

**KARAKTERISASI MATERIAL**  
**AXLE SHAFT DUMP TRUCK HINO DUTRO 7,5 TON**  
**SKRIPSI**

*(Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Sarjana Strata Satu (S-1)*

*Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung)*

Disusun oleh:

Marcell Riardy

14.303.0169



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Marcell Riardy

NPM : 143030169

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Karakterisasi Material *Axle shaft Dump Truck*  
Hino Dutro 7,5 Ton

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar S.T pada program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : IR. BUKTI TARIGAN, MT. (.....)

Pembimbing 2 : DR.IR.H.DEDI LAZUARDI.,DEA (.....)

Penguji : IR. HERMAN SOMANTRI, MT. (.....)

Ditetapkan di : Fakultas Teknik

Tanggal : 19 Agustus 2019

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Marcell Riardy  
NPM : 143030169  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **KARAKTERISASI MATERIAL AXLE SHAFT DUMP TRUCK HINO DUTRO 7,5 TON**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 19 Agustus 2019

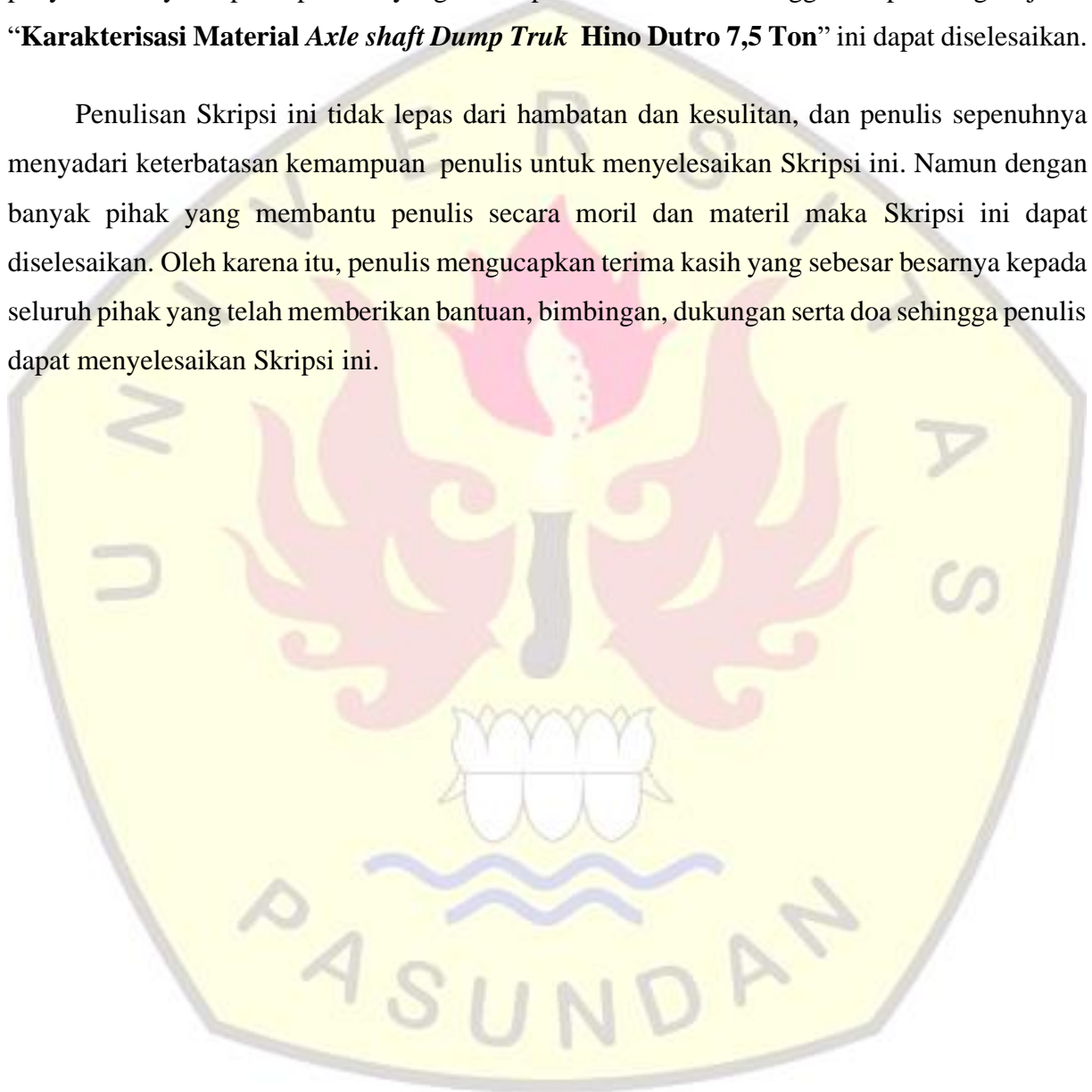
Yang menyatakan

(MARCELL RIARDY)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena begitu besar kasih-Nya akan dunia ini, sehingga Ia telah mengaruniakan Anak-Nya yang tunggal, supaya setiap orang yang percaya kepada-Nya tidak binasa, melainkan beroleh hidup yang kekal. Juga untuk rahmat dan penyertaan-Nya kepada penulis yang tidak pernah berhenti sehingga skripsi dengan judul “**Karakterisasi Material Axle shaft Dump Truk Hino Dutro 7,5 Ton**” ini dapat diselesaikan.

Penulisan Skripsi ini tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, dan penulis sepenuhnya menyadari keterbatasan kemampuan penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Namun dengan banyak pihak yang membantu penulis secara moril dan materil maka Skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.



Bandung, 19 Agustus 2019

MARCELL RIARDY

## ABSTRAK

Nama : Marcell Riardy

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : Karakterisasi Material *Axle shaft Dump Truk Hino Dutro 7,5 Ton*

*Axle shaft* atau poros penggerak roda adalah salah satu komponen sistem pemindah tenaga, *axle shaft* merupakan poros penggerak roda- roda dimana roda- roda dipasang pada *axle shaft* sehingga beban roda ditumpu oleh *Axle shaft*. *Axle shaft* berfungsi untuk meneruskan tenaga gerak dari differential ke roda- roda. Poros akan menerima beban puntir (twisting moment), beban lentur (bending moment) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Oleh karena itu dalam perancangan poros perlu diperhatikan beberapa faktor, antara lainnya: kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

