
<p>JUDUL :</p>	<p><i>Pengaruh Media Pendingin Bio Solar Pada Pertaluan Panas Untuk Meningkatkan Kekerasan Rada Gigi Sproket</i></p>																				
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Devri Gusmanoro</u> NIM: <u>1041910</u>                  2. _____ NIM: _____                  3. _____ NIM: _____                  4. _____ NIM: _____                  5. _____ NIM: _____</p>																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Bagian yang direvisi</th> <th style="width: 30%;">Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Revisi Laporan</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>- Abstrak</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>- Bab II hingga akhir</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	<i>Revisi Laporan</i>		<i>- Abstrak</i>		<i>- Bab II hingga akhir</i>													
Bagian yang direvisi	Halaman																				
<i>Revisi Laporan</i>																					
<i>- Abstrak</i>																					
<i>- Bab II hingga akhir</i>																					
<p>Sunggailiat, <u>25-01-2023</u>                  Penguji                    (.....<i>Supriyanto</i>.....)</p>																					
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>																					
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p>  (.....)	<p style="text-align: center;">Sunggailiat, <u>10-02-2023</u>                  Penguji</p>  (..... <i>Supriyanto</i> .....)																				

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022/2023</u></p>
<p>JUDUL :</p>	<p><i>pengaruh media pendingin Bio Solar pada perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasan pada Gigi Spoke</i></p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Devri Gusmontor</u> NIM: <u>104 1910</u>                  2. _____ NIM: _____                  3. _____ NIM: _____                  4. _____ NIM: _____                  5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	
	<p>Halaman</p>
<p><i>- Standar uji kekerasan ASTM?</i></p>	<p><i>20/25/27</i></p>
<p><i>- Perbandingan di bab 4 alinea terakhir</i></p>	<p><i>34</i></p>
<p><i>- Tujuan atau point → kesimpulan satu saja</i></p>	<p><i>37-35</i></p>
<p><i>- Daftar pustaka di Standar huruf kecil</i></p>	<p><i>36-37</i></p>
<p>Sunggailiat, ... <u>25 - Jan 2023</u></p>	
<p>Penguji                    (.....<u>Sulekanto</u>.....)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing                    (.....)</p>	<p>Sunggailiat, .....                  Penguji                    (.....)</p>

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK ...../.....		
JUDUL	Pengaruh Media Pendingin Bio Solar Pada Perlakuan Panas Untuk Meningkatkan Kekerasan Roda Gigi Sproket		
Nama Mahasiswa	Devri Gusmantoro NIM: 1041910		
Nama Pembimbing	1. <u>Erwansyah S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Shanty Dwi Krishnaningsih S.S. M, Hum</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	16 Juni 2022	Diskusi Tuntutan	
2	29 Juni 2022	Pembahasan Penelitian	
3	14 Juli 2022	Persiapan bahan	
4	2 Agustus 2022	Persiapan Pematangan Spesimen	
5	4 Oktober 2022	Perubahan Parameter	
6	13 Oktober 2022	Menjerahkan Paper	
7	14 Oktober 2022	revisi konten Paper	
8	25 Oktober 2022	Menjerahkan Paper	
9	18 November 2022	Membahas konten Penelitian	
10	7 Desember 2022	Persiapan Heat treatment	

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK ...../.....		
JUDUL	Pengaruh Media Pendingin Bld Solar Pada Perlakuan Panas untuk Meningkatkan Keefrasan Roda Gigi Sproket		
Nama Mahasiswa	Devri Gusmantoro NIM: 1041910		
Nama Pembimbing	1. <u>Erwansyah S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Shanty Bwi Krishnaningsih S.S., M.Hum</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	13 Desember 2022	Revisi konten	<i>fy</i>
2	16 Desember 2022	Proses HT	<i>fy</i>
3	19 Desember 2022	Pengujian	<i>fy</i>
4	22 Desember 2022	revisi konten	<i>fy</i>
5	26 Desember 2022	revisi konten	<i>fy</i>
6	12 Januari 2023	revisi konten dan Jurnal	<i>fy</i>
7	13 Januari 2023	revisi konten dan Poster	<i>fy</i>
8	14 Januari 2023	revisi poster	<i>fy</i>
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021/.....2022		
JUDUL	Pengaruh Media Pendingin Bio Solar pada Perlakuan Panas untuk Meningkatkan Keerasan Roda Gigi Sproket		
Nama Mahasiswa	Devri Gusmantoro ..... NIM: 1041910 .....		
Nama Pembimbing	1. <u>Erwansyah S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Shanty Dwi Krishnaningsih S.S., M.Hum</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	30 Juni 2022	Menyerahkan bab 1 dan 2	
2	31 Juni 2022	Revisi bab 1 dan diskusi tuntutan	
3	14 September 2022	Progres Paper	
4	6 Oktober 2022	Menyerahkan bab 2 dan 3	
5	10 Januari 2023	Revisi Paper	
6	13 Januari 2023	Revisi Paper	
7	16 Januari 2023	Revisi Paper	
8			
9			
10			

