

TUGAS AKHIR

ANALISA KERUSAKAN HOOK DAN KABEL BERBAHAN ALUMINIUM PADUAN UNTUK KOPLING MOBIL

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara*

Disusun oleh :

IBNU ADHI MUKTI PURBA
1807230067



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ibnu Adhi Mukti Purba

NPM : 1807230067

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akt : **Analisa Kerusakan Hook dan Kabel Berbahan
Alumunium Paduan Untuk Kopling Mobil**

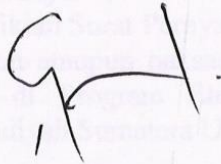
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juni 2024

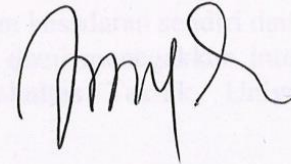
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Chandra A Siregar S.T., M.T

Dosen Penguji II



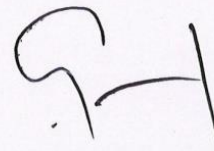
M Yani S.T., M.T

Dosen Pembimbing



Dr. Suherman S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ibnu Adhi Mukti Purba
Tempat /Tanggal Lahir : Taluk Kuantan,Riau/07 April 2000
NPM : 1807230067
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Analisa Kerusakan Hook dan Kabel Berbahan Alumunium Paduan Untuk Kopleng Mobil "

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juni 2024



ya yang menyatakan,

Ibnu Adhi Mukti Purba

ASBTRAK

Kopling (*Clutch*) adalah suatu bagian yang mutlak diperlukan pada kendaraan di mana penggerak utamanya diperoleh dari hasil pembakaran di dalam *silinder Engine*, Saat melakukan pemindahan daya diperlukan hook dan kabel kopling sebagai penghubungnya. Pada sistem kopling hook dan kabel yang digunakan juga berbeda-beda bahanya tergantung fungsinya, pada hal ini hook kopling yang digunakan pada mobil menggunakan bahan Alumunium paduan. bahan Aluminium karena memiliki sifat yang paling menonjol yaitu berat jenis yang rendah dan penghantar listrik yang baik, lunak, kekuatan tarik rendah serta tahan terhadap korosi. Tujuan adalah mengetahui penyebab kerusakan hook dan kabel berbahan Aluminium paduan untuk kopling mobil. Untuk menganalisa kerusakan pada hook kopling pada mobil digunakan mikroskop optik metalurgi, pengamatan SEM dan pengujian kekerasan (Vickers). Permukaan patah hook dipotong untuk dibuat spesimen uji menggunakan mesin pemotong. Permukaan spesimen dihaluskan dan etsa untuk pengamatan mikrostruktur dan permukaan patah menggunakan Scanning electron microscopy (SEM). Pengujian kekerasan pada hook menggunakan mesin uji kekerasan metode Vickers. Dari hasil penelitian nilai kekerasan tertinggi 91.6 pada komponen pengujian Hook Ori/Pengait Asli sedangkan untuk nilai terendahnya 78.7. Pada pengujian mikro, hook ori/pengait asli terlihat persebaran butir lebih kecil dan merata dibandingkan dengan hook kw/pengait palsu yang hanya terlihat sedikit persebaran butir kecilnya. Lalu pada pengamatan (SEM) untuk hook kopling kw/pengait palsu terlihat lebih ulet dan tahan akan beban tarik, dikarenakan banyak rongga berukuran kecil pada patahannya, sangat berbeda dengan hook ori/pengait asli terlihat hanya sedikit rongga

Kata Kunci : Kopling, Alumunium, Hook ,Kabel, Pengujian

ABSTRACT

A clutch is a part that is absolutely necessary in a vehicle where the main drive is obtained from combustion in the engine cylinder. When transferring power, a hook and clutch cable are needed as a connection. In the clutch hook and cable system the material used also varies depending on its function, in this case the clutch hook used in cars uses aluminum alloy. Aluminum material because it has the most prominent properties, namely low type and good conductor of electricity, soft, low tensile strength and resistant to corrosion. The aim is to find out the cause of damage to the aluminum alloy hook and cable for the car clutch. To analyze damage to storage hooks on cars using a metallurgical optical microscope, SEM measurements and hardness testing (Vickers). The broken surface of the hook is cut to make test specimens using a cutting machine. The surface of the specimen was smoothed and etched to observe the microstructure and fracture surface using scanning electron microscopy (SEM). Hardness testing on the hook uses a Vickers method hardness testing machine. From the research results, the highest hardness value was 91.6 for the component in the original hook test, while the lowest value was 78.7. In the micro test, the original hook/genuine hook saw a smaller and more even distribution of grains compared to the kw hook/fake hook which only saw a slight distribution of the fine grains. Then, on observation (SEM), the kw storage hook/fake hook looks more ductile and can withstand tensile loads, because there are many small cavities in the fracture, very different from the original hook/original hook, it looks like there are only a few cavities.

Keywords: Clutch, Aluminum, Hook, Cable, Testing

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada **“Analisa Kerusakan Hook dan Kabel Berbahan Alumunium Paduan Untuk Kopling Mobil”** Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Suherman S.T, MT, selaku Dosen Pembimbing Fakultas Teknik UMSU,yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra Amirsyah Siregar, ST, MT Dan Bapak M. Yani ,ST, MT Selaku dosen penguji I serta II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra Amirsyah Siregar, ST, MT, selaku Ketua Prodi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik mesin kepada penulis.
5. Orang tua penulis, Bapak Jamansen Purba SE dan Ibu Sukaesih yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis, Rendy kurniawan, Rahmat Tedy Irawan Dan Fuja Fuji . dan lain-lain yang tidak mungkin disebutkan namanya satu persatu yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi tugas akhir ini.

Skripsi Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesi nambungan penulis di masa depan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi dan manufaktur Teknik Mesin.

Medan, Juni 2024


Ibnu Achi Mukti Purba

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Rumusan Masalah
- 1.3. Ruang Lingkup
- 1.4. Tujuan Penelitian
- 1.5. Manfaat Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1. Sejarah Aluminium
- 2.2. Aluminisasi paduan
 - 2.2.1. Polyanodisasi Aluminisasi
 - 2.2.2. Jenis-jenis Aluminisasi
 - 2.2.3. Sifat-Sifat Aluminisasi
- 2.3. Kopling
 - 2.3.1. Fungsi Kopling
 - 2.3.2. Jenis-jenis Kopling
- 2.4. Sistem Transmisi Dan Komponen Utama Transmisi
 - 2.4.1. Komponen-komponen Utama Sistem Transmisi
- 2.5. Analisa Keretakan
- 2.6. Pengujian Tarik
- 2.7. Pengamatan Struktur Mikro

BAB III METODE PENELITIAN

- 3.1. Jenis dan Waktu Penelitian
 - 3.1.1. Jenis Penelitian
 - 3.1.2. Waktu
- 3.2. Alat dan Bahan
 - 3.2.1. Alat
 - 3.2.2. Bahan
- 3.3. Diagram Alir
- 3.4. Prosedur Pengujian
 - 3.4.1. Prosedur Pengujian Tarik
 - 3.4.2. Pengujian Keretakan
 - 3.4.3. Pengujian Mikroskopis
- 3.5. Teknik Analisis Data
- 3.6. Teknik Pengumpulan Data

BAB IV ANALISA DATA

- 4.1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sejarah Alumunium	5
2.2. Alumunium paduan	5
2.2.1. Penggunaan Alumunium	6
2.2.2. Jenis-Jenis Alumunium	7
2.2.3. Sifat-Sifat Alumunium	9
2.3. Kopling	10
2.3.1. Fungsi Kopling	11
2.3.2. Jenis-Jenis Kopling	12
2.4. Sistem Transmisi Dan Komponen Utama Transmisi	15
2.4.1. Komponen Komponen Utama Sistem Transmisi	15
2.5. Analisa Kerusakan	20
2.6. Pengujian Tarik	20
2.7. Pengamatan Struktur Mikro	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	25
3.1.1. Tempat Pengujian	25
3.1.2. Waktu	25
3.2. Alat Dan Bahan	25
3.2.1. Alat	26
3.2.2. Bahan	28
3.3. Diagram Alir	30
3.4. Prosedur Pengujian	31
3.4.1. Prosedur Pengujian Tarik	31
3.4.2. Pengujian Kekerasan	31
3.4.3. Pengujian Mikrostruktur	31
3.5. Teknik Analisa Data	32
3.6. Teknik Pengumpulan Data	33
BAB 4 ANALISA DATA	34
4.1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro	34