Ada tiga tujuan dalam penelitian yang dilakukan. Pertama mengetahui jenis material *axle shaft*. Kedua mengidentifikasi *axle shaft* untuk mendapatkan sifat mekanis terutama harga kekerasan. Ketiga memperkirakan proses produksi pada proses pembuatan *axle shaft*.

Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah jenis material *axle shaft* yaitu Baja AISI 1345 yang memiliki kandungan karbon 0.40% - 0.45% memiliki sifat yang ulet, keras, tahan terhadap korosi dan gesekan. Dan dari hasil pengujian kekerasan diidentifikasi bahwa ada proses pengerasan permukaan (*case hardening*). Kedalaman pengerasan permukaan pada *axle shaft* yaitu 10 mm pada *axle shaft* baru dan 8 mm pada *axle shaft* bekas. Dan Menurut hasil pengujian metalografi mikroskopik maupun makroskopik bahwa *axle shaft* diproduksi dengan proses *Forging* dan di finishing dengan proses *Turning* dari material yang sebelumnya berbentuk silindris dengan diameter 4 cm.

Kata Kunci: *Axle shaft, Forging, Case Hardening*

## ABSTRACT

Name : Marcell Riardy

Study Program : Mechanical Engineering

Title : Material Characterization for *Axle shaft* of Hino Dutro 7,5 Ton

*Axle shaft* or wheel drive *shaft* is one component of power transfer system, is a wheel drive *shaft* where wheels are mounted on *Axle shaft* so that wheel load is supported by *Axle shaft*. *Axle shaft* serves to forward motion from the differential to the wheels. The *shaft* will receive twisting moments, bending moment or a combination of torsional and bending loads. In *shaft* design it is necessary to pay attention to several factors, for example: fatigue, collision and stress concentration effect when using the *axle* or the use of the stake groove on the axis. The designed axis should be safe enough to withstand the loads.

There are three goals in the study conducted. First know the type of *axle shaft* material. Both identify *axle shafts* to obtain mechanical properties especially hardness prices. The third estimates the production process in the process of making *axle shafts*.

The results obtained from this research is a type of *axle shaft* material that is AISI 1345 Steel which has a carbon content of 0.40% - 0.45% has a resilient nature, hard, resistant to corrosion and friction. According to the results of hardness testing identified that there is a process hardening on new *axle shafts* and *axle shafts* used, the price of hardness on *axle shafts* new and used can be said the same because the difference in price of hardness between the two *axle shafts* is not too large. According to microscopic and macroscopic metallographic test results, the *axle shaft* is produced by the Forging process of a previously cylindrical material.