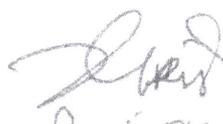
Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021 / 2022	
		JUDUL Pengaruh Media Pendingin Bio Salur Pada Perlakuan Panas Untuk Meningkatkan Kekerasan Rata Gigi Sproket	
Nama Mahasiswa		1. Devri Gusmantoro /NIRM: 1041910 2. .... /NIRM: ..... 3. .... /NIRM: ..... 4. .... /NIRM: ..... 5. .... /NIRM: .....	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
III	16 Desember 2022	Proses Heat treatment	
III	20 Desember 2022	Proses Pengujian	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: ~~SIAP~~ / ~~BELUM~~ (coret salah satu)  
 SIAP

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (Erwin)	 (Shanty DK)	(.....)

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://lib.unnes.ac.id">lib.unnes.ac.id</a> Internet Source	3%
2	<a href="http://ejournal-polnam.ac.id">ejournal-polnam.ac.id</a> Internet Source	2%
3	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://eprints.umm.ac.id">eprints.umm.ac.id</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://digilib.unila.ac.id">digilib.unila.ac.id</a> Internet Source	1%
7	Andreas Luki Indratmoko, Eko Nugroho, Asroni Asroni, Eko Budiyanto. "Pengaruh Holding Time dan media pendingin pada proses quenching terhadap kekerasan dan kekuatan Impact pegas daun sebagai alternatif pengganti pisau slicer penuai tebu", ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur, 2020	1%

---

8	<a href="http://bagibagigus.blogspot.com">bagibagigus.blogspot.com</a> Internet Source	1 %
9	Nitin Kukreja, Kuwar Mausam. "Effect of nanoparticles on casting of steel using carbon nanotubes", Materials Today: Proceedings, 2021 Publication	1 %
10	Submitted to Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung Student Paper	1 %
11	Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium Student Paper	<1 %
12	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://jurnal.umj.ac.id">jurnal.umj.ac.id</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://download.garuda.kemdikbud.go.id">download.garuda.kemdikbud.go.id</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://1library.net">1library.net</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://eprints.polsri.ac.id">eprints.polsri.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	<1 %

---

18	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
19	Muh Aan Anhar. "PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP NILAI KEKERASAN PADUAN GEAR SPROCKET AISI 1020 DENGAN TIMAH MELALUI HEAT TREATMENT", JURNAL SIMETRIK, 2020 Publication	<1 %
20	<a href="http://eprints.ums.ac.id">eprints.ums.ac.id</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://repository.polman-babel.ac.id">repository.polman-babel.ac.id</a> Internet Source	<1 %
22	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://publishing-widyagama.ac.id">publishing-widyagama.ac.id</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://moam.info">moam.info</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://riull.ull.es">riull.ull.es</a> Internet Source	<1 %
27	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %

28	<a href="http://arynurihsan.blogspot.com">arynurihsan.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
29	Andika Kaharu, Burhan Liputo, Mustofa Mustofa. "DESAIN KONSTRUKSI MEDIA PENDING GABAH PADI ALTERNATIF SEMI-OTOMATIS", Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG), 2020 Publication	<1 %
30	<a href="http://garuda.ristekbrin.go.id">garuda.ristekbrin.go.id</a> Internet Source	<1 %
31	<a href="http://anzdoc.com">anzdoc.com</a> Internet Source	<1 %
32	<a href="http://eprints.uny.ac.id">eprints.uny.ac.id</a> Internet Source	<1 %
33	<a href="http://mahesainstitute.web.id">mahesainstitute.web.id</a> Internet Source	<1 %
34	<a href="http://repository.uir.ac.id">repository.uir.ac.id</a> Internet Source	<1 %
35	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
36	<a href="http://jurnal.untad.ac.id">jurnal.untad.ac.id</a> Internet Source	<1 %
37	Eko Nugroho, Sulis Dri Handono, Asroni Asroni, Wahidin Wahidin. "Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada	<1 %



**JITT :**

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN  
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585  
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : xxxx-xxxx

**SURAT KETERANGAN**

Nomor : 017/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PENGARUH MEDIA PENDINGIN BIO SOLAR PADA  
PERLAKUAN PANAS UNTUK MENINGKATKAN  
KEKERASAN RODA GIGI SPROKET”**

Atas nama :

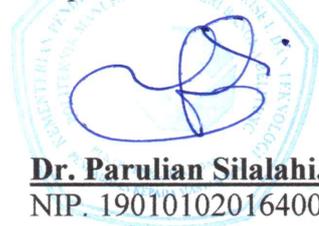
Penulis : **DEVRI GUSMANTORO, ERWANSYAH, SHANTY DWI  
KRISHNANINGSIH**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)  
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 13 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 16 Januari 2023  
Kepala P3KM,



**Dr. Parulian Silalahi, M.Pd**  
NIP. 1901010201640006