4.2. Pengamatan SEM	34
4.3. Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> (VHN)	35
4.4. Pengujian Tarik	36
BAB 4 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alumunium Paduan	6
Gambar 2.2 Kopling Tetap Dan Kopling Tidak Tetap	11
Gambar 2.3 macam-macam kopling tetap	12
Gambar 2.4 Kopling Cakar	13
Gambar 2.5 Kopling Plat	14
Gambar 2.6 <i>Kopling Kerucut</i>	14
Gambar 2.7 <i>Main Shaft</i>	15
Gambar 2.8 <i>Main Shaft</i>	16
Gambar 2.9 <i>Gear Shaft Housing</i>	16
Gambar 2.10 Transmisi <i>Gear</i>	17
Gambar 2.11 <i>Sun Gear</i>	17
Gambar 2.12 <i>O-Ring</i>	18
Gambar 2.13 <i>Bearing</i>	18
Gambar 2.14 <i>Clutch Housing</i>	19
Gambar 2.15 Kabel Kopling	19
Gambar 2.16 Mikroskop Optik	21
Gambar 2.17 Contoh Hasil Pengujian Mikrostruktur	22
Gambar 2.18 Pengujian Kekerasan	24
Gambar 3.1 <i>Universal Testing Machine</i>	26
Gambar 3.2 Mikroskop Optik	27
Gambar 3.3 Alat Uji Microhardness Vickers	28
Gambar 3.4 Hook/Pengait	29
Gambar 3.5 Kabel kopling	29
Gambar 3.6 Diagram Alir	30
Gambar 3.7 Bentuk spesimen uji mikro	32
Gambar 4.1 Foto Spesimen Hook	34
Gambar 4.2 Foto Mikro 200 x	34
Gambar 4.3 Pengamatan SEM pada permukaan Patah	35
Gambar 4.4 hasil diagram pengujian kekerasan	36
Gambar 4.5 Tali Kopling pada Mobil	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopling (*Clutch*) adalah suatu bagian yang mutlak diperlukan pada kendaraan di mana penggerak utamanya diperoleh dari hasil pembakaran di dalam *silinder Engine*, Saat melakukan pemindahan daya diperlukan hook dan kabel kopling sebagai penghubungnya. Pada sistem kopling hook dan kabel yang digunakan juga berbeda-beda bahanya tergantung fungsinya, pada hal ini hook kopling yang digunakan pada mobil menggunakan bahan Alumunium paduan. Penulis memilih bahan Aluminium karena memiliki sifat yang paling menonjol yaitu berat jenis yang rendah dan penghantar listrik yang baik, lunak, kekuatan tarik rendah serta tahan terhadap korosi (Dr. Ir. I KT. Suarsana, MT, 2017).

Namun ada beberapa kejadian juga yang menyebabkan hook dan kabel kopling rusak salah satunya disebabkan oleh pengendaranya sendiri dalam memainkan kopling yang mengakibatkan gesekan berlebih dan adanya gesekan pada rumah kabel kopling bagian dalam yang dilakukan secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama tanpa adanya pengecekan secara berkala, kabel juga kering karna tidak diberi pelumas yang menyebabkan beban kopling terasa berat dan dapat membuat kabel putus oleh karena itu penulis ingin melakukan observasi terhadap kerusakan hook dan kabel kopling yang berbahan Alumunium paduan tersebut untuk mendapatkan data yang kemudian dicatat sebagai data pembantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Dan mengungkap masalah utama penyebab kerusakan yang terjadi pada hook dan kabel kopling yang sering terjadi pada mobil, mengatahui cara menganalisa hook kopling mobil tersebut (Surorodin, 2019).

Syarat-syarat yang harus dimiliki kopling adalah:

(1) Harus dapat memutuskan dan menghubungkan putaran mesin ke transmisi dengan halus. Kenyamanan berkendara menuntut terjadinya pemutusan dan penghubungan tenaga mesin berlangsung dengan halus. Halus berarti terjadinya proses pemutusan dan penghubungan adalah secara bertahap dan tanpa hentakan.

(2) Harus dapat memindahkan tenaga mesin dengan tanpa slip jika kopling sudah menghubungkan penuh maka antara fly wheel dan plat kopling tidak boleh terjadi slip sehingga daya dan putaran mesin terpindahkan 100%.

(3) Harus dapat memutuskan hubungan dengan sempurna dan cepat. Pada saat kita

operasionalkan, kopling harus dapat memutuskan daya dan putaran yaitu daya dan putaran harus betul-betul tidak diteruskan, sedangkan pada saat kopling tidak diperasionalkan, kopling harus menghubungkan daya dan putaran 100%. Kerja kopling dalam memutuskan dan menghubungkan daya dan putaran tersebut harus cepat atau tidak banyak membutuhkan waktu.

Kabel kopling terdiri atas kawat sling yang dibungkus selang fleksibel. Komponen ini berfungsi sebagai penghubung antara tuas kopling dengan release fork pada bagian mesin untuk mengatur fungsi kopling sebagai penyalur tenaga. Kabel kopling putus biasanya diakibatkan karat pada bagian selang. Selain itu kabel kopling putus bisa juga karena setelan tidak tepat atau kabel terjepit sehingga membuat kabel kopling tidak bekerja.

Dari uraian di atas maka penulis mencoba melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul “Analisa Kerusakan Hook Dan Kabel Berbahan Alumunium Paduan Pada Kopling Mobil”

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang dapat diketahui bahwa rumusan masalah yang diperoleh dalam tugas akhir sarjana ini adalah bagaimana cara mengetahui masalah-masalah hook kabel kopling yang berbahan Alumunium paduan yang sering terjadi pada mobil, menganalisa Kerusakan hook dan kabel kopling berbahan Alumunium paduan pada mobil.

1.3 Ruang Lingkup

Pada permasalahan ini berfokus pada :

1. Menganalisa kerusakan hook dan kerusakan kabel alumunium paduan pada kopling mobil

2. Mengetahui perbedaan ketahanan dan keuletan hook ori dan hook kw pada kopling mobil.

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari tugas akhir ini adalah mengetahui penyebab kerusakan hook Dan kabel berbahan Aluminium paduan untuk kopling mobil.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisa kerusakan hook dan kabel kopling berbahan Alumunium paduan pada mobil.
2. Mengetahui penyebab kerusakan hook dan kabel kopling berbahan aluminium paduan pada mobil .

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan skripsi tugas akhir ini adalah

1. Dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa yan lain untuk pengembangan penelitian lanjutan.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapat di bangku perkuliahan.
3. Untuk meningkatkan kemampuan akademis penulis dalam mengembangkan dan menerapkan teori-teori dan praktek yang diperole selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Membantu mahasiswa untuk mnegetahui kesusakn pada hook kopling mobil

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Alumunium

Aluminium diambil dari bahasa Latin: alumen, alum. Orang-orang Yunani dan Romawi kuno menggunakan alum sebagai cairan penutup pori-pori dan bahan penajam proses pewarnaan. Pada tahun 1787, Lavoisier menebak bahwa unsur ini adalah Oksida logam yang belum ditemukan. Pada tahun 1761, de Morveau mengajukan namaalumine untuk basa alum. Pada tahun 1827, Wohler disebut sebagai ilmuwan yang berhasil mengisolasi logam ini. Pada tahun 1807, Davy memberikan proposal untuk menamakan logam ini Aluminium, walau pada akhirnya setuju untuk menggantinya dengan Aluminium. Nama yang terakhir ini sama dengan nama banyak unsur lainnya yang berakhir dengan “ium”(Callister, 2007).

Pada tahun 1809 sebagai suatu unsur dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted pada tahun 1825. Secara Industri tahun 1886, Paul Heroul di Prancis dan C. M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisis dari garam yang terfusi. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah pada urutan yang kedua setelah baja dan besi, yang tertinggi diantara logam non ferrous. Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat yang baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya. Material ini sangat banyak dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi, peralatan rumah tangga dan sebagainya (Surdia, T. dan Saito, S., 1992).

Aluminium adalah logam yang terbanyak di dunia. Logam 8 % dari bagian pada kerak bumi. Boleh dikatakan setiap negara mempunyai persediaan bahan yang mengandung aluminium, tetapi proses untuk mendapatkan aluminium dari kebanyakan bahan itu masih belum ekonomis. Aluminium pertama kali dibuat dalam bentuk murni oleh Oersted, pada tahun 1825, yang memanaskan

ammonium klorida NH_4Cl dengan amalgam kalium-raksa (Surdia, T. dan Saito, S., 1992). Tahun 1854, Henri Sainte-Claire Deville membuat aluminium dari natrium-aluminium klorida dengan jalan memanaskan dengan logam natrium. Proses ini beroperasi selama 35 tahun dan logamnya dijual dengan harga \$ 220 per kilogram. Tahun 1886 Charles Hall mulai memproduksi aluminium dengan skala besar seperti sekarang, yaitu melalui elektrolisis alumina di dalam kriolit (Na_3AlF_6) lebur. Pada tahun itu pula, Paul Heroult mendapat hak paten dari Prancis untuk proses serupa dengan proses Hall. Pada tahun 1893, produksi aluminium menurut cara Hall ini sudah sedemikian meningkat, sehingga harganya sudah jatuh menjadi \$ 4,40 per kilogram (Ir. Tata Surdia M.S. Met. E).

Industri ini berkembang dengan baik, berdasarkan suatu pasaran yang sehat dan berkembang atas dasar penelitian mengenai sifat-sifat aluminium dan cara-cara pemakaian yang ekonomis bagi bahan itu (Austin, G.T., 1990).

2.2 Aluminium Paduan

Aluminium merupakan unsur kimia golongan III A dalam sistem periodik unsur, dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol. Di dalam udara bebas aluminium mudah teroksidasi membentuk lapisan tipis oksida (Al_2O_3) yang tahan terhadap korosi. Aluminium juga bersifat amfoter yang mampu bereaksi dengan larutan asam maupun basa. (R, Widodo, 2012).

Aluminium digunakan secara luas dalam dunia modern. Memiliki penampilan berwarna putih keperakan dan menampilkan banyak sifat yang tidak biasa. Aluminium memiliki aplikasi luas dalam domain yang berbeda, seperti transportasi, dekorasi rumah dan *acesories*, bangunan dan konstruksi, dll. Tidak ada logam lain dapat digunakan dalam banyak hal seperti aluminium. Kelemahan aluminium paduan adalah pada ketahanannya terhadap lelah (*fatigue*). Aluminium paduan tidak memiliki batas lelah yang dapat diperkirakan seperti baja, yang berarti *failure* akibat *fatigue* dapat muncul dengan tiba-tiba bahkan pada beban siklik yang kecil. Satu kelemahan yang dimiliki aluminium murni dan paduan adalah sulit memperkirakan secara visual kapan aluminium akan mulai melebur, karena aluminium tidak menunjukkan tanda visual seperti baja yang bercahaya kemerahan sebelum melebur (Kiryanto, 2017).



Gambar 2.1 Aluminium Paduan (Callister, 2007)

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silikon, magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium sebelum tahun 1970. Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur.

Kekuatan bahan paduan aluminium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja, tetapi juga bagaimana proses perlakuannya hingga aluminium siap digunakan, apakah dengan penempaan, perlakuan panas, penyimpanan, dan sebagainya.

2.2.1 Penggunaan Aluminium

a. Penggunaan aluminium untuk transportasi

Sekitar seperempat dari aluminium digunakan dalam transportasi. Kapal induk, kereta api, kapal, perahu, bus, dan kendaraan bermotor lainnya menggunakan aluminium karena kekuatan dan bobotnya. Kerangka, eksterior, kabel, dan sistem listrik di pesawat menggunakan aluminium. Ketahanan terhadap korosi dan kemampuan untuk membentuk paduan dengan logam lain membuatnya sangat efisien untuk secara luas digunakan dalam industri transportasi dan otomotif.

b. Industri Otomotif

Logam ini banyak digunakan dalam mobil. Bagian mobil yang menggunakan Aluminium memiliki sifat termal dan estetika yang baik.

Bagian mobil ini cukup murah. Beberapa bagian mobil, seperti roda, blok mesin, komponen suspensi, kerudung, perumahan transmisi, dan roda spacer bar yang terbuat dari aluminium. Bagian lain, seperti karburator, menangan, beberapa ornamen dan logo, tanda kurung, cermin, adaptor pengisi udara, perumahan alternator, impeller, dan kipas bagian kopling juga melibatkan penggunaannya.

2.2.2 Jenis-Jenis Aluminium

Aluminium dalam murni mempunyai sifat cor yang baik dan ketahanan terhadap korosi, akan tetapi tidak bisa dipakai secara berlebihan dikarenakan adanya sifat mekanis yang kurang baik. Untuk memperbaiki sifat mekanis dari aluminium perlu adanya penambahan unsur paduan lain guna mempertinggi sifat mekanisnya. Berdasarkan klasifikasinya aluminium paduan dibagi dalam tujuh jenis yaitu:

1. Paduan seri (1xxx)

Paduan seri (1xxx) merupakan jenis paduan Al-murni dengan tingkat kemurniannya sekitar 99% hingga 99,9%. Aluminium paduan Al-murni memiliki sifatnya yang baik dan memiliki ketahanan korosi, serta konduksi listrik yang membuat sifatnya mampu terhadap las, akan tetapi ada yang masih kurang cukup baik yaitu dilihat dari segi kekuatannya yang terbilang masih cukup rendah .

2. Paduan seri (2xxx)

Paduan seri (2xxx) merupakan jenis dari paduan Al-Cu yang cukup mampu diperlakukan panas, melalui pengelasan deposisi atau elektroplating untuk sifat mekaniknya. Paduan Al-Cu merupakan jenis paduan yang mempunyai daya hantar korosinya rendah jika dibandingkan dengan jenis paduan lainnya. Paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, dengan melalui tahap pengerasan endapan atau penyepuhan [4]. Paduan ini banyak digunakan dalam konstruksi pesawat terbang dan juga digunakan dalam pembuatan paku keling.

3. Paduan seri (3xxx)

Paduan seri (3xxx) merupakan jenis paduan Al-Mn yang tidak bisa diperlakukan panas sebagai akibatnya menaikkan kekuatannya hanya bisa diusahakan melalui pengerjaan dingin. Paduan ini mempunyai sifat yang seragam dengan jenis

aluminium murni dalam hal ketahanannya terhadap korosi, sedangkan mengenai kekuatannya, jenis paduan AlMn jauh lebih unggul

4. Paduan seri (4xxx)

Paduan seri (4xxx) merupakan jenis paduan Al-Si yang tidak bisa diperlakukan panas, paduan Al-Si pada keadaan cair memiliki sifat sanggup mengalir yang cukup baik dan pada mekanisme pembekuannya nyaris tidak ada terjadinya keretakan. Dikarenakan sifat-sifatnya, maka paduan Al-Si cukup besar dipakai menjadi bahan logam las pada pengelasan paduan aluminium baik cor maupun paduan tempa.

5. Paduan seri (5xxx)

Paduan seri (5xxx) ialah jenis paduan Al-Mg yang tidak bisa diperlakukan panas, namun memiliki karakter yang cukup baik pada daya tahan korosi, terpenting korosi terhadap air laut, dan pada sifat mampu lasnya. Paduan Al-Mg cukup besar dipakai tidak hanya pada konstruksi umum, namun serta dipakai dalam tangki-tangki penyimpanan gas alam cair dan oksigen cair. Paduan Al-Mg memiliki ketahanan korosi dan ringan, dengan seperti itu paduan Al-Mg bisa dipakai dalam pekerjaan konstruksi terpenting untuk wilayah yang berkorosif.

6. Paduan seri (6xxx)

Paduan seri (6xxx) merupakan jenis paduan Al-Mg-Si yang bisa diperlakukan panas serta memiliki sifat sanggup dalam pemotongan. Penambahan unsur Mg yang lebih sedikit pada aluminium membuat pengerasan penuangan sedikit terjadi, melainkan apabila secara simultan mengandung (Si) lalu dapat dikeraskan dengan dilakukannya penuangan panas sehabis perlakuan pelarutan. Hal itu terjadi karena adanya paduan (Mg, Si) yang berfungsi sebagai zat murni yang membuat kesinambungan dalam komposisi biner semu dengan aluminium. Adapun kelemahan dari paduan Al-Mg-Si adalah kekuatannya kurang apabila digunakan untuk bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya. Paduan Al-Mg-Si diperlukan untuk rangka konstruksi

7. Paduan seri (7xxx)

Paduan seri (7xxx) merupakan jenis paduan Al-Zn yang bisa diperlakukan panas, sifat sanggup las dan memiliki kemampuan ketahanannya terhadap korosi kurang cukup baik. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih berdasarkan 504 Mpa,

sebagai akibatnya paduan Al-Zn dinamakan juga ultra duralumin yang tak jarang dipakai buat kerangka pesawat. Berbeda menggunakan kekuatan tariknya, sifat sanggup las dan kemampuan terhadap korosi kurang cukup baik. Jenis paduan Al-Zn-Mg saat ini sudah banyak dipakai pada rancangan las, dikarenakan jenis paduan ini akan lebih baik berdasarkan dalam paduan Al-Zn

2.2.3 Sifat –Sifat Alumunium

Semua sifat-sifat dasar aluminium, tentu saja, dipengaruhi oleh efek dari berbagai elemen aluminium paduan. Unsur-unsur paduan utama dalam pengecoran aluminium paduan dasar adalah tembaga, silikon, magnesium, seng, kromium, mangan, timah dan titanium. Aluminium dasar paduan mungkin secara umum akan ditandai sebagai sistem eutektik, mengandung bahan intermetalik atau unsur-unsur sebagai fase berlebih. Komposisi unsur paduan alumunium akan menaikkan dan meningkatkan sifat mekanik bahan paduan hasil pengecoran industri kecil. Tingkat penyebaran unsur yang lebih merata juga menyebabkan keseragaman dan kekerasan permukaan akan lebih baik (Aris, 2014).

Teknik untuk meningkatkan sifat mekanis (mechanical properties) material sekrap aluminium dilakukan dengan metode perlakuan logam cair (solution treatment) dengan cara degassing dengan alat rotary degasser yaitu metoda yang digunakan untuk mengeluarkan gas H₂ yang terjadi pada saat aluminium dilebur(Aris, 2011).

Memungkin juga perlakuan panas solution heat treatment 5050C pada pembentukan material Aluminium dapat meningkatkan kekerasan (Fuad,2010). Dalam pembuatan material yang berbahan limbah Aluminium seperti prototipe piston dengan penambahan silikon karbida (SiC) dan magesium menggunakan metode stir casting dan squeeze casting(Radimin, 2014)

Aluminium telah menjadi salah satu logam industri yang paling luas penggunaannya di dunia. Aluminium banyak digunakan di dalam semua sektor utama industri seperti angkutan, konstruksi, listrik, peti kemas dan kemasan, alat rumah tangga serta peralatan mekanis. Adapun sifat-sifat aluminium antara lain sebagai berikut:

1. Ringan

Memiliki bobot sekitar 1/3 dari bobot besi dan baja, atau tembaga dan banyak digunakan dalam industri transportasi seperti angkutan udara.

2. Tahan terhadap korosi

Sifatnya durabel sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, suhu dan unsur-unsur kimia lainnya, baik di ruang angkasa atau bahkan sampai ke dasar laut

3. Kuat

Aluminium memiliki sifat yang kuat terutama bila dipadu dengan logam lain. Digunakan untuk pembuatan komponen yang memerlukan kekuatan tinggi seperti: pesawat terbang, kapal laut, bejana tekan, kendaraan dan lain-lain.

4. Mudah dibentuk

Proses pengerjaan aluminium mudah dibentuk karena dapat disambung dengan logam/material lainnya dengan pengelasan, brazing, solder, adhesive bonding, sambungan mekanis, atau dengan teknik penyambungan lainnya.

5. Konduktor panas

Sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada mesin-mesin/alat-alat pemindah panas sehingga dapat memberikan penghematan energi.

6. Memiliki ketangguhan yang baik

Dalam keadaan dingin dan tidak seperti logam lainnya yang menjadi getas bila didinginkan. Sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada transportasi LNG dimana suhu gas cair LNG mencapai dibawah -150°C .

7. Mampu diproses ulang

Mendaur ulang kembali melalui proses peleburan dan selanjutnya dibentuk menjadi produk seperti yang diinginkan. Proses ulang-guna ini dapat menghemat energi, modal dan bahan baku yang berharga.

1) Dapat diproses ulang.

2) Menarik.

2.3. Kopling

Kopling (*Clutch*) adalah suatu bagian yang mutlak diperlukan pada kendaraan di mana penggerak utamanya diperoleh dari hasil pembakaran di dalam

silinder Engine, Saat melakukan pemindahan daya diperlukan hook dan kabel kopling sebagai penghubungnya. Pada sistem kopling hook dan kabel yang digunakan juga berbeda-beda bahanya tergantung fungsinya, pada hal ini hook kopling yang digunakan pada mobil menggunakan bahan Alumunium paduan. Penulis memilih bahan Aluminium karena memiliki sifat yang paling menonjol yaitu berat jenis yang rendah dan penghantar listrik yang baik, lunak, kekuatan tarik rendah serta tahan terhadap korosi (Dr. Ir. I KT. Suarsana, MT, 2017).

Kopling merupakan bagian utama yang sangat penting pada suatu kendaraan untuk memindahkan daya engine ke transmisi secara perlahan-lahan agar tidak terjadi hentakan atau getaran pada saat pemindahan gigi ke transmisi, sehingga gerak awal jalannya kendaraan dapat berlangsung dengan lembut dan nyaman. Bisa di bayangkan ketika ingin memindahkan gigi kendaraan, kemudian terjadi selip atau gigi pada transmisi sudah masuk. Hal ini akan menimbulkan kerusakan pada transmisi dan dapat membahayakan pengendara karena akan berhenti secara tiba tiba, ini terjadi suatu gejala yang tidak normal pada kopling, maka keamanan kendaraan pada saat di kemudikan akan terganggu. Oleh karena itu, perawatan dan perbaikan harus dilakukan secara berkala untuk mendapatkan kondisi mobil yang prima sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan



Gambar 2.2. Kopling Tetap Dan Kopling Tidak Tetap (Izza, 2015)

2.3.1 jenis-Jenis Kopling

Dalam keperluan industri, kopling mempunyai fungsi sebagai berikut ini:

1. Menyambungkan poros dari dua mesin produksi yang terpisah, misalnya, sebuah motor dan sebuah generator.
2. Memungkinkan melepas poros untuk pemeliharaan, perbaikan, atau penggantian suku cadang.
3. Menyambungkan bagian penggerak (*driver*) dengan bagian yang

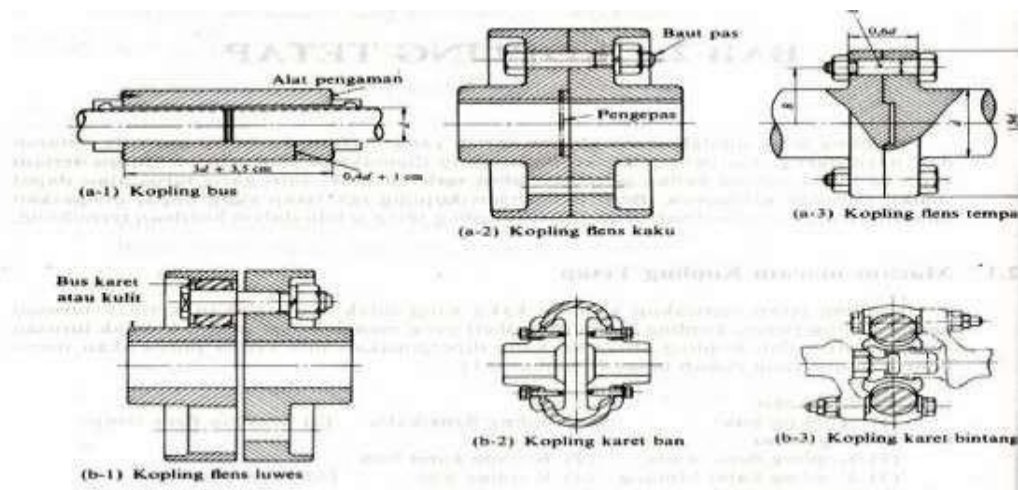
digerakkan (*driven*).

2.3.2 Jenis-jenis Kopling

Secara umum kopling dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. Kopling Tetap

Kopling tetap adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan secara pasti tanpa terjadi slip, dimana sumbu kedua poros tersebut terletak pada satu garis lurus atau dapat sedikit berbeda sumbunya. Berbeda dengan kopling tak tetap yang dapat dilepaskan dan dihubungkan bila diperlukan, maka kopling tetap selalu dalam keadaan terhubung. (Sularso, 2004). Kopling tetap mencakup, kopling kaku yang harus lurus kedua porosnya, kopling luwes (fleksibel) yang boleh kedua sumbu poros tidak lurus, dan kopling universal dipergunakan bila kedua poros membentuk sudut cukup besar.



Gambar 2. 3 macam-macam kopling tetap Sumber : (Sularso, 2004)

Jenis jenis kopling tetap dikelompokan berdasarkan Gambar 2.2 yaitu :

1) Kopling kaku

Kopling Bus , Kopling Flens Kaku, dan Kopling Tempa.

2) Kopling Luwes

Kopling Flens luwes, Kopling Karet Ban, Kopling Karet Bintang,
Kopling Gigi, dan Kopling Rantai.

3) Kopling Universal

Kopling Universal Hok, dan Kopling Universal Kecepatan Tetap.

Dalam perencanaan suatu kopling tetap perlu adanya hal-hal yang menjadi pertimbangan yaitu :

- Pemasangan mudah dan cepat.
- Ringkas dan ringan.
- Aman pada putaran tinggi, getaran, dan tumbukan kecil.
- Sedikit bagian yang menonjol.
- Terdapat sedikit gerakan aksial.

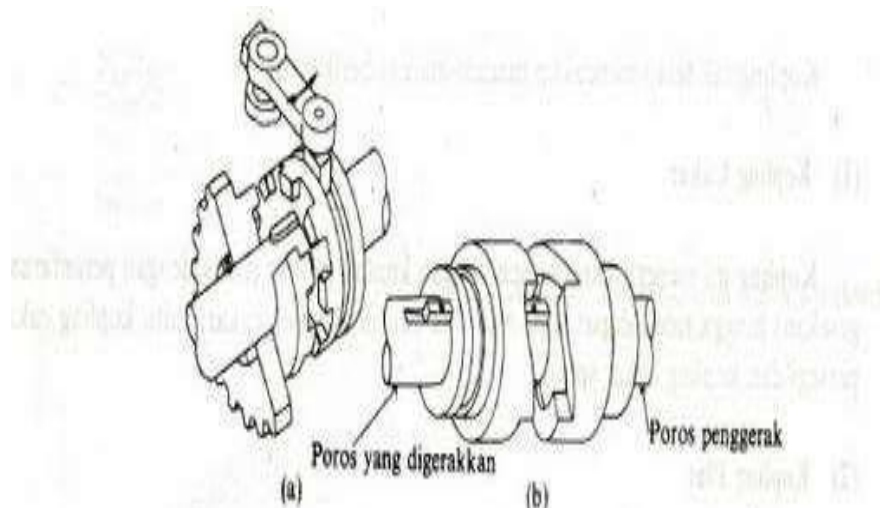
2. Kopling Tidak Tetap

Kopling tidak tetap adalah elemen mesin yang menghubungkan poros penggerak dengan poros yang digerakkan, dengan meneruskan putaran dan daya yang sama, serta dapat melepaskan kedua poros tersebut baik dalam keadaan diam maupun berputar (Sularso, 2004).

Jenis-jenis yang termasuk kopling tidak tetap yaitu :

1) Kopling Cakar

Kopling ini meneruskan momen dengan kental positif (tidak dengan perantara gesekan) sehingga tidak akan slip. Ada dua bentuk kopling cakar yaitu kopling cakar persegi dan kopling cakar spiral.

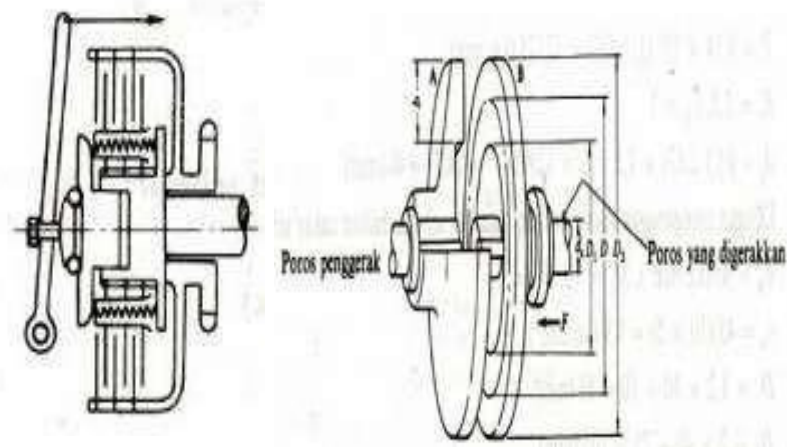


Gambar 2. 4 Kopling Cakar Sumber : (Sularso, 2004)

2) Kopling Plat

Kopling ini meneruskan momen dengan perantara gesekan. Dengan demikian pembebanan yang berlebihan pada poros penggerak pada waktu terhubung dapat dihindari. Selain itu, karena dapat terjadi slip, maka kopling ini sekaligus juga dapat berfungsi sebagai pembatas momen.

Menurut jumlah platnya, kopling ini dapat dibagi atas kopling plat tunggal, dan kopling plat banyak. Menurut cara pelayanannya dapat dibagi atas cara manual, cara hidrolis, dan cara maknetik.



Gambar 2. 5 Kopling Plat Sumber : (Sularso, 2004)

3) Kopling Kerucut

Kopling ini menggunakan bidang gesek yang berbentuk bidang kerucut seperti pada Gambar 2.5. Kopling kerucut adalah kopling gesek dengan konstruksi sederhana dan mempunyai keuntungan dimana dengan keuntungan aksial yang kecil dapat ditransmisikan momen yang besar.



Gambar 2. 6 Kopling Kerucut Sumber : (Sularso, 2004)

4) Kopling *Friwil*

Kopling ini hanya dapat meneruskan momen dalam satu arah putaran, sehingga putaran yang berlawanan arahnya akan dicegah atau tidak diteruskan. Cara kerjanya dapat berdasarkan atas efek baji dari bola atau rol.

2.4 Sistem Transmisi Dan Komponen Utama Transmisi

Sistem transmisi adalah salah satu komponen utama yang mempengaruhi daya dan konsumsi bahan bakar kendaraan. Kinerja transmisi juga berhubungan dengan efisiensi gigi, membutuhkan bahan bakar fosil sebagai sumber tenaga mesin (Emir Ridwan, 2018). Transmisi merupakan suatu komponen dari suatu mesin yang terdiri dari rumah untuk roda gigi. Komponen ini harus memiliki konstruksi yang tepat agar dapat menempatkan poros-poros roda gigi pada sumbu yang benar sehingga roda gigi dapat berputar dengan baik dengan sedikit mungkin gesekan yang terjadi (Bustami Ibrahim, 2018).

2.4.1 Komponen-Komponen Utama Sistem Transmisi

Berikut ini merupakan bagian dari komponen pada transmisi sebagai berikut :

1. *Input Shaft* (Poros *Input*)

Input shaft adalah komponen yang menerima momen *output* dari unit kopling, poros *input* juga berfungsi untuk meneruskan putaran dari *clutch kopling* ke *main shaft* (poros utama), sehingga putaran bisa diteruskan ke *gear*. *Input shaft* juga sebagai poros dudukan *bearing* dan *piston ring*, selain itu berfungsi juga sebagai saluran oli untuk melumasi bagian dari pada *input shaft* tersebut.



Gambar 2.7 *Input Shaft* (Enzahid, 2017)

2. *Main Shaft* (Poros Utama)

Main shaft yang berfungsi sebagai tempat dudukan *gear sinchromest*, *bearing*, dan komponen komponen lain nya. *Main shaft* juga berfungsi sebagai poros penerus putaran dari input shaft sehingga putaran dapat di teruskan ke *spindel*, *main shaft* juga berfungsi sebagai saluran tempat jalan nya oli.



Gambar. 2.8 *Main Shaft* (Shifnician, 2007)

3. *Gear Shaft Housing* (Rumah Lever Pemindah RPM)

Gear shaft housing adalah *housing* dari pada *lever* pemindah gigi yang berfungsi untuk mengatur ketepatan pemindahan gigi, apabila gigi sudah di pindahkan maka terkunci maka lever tidak bisa berpindah sendiri pada saat *spindel* sedang berputar.



Gambar. 2.9 *Gear Shaft Housing* (Shifnician, 2007)

4. Transmisi *Gear* (Roda Gigi Transmisi)

Transmisi *gear* atau roda gigi transmisi berfungsi untuk mengubah *input* dari motor mejadi *output* gaya torsi yang meninggal ka
n transmisi sesuai dengan kebutuhan mesin.



Gambar. 2.10 Transmisi *Gear* (*Steelengineerings*, 2017)

5. *Sun Gear* (Gigi Matahari)

Sun gear berfungsi untuk meneruskan putaran ke *planetary gear section*. *Sun gear* berhubungan langsung dengan *gear* yang ada pada unit *planetary* yang berfungsi sebagai penerus putaran, momen dari tranmisi.



Gambar. 2.11 *Sun Gear* (*Anzahid*, 2014)

6. *O-Ring*

O-Ring berfungsi sebagai penyekat agar tidak terjadi kebocoran pada sistem pelumasan, dan juga sebagai pengencang *input shaft* agar *input shaft* tidak renggang pada saat unit berjalan.



Gambar. 2.12 *O-Ring* (Anzahid, 2014)

7. *Bearing*

Bearing berfungsi untuk menjaga kerenggangan dari pada *shaft* (poros), agar pada saat unit mulai bekerja komponen yang ada di dalam transmisi tidak terjadi kejutan, sehingga transmisi bisa bekerja dengan *smooth* (halus).



Gambar. 2.13 *Bearing* (Anzahid, 2014)

8. *Clutch housing*

Clutch housing adalah rumah dari *clutch kopling* yang berfungsi sebagai pelindung *clutch kopling*, *clutch housing* juga berfungsi sebagai tempat dudukan dari pada *oil pump* dan *input shaft*.



Gambar. 2.14 *Clutch Housing* (Alibaba, 2014)

9. Kabel

Kabel merupakan salah satu komponen utama dalam sistem kopling yang menjadi penghubung antara tuas kopling manual dengan prangkat yang bekerja didalam bak kopling (Wijaya, 2018).



Gambar. 2.15 Kabel Kopling (Wikipedia, 2011)

10. Hook/Pengait

Hook atau pengait merupakan pengait yang menghubungkan antara kabel kopling dengan bak transmisi yang mana hook memiliki kekuatan dan tahan terhadap korosi karena terbuat dari bahan aluminium paduan (Suarsana, 2020).

11. Pedal

Pedal merupakan komponen input yang nantinya menjadi pengendali kopling. Cara kerjanya hampir sama dengan pengungkit, dibagian pangkal pedal terdapat engsel yang terhubung langsung dengan *push rod*, komponen inilah yang menghubungkan pedal dengan master silinder (Agil, 2020).

2.5 Analisa Kerusakan

Untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada hook dan kabel kopling mobil yang pertama harus dilakukan adalah dengan cara melakukan pengecekan berkala pada kabel kopling akibat gesekan dengan rumah kabel kopling yang dapat mengakibatkan putus, serta mengecek hook atau pengait yang terbuat dari Aluminium paduan yang sering menerima beban tarik dan gesek (Widiyatmoko, 2019).

2.6 Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat sifat mekanis suatu logam dan paduannya. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian-pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinyu dan perlahan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Kemudian dapat dihasilkan tegangan dan regangan. Diantaranya yang bisa didapat dari pengujian tarik ini adalah Kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strenght*), Kekuatan mulur (*Yield Strenght or Yield Point*), Elongasi (*Elongation*), Elastisitas (*Elasticity*) dan Pengurangan luas penampang (*Reduction of Area*) (Haris Budiman, 2016).

Dimana :

σ_u = Tegangan tarik maksimal (MPa)

P_u = Beban tarik (kN)

A_0 = Luasan awal penampang (mm^2)

Regangan yang dipergunakan pada kurva diperoleh dengan cara membagi perpanjangan panjang ukur dengan panjang awal persamaanya yaitu:

Dimana:

ε = Regangan (%)

L_0 = Panjang awal (mm)

L_l = Panjang akhir (mm)

Pembebanan tarik dilaksanakan dengan mesin pengujian tarik yang selama pengujian akan mencatat setiap kondisi bahan sampai terjadinya tegangan ultimate, juga sekaligus akan menggambarkan diagram tarik benda uji, adapun panjang L_l akan diketahui setelah benda uji patah dengan menggunakan pengukuran secara normal tegangan ultimate adalah tegangan tertinggi yang bekerja pada luas penampang semula (Haris Budiman, 2016).

2.7 Pengamatan Struktur Mikro

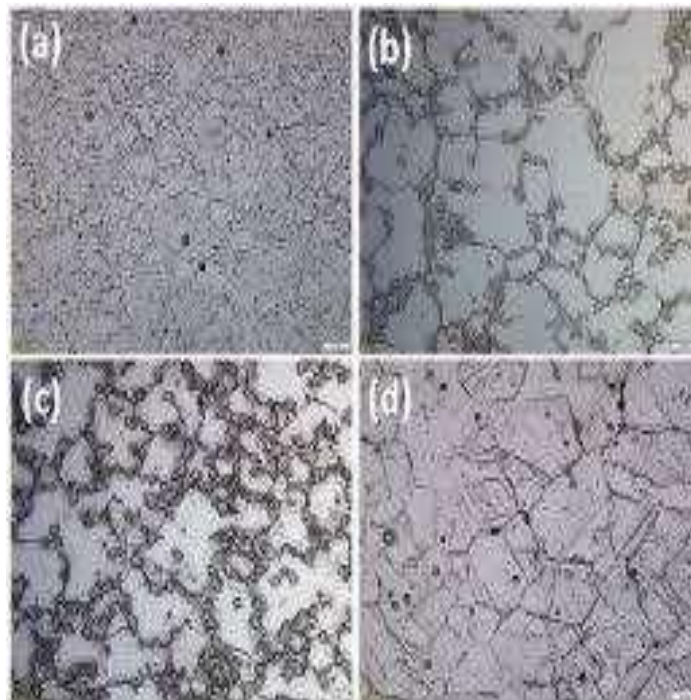
Struktur Mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaanya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat Mikroskop Optik.



Gambar. 2.16 Mikroskop Optik (Kristina Purwanti, 2009)

Analisa Struktur Mikro bertujuan untuk mengetahui batas butir dengan pengetesan menggunakan etsa yang dipilih, proses terbentuknya batas butir dan ukuran butir tidak bisa dilihat tanpa proses pengetesan (Anwar Budianto, dkk, 2009).

Struktur mikro merupakan struktur yang dapat diamati dibawah mikroskop optik. Meskipun dapat pula diartikan sebagai hasil dari pengamatan menggunakan scanning electron microscope (SEM). Mikroskop optik dapat memperbesar struktur hingga 1500 kali. Untuk dapat mengamati struktur mikro sebuah material oleh mikroskop optik, maka harus dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut : ➤ Melakukan pemolesan secara bertahap hingga lebih halus dari 0,5 mikron. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan ampelas secara bertahap dimulai dengan grid yang kecil (100) hingga grid yang besar (2000). Dilanjutkan dengan pemolesan oleh mesin poles dibantu dengan larutan pemoles. ➤ Etsa dilakukan setelah memperluas struktur mikro. Etsa adalah membilas atau mencelupkan permukaan material yang akan diamati kedalam sebuah larutan kimia yang dibuat sesuai kandungan paduan logamnya. Hal ini dilakukan untuk memunculkan fasa-fasa yang ada dalam struktur mikro. Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui kondisi mikro suatu logam. Pengamatan ini biasanya melibatkan batas butir dan fasa-fasa yang ada dalam logam atau paduan tersebut. Berikut beberapa hasil pengujian strktur mikro. Seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.17 Contoh Hasil Pengujian Mikrostruktur (Irwana, 2008)

2.8 Pengujian Kekerasan *Vickers*

Uji kekerasan digunakan untuk mengetahui kemampuan material terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap, pengujian kekerasan juga bertujuan untuk mengetahui angka kekerasan atau tingkat kekerasan logam tersebut (I Wade Gede Ary Subagia, ST.,MT.,Ph.D, 2015).

Salah satu metode yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah metode *Vickers*, Metode *Vickers* merupakan penekanan oleh suatu gaya tekan tertentu oleh sebuah indenter berupa *pyramid diamond* terbalik dengan sudut puncak 136° ke permukaan logam yang akan diuji kekerasannya, dimana permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih.

Setelah gaya tekan secara statis ini kemudian ditiadakan dan *pyramid diamond* dikeluarkan dari bekas yang terjadi, maka diagonal segi empat bekas teratas diukur secara teliti, yang digunakan sebagai kekerasan logam yang akan diuji. Permukaan tekan merupakan segi empat karena *pyramid* merupakan piramida sama sisi. Nilai kekerasan yang diperoleh disebut sebagai kekerasan *Vickers*, yang biasa disingkat dengan HV atau VHN (*Vickers Hardness Number*) (I Wade Gede Ary Subagia, ST.,MT.,Ph.D, 2015). Untuk memperoleh nilai kekerasan *Vickers*, maka hasil penekanan yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus berikut :

Dengan :

d = Diagonal rata-rata (mm)

p = Beban (kg)

θ = Sudut puncak = 136°

Hal terpenting yang harus dipelajari dalam pengujian *Vickers* adalah bagaimana menggunakan alat uji kekerasan *Vickers* dalam hal memasang indenter *pyramid diamond*, meletakkan *specimen* di tempatnya, menyetel beban yang akan dipakai, melihat dan mengukur diagonal persegi empat teratas dari bekas yang terjadi seteliti mungkin (I Wade Gede Ary Subagia, ST.,MT.,Ph.D, 2015).



Gambar. 2.18 Pengujian Kekerasan (Kristina Purwanti, 2009)

BAB III METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Pembuatan

3.1.1 Tempat Pengujian

Pengujian Tugas Akhir berjudul Analisa Kerusakan Hook dan Kabel Berbahan Aluminium Paduan Untuk Kopling Mobil dilaksanakan dilaboratorium Politeknik Medan (POLMED) dan Universitas Sumatera Utara (USU) .

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal disah kannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan di kerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai di nyatakan selesai.

Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian.

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi Literatur						
3	Penyusunan proposal						
4	Mempersiapkan alat						
5	Seminar proposal						
6	Pengujian pada benda spesimen						
7	Analisa data penyelesaian						
8	Penulisan tugas akhir						
9	Seminar hasil dan sarjana						

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

1. *Tensile Test* (Uji Tarik)

Merupakan alat yang digunakan untuk menguji suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah.



Gambar. 3.1 *Universal Testing Machine* (Callister, 1992)

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian material yang paling banyak dilakukan di dunia industri. Karena pengujian ini terbilang yang paling mudah dan banyak data yang bias diambil dari pengujian ini. Diantaranya yang bisa didapat dari pengujian tarik ini adalah Kekuatan tarik (Ultimate Tensile Strength), Kekuatan mulur (Yield Strength or Yield Point), Elongasi (Elongation), Elastisitas (Elasticity) dan Pengurangan luas penampang (Reduction of Area).

2. Pengujian Struktur Mikro

Struktur Mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaanya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat Mikroskop Optik.



Gambar. 3.2 Mikroskop Optik (Kristina Purwanti, 2009)

maka perlu dilakukan penelitian bagaimana sifat mekanik dan struktur mikro baja paduan rendah (tooth bucket) yang dilakukan heat treatment dengan variasi suhu pemanasan dengan media pendingin. Namun, beberapa temuan penelitian bahwa dengan pendinginan air dapat meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan dan kekerasan, tetapi mudah retak dan patah [19], [21]–[24]. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suhu optimal pada proses hardening dengan media oli pada material baja paduan rendah yang digunakan sebagai alternatif untuk media pendingin karena laju pendinginan lebih lambat dibandingkan dengan media air.

3. Uji *Vickers*

Uji *Vickers* merupakan penekanan oleh suatu gaya tekan tertentu oleh sebuah indenter berupa *pyramid diamond* terbalik dengan sudut puncak 136° ke permukaan logam yang akan diuji kekerasannya, dimana permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih (I Wade Gede Ary Subagia, ST.,MT.,Ph.D, 2015).



Gambar 3.3 Alat Uji Microhardness Vickers (Jurnal Tekno Mesin/Volume 5 Nomor 1, Oktober 2018)

Salah satu metode yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah metode *Vickers*, Metode *Vickers* merupakan penekanan oleh suatu gaya tekan tertentu oleh sebuah indentor berupa *pyramid diamond* terbalik dengan sudut puncak 136° ke permukaan logam yang akan diuji kekerasannya, dimana permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih.

Setelah gaya tekan secara statis ini kemudian ditiadakan dan *pyramid diamond* dikeluarkan dari bekas yang terjadi, maka diagonal segi empat bekas teratas diukur secara teliti, yang digunakan sebagai kekerasan logam yang akan diuji. Permukaan tekan merupakan segi empat karena *pyramid*.

3.2.2 Bahan Yang Digunakan

1 Hook/Pengait

Hook atau pengait merupakan pengait yang menghubungkan antara kabel kopleng dengan bak transmisi yang mana hook memiliki kekuatan dan tahan terhadap korosi karena terbuat dari bahan aluminium paduan (Suarsana, 2020).



Gambar 3.4 Hook/Pengait

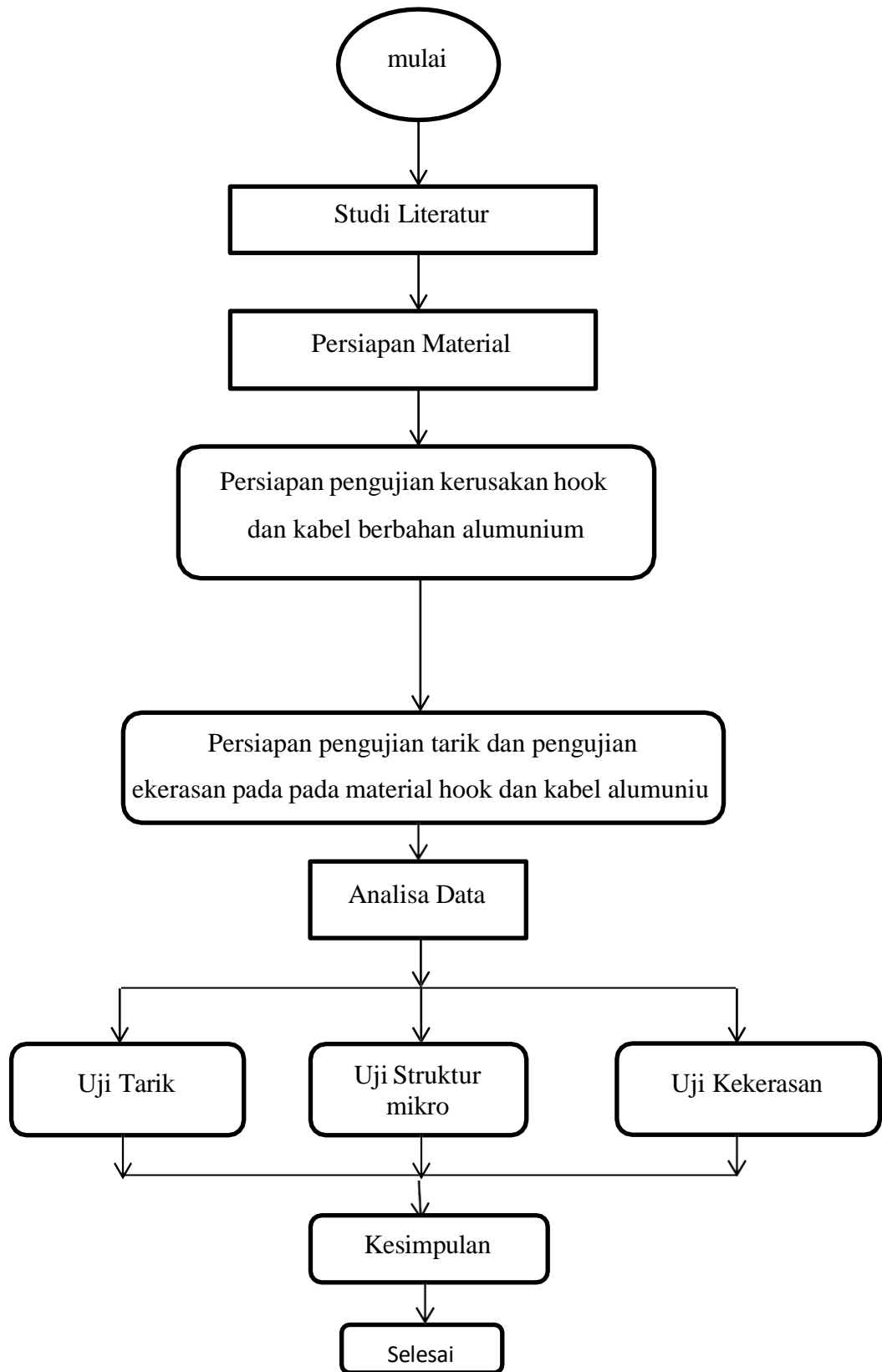
2. Kabel

Kabel merupakan salah satu komponen utama dalam sistem kopling yang menjadi penghubung antara tuas kopling manual dengan prangkat yang bekerja didalam bak kopling (Wijaya, 2018).



Gambar 3.5 Kabel kopling

3.3. Diagram Alir



Gambar 3.6 Diagram Alir

3.4 Prosedur- Prosedur Pengujian

3.4.1 Prosedur Pengujian Tarik

Pengujian tarik didasarkan pada “*Standart Methods Of Tension Testing Of Metallie Materials*” dari ASTM Designation E8-69, “*Annul Book Of ASTM Standart*” America Society for Testing And Materials. pada pengujian ini yang diamati secara terus menerus adalah perkembangan beban dan penambahan panjang dari benda uji (I Wade Gede Ary Subagia, ST.,MT.,Ph.D, 2015).

Langkah Kerja :

1. Melakukan pengukuran – pengukuran pada benda uji. Mengukur panjang, dan diameter.
2. Benda uji dipasang pada mesin pengujian.
3. Memasukkan data benda uji pada computer testing machine.
4. Setelah semua data benda uji telah dicatat lengkap, computer secara otomatis akan mengkalkulasikan data yang ada. Barulah pengujian dapat dilaksanakan.
5. Mesin dijalankan dengan menekan tombol start pada mesin.
6. Mesin secara otomatis bergerak vertikal menarik benda uji sampai benda uji patah, secara bersamaan komputer secara otomatis mencatat data hasil pengujian.
7. Data hasil pengujian dapat dilihat pada komputer testing machine. Hasil olahan data dari komputer di print.
8. Percobaan selesai.

3.4.2 Pengujian Kekerasan

Kekerasan digunakan untuk mengetahui kemampuan material terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap, pengujian kekerasan juga bertujuan untuk mengetahui angka kekerasan atau tingkat kekerasan logam tersebut (I Wade Gede Ary Subagia, ST.,MT.,Ph.D, 2015).

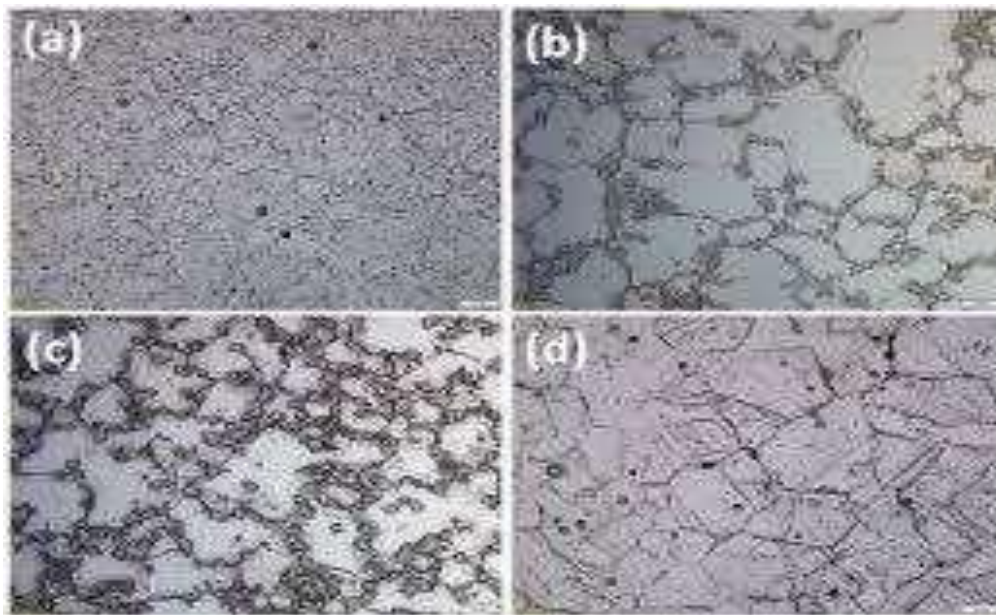
Langkah kerja :

1. Lakukan *treatment* pada specimen sesuai spesifikasi yang diberikan untuk diuji (pemanasan, holding time, pendinginan)
2. Haluskan salah satu sisi dengan diamplas dan dipolish.
3. Periksa beban, diameter bila baja dan pengukur waktu.

4. Lakukan pembebanan pada permukaan sebanyak lima kali.
5. Pindahkan specimen ke mikroskop lalu ukur diameternya masing-masing.

3.4.3 Pengujian mikrostruktur Langkah–langkah pengujian mikrostruktur adalah:

1. Mengamplas specimen uji menggunakan amplas 1200 sampai 2000
2. Melakukan polishing
3. Melakukan etching menggunakan Larutan HCL 99% dengan 3 tetesan
4. Melakukan observasi menggunakan mikroskop optik
5. Melakukan pengambilan gambar 6. Mendapatkan gambar struktur mikro



Gambar 3.7. Bentuk specimen uji mikro AWS D1.1:2015

3.5 Teknik Analisis Data

Analisis data yang diperoleh dari pengujian Kerusakan Hook dan Kabel Berbahan Alumunium Paduan Untuk Kopling Mobil selanjutnya dilakukan pemaparan data untuk analisis pada grafik hasil penelitian. Data hasil pemaparan didapatkan untuk mengetahui pengaruh kerusakan pada hook dan kebel yang berbahan alumunium paduan terhadap ketahanan dan kekuatan tarik.

3.6. Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode perolehan data yang dilakukan dengan cara studi berdasarkan beberapa bahan referensi yang dibutuhkan, antara lain dengan membaca dan mempelajari buku, jurnal dan sumber lain mengenai celah katup dan konsumsi bahan bakar spesifik

2. Studi Laboratorium

Merupakan sebuah metode perolehan data dengan mencari data langsung dari percobaan-percobaan yang dilakukan, yang nantinya data tersebut diolah untuk dianalisis pengaruhnya terhadap kekuatan kekerasan, kekuatan tarik dan kekuatan Mikrostruktur.

BAB IV ANALISA DATA

4.1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro

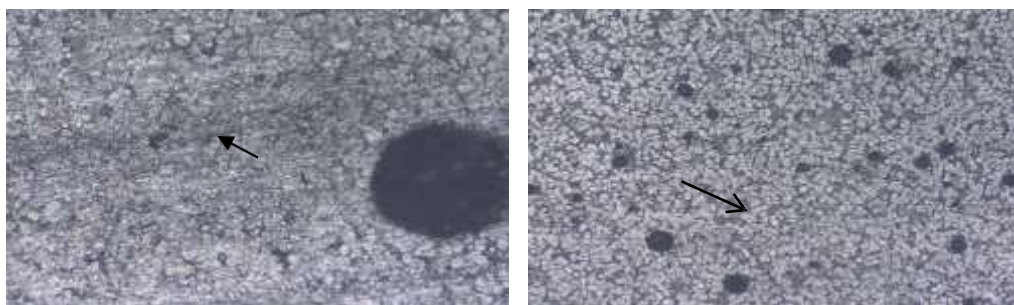
Hasil pengujian yang diperoleh di lab politeknik negeri medan didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.1 Foto Spesimen Hook Ori/Pengait Asli (a) dan Hook Kw/Pengait Palsu (b)

Gambar 4.15 Spesimen Pengujian Struktur Mikro Hook Ori/Pengait Asli Dan Hook Kw/Pengait Palsu Struktur mikro merupakan bentuk susunan yang