Keywords: *Axle shaft*, Forging, Case Hardening

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	2
BAB II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Poros <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Poros Axle (Axle shaft) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Cara Kerja Poros <i>Axle</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Hal Penting Pada Poros <i>Axle</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Material Poros <i>Axle</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Baja dan Jenisnya .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Baja Karbon .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 Baja Paduan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Sifat – sifat Material .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Struktur dan Diagram Fasa Besi dan Karbon .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3    Perubahan Fasa Fe <sub>3</sub> C .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Pengujian Pada Logam .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Uji Metalografi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4 <i>Annealing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4.1 <i>Annealing for Maximum Softness or Spheroidizing Anneal</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4.2 <i>Recrystallization Annealing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4.3 <i>Stress-relief Annealling</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4.4 <i>Isothermal Annealing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4.5 <i>Quench Annealing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4.6 <i>Homogenizing Annealing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4.7 <i>Hydrogen Annealing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.5 <i>Normalizing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.6 <i>Hardening</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.7 <i>Tempering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.8 <i>Quenching</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.9 <i>Case hardening</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.10 <i>Nitriding</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.11 <i>Carbonitriding</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.12 <i>Flame Hardening</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.13 <i>Induction Hardening</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1    Diagram Alir Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2    Identifikasi Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1    Pengamatan Metalografi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



3.2.1.1	Pengamatan Metalografi Makro.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1.2	Pengamatan Metalografi Mikro .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2	Pengujian Kekerasan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.3	Pengujian Komposisi Kimia.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Pengamatan Metalografi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Pengamatan Struktur Makro.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	Analisa Hasil Pengamatan Struktur Makro	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3	Pengamatan Struktur Mikro.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.1	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Baru Original ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.2	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Baru Tiruan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.3	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Bekas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.4	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Baru Original ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.5	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Baru Tiruan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.6	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Bekas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.7	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Baru Original ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.8	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Baru Tiruan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.9	Pengamatan Struktur Mikro <i>Axle shaft</i> Sampel Bekas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.4	Analisa Hasil Pengamatan Struktur Mikro	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.4.1	Analisa Hasil Struktur Mikro Pada <i>Axle Shaft</i> Sampel Baru dan Bekas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.2	Pengamatan Hasil Uji Keras Pada <i>Axle shaft</i> ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Data Pengujian Kekerasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Analisa Pengujian Kekerasan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Data Pengujian Komposisi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1	Analisa Hasil Pengujian Komposisi <i>Axle shaft</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2	Identifikasi Kadar Karbon Pada <i>Axle shaft</i> Baru dan Bekas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2.1	Analisa Hasil Perhitungan Kadar Karbon dengan Metode Kuantitatif	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
		<b>Bookmark not defined.</b>
BAB V	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA	.....	4
LAMPIRAN	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kuantitas produksi selalu berbanding lurus dengan penurunan kualitas produk. Dengan dibuatnya suatu produk secara massal maka suatu kualitas setiap masing masing produk tidak sama. Dimana kualitas produk cenderung menurun seiring dengan bertambahnya jumlah produksi. Penurunan kualitas suatu produk menyebabkan terjadi kegagalan lalu akan berpengaruh kepada meningkatnya *claim* dari customer.

Dalam kasus produk *Axle shaft* salah satu penyebab *claim* adalah kegagalan mekanik yang terjadi pada *axle shaft*. Salah satu contoh kegagalan mekanik yang terjadi pada *axle shaft* yaitu patah pada bagian flange, bar dan gear yang dapat berakibat fatal bagi pengguna produk.

*Axle shaft* selalu menerima beban lentur dan beban puntir. Beban puntir menyebabkan terjadinya pergeseran dan mencapai harga maksimumnya pada sisi terluar poros, sedangkan beban lentur mengakibatkan tegangan tarik dan tekanan maksimum juga pada permukaan poros namun pada sisi yang berseberangan.

*Axle shaft* terhubung dengan roda gigi untuk meneruskan daya sehingga beban kejut dalam bentuk torsi yang terjadi akan diteruskan ke poros. Penyebab kegagalan poros ini umumnya adalah fatigue atau beban berlebihan dari beban puntir, dimana beban kendaraan sepenuhnya ditumpu oleh *axle shaft*.

Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas *axle shaft*. Sehingga dilakukanlah karakterisasi material pada *axle shaft* untuk mengetahui sifat mekanik, proses pengerjaan dan komposisi kimia yang terkandung pada *axle shaft* yang nantinya akan menjadi masukan untuk industri – industri dalam negeri khususnya dan industri otomotif dalam negeri dalam memproduksi *axle shaft*. Dengan harapan industri otomotif dalam negeri dapat membuat *axle shaft* dengan kualitas yang sama dengan produksi luar negeri.

### 1.2 Identifikasi Masalah

1. Melakukan pengujian metalografi untuk mengetahui struktur makroskopik dan mikroskopik serta fasa-fasa yang ada pada *axle shaft* orisinil baru, tiruan baru dan bekas.
2. Melakukan uji keras pada *axle shaft* orisinil baru, tiruan baru dan bekas.
3. Melakukan pengujian komposisi kimia (spectrometri) pada *axle shaft* orisinil baru, tiruan baru dan bekas.
4. Melakukan analisa terhadap data hasil pengujian.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui sifat material pada *axle shaft* yang meliputi :

1. Mengetahui jenis material *axle shaft* yang ada di pasaran.
2. Mengidentifikasi *axle shaft* untuk mendapatkan sifat mekanis terutama harga kekerasan.
3. Memperkirakan proses produksi pada proses pembuatan *axle shaft*.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dilakukan dalam penelitian *axle shaft* ini adalah :

1. Sample yang digunakan adalah *axle shaft* baru dan bekas pada *Dump Truck* merk Hino tipe dutro.
2. Pengamatan struktur makro dan mikro pada *axle shaft*.
3. Pengujian mekanik yaitu Uji kekerasan pada *axle shaft*.
4. Analisa komposisi kimia material *axle shaft*.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Secara garis besar pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### ❖ Studi Literatur

Metoda ini merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mencari dan membaca buku-buku referensi yang berhubungan dengan material yang digunakan pada *axle shaft* untuk dijadikan acuan dalam menganalisa suatu masalah tersebut serta referensi yang berhubungan dengan pengujian metalografi, pengujian kekerasan dan uji komposisi kimia.

#### ❖ Metode Observasi

Metoda ini dilakukan dengan cara langsung melakukan pemotongan material ,melakukan pengujian dan kemudian menganalisa. Metoda ini merupakan suatu upaya untuk melihat suatu permasalahan secara ilmiah.

#### ❖ Pengujian

Metode ini merupakan suatu upaya untuk mengetahui jenis material dan sifat-sifat dari material yang digunakan pada *axle shaft*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan penulisan laporan Tugas Akhir diuraikan berdasarkan atas beberapa bab. Tiap-tiap bab mempunyai kriteria tertentu secara sistematis dan bertahap, susunannya adalah sebagi berikut :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, identifikasi masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

## **BAB II STUDI LITERATUR**

Bab ini berisikan teori-teori tentang definisi umum *axle shaft*, Definisi Baja, *Heat Treatment* dan macam – macam pengujian seperti uji kekerasan, uji metalografi, dan uji komposisi kimia, yang menjadi dasar permasalahan yang akan dibahas sebagai *referensi*.

## **BAB III PENGUMPULAN DATA**

Bab ini berisikan tentang pengujian metalografi, pengujian kekerasan, dan pengujian komposisi kimia.

## **BAB IV HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN**

Pada bab ini berisikan tentang data – data hasil penelitian pengujian metalografi, pengujian keras dan pengujian komposisi kimia beserta pembahasannya.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan hasil pengujian dari sampel penelitian dan saran yang disampaikan setelah melakukan pengujian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

- Budynas, R. G. and J. K. Nisbett. 2006. Shigley's Mechanical Engineering Design 8th Edition. McGraw-Hill. New York.
- Callister, W.D.Jr. 2007. Material Science and Engineering: An Introduction, 7th Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Callister, W.D.Jr. 2001. Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Interactive, 5th Edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken.
- Groover, Mikell P. 2010. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems, Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken.
- Kuhn, Howard and Dana Medlin. 2000. ASM Handbook: Volume 8: Mechanical Testing and Evaluation. ASM International. Ohio.
- Shigley, Joseph Edward. 1997. Mechanical Engineering Design. First Edition Mc. GrawHill Book Company.
- Smith, William F. 1996. Principles of Materials Science and Engineering, Third Edition. McGraw-Hill. New York.
- Heat Treating, Vol 4, ASM Handbook, ASM International, 1991
- G. Krauss, Steels: Processing, Structure, and Performance, 3rd ed., ASM International, 2005
- Metallography and Microstructures, Vol 9, ASM Handbook, ASM International, 2004
- Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys, Vol 1, ASM Handbook, ASM International, 1990
- Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, Vol 2, ASM Handbook, ASM International, 1990
- J. Verhoeven, Steel Metallurgy for the Non-Metallurgist, ASM International, 2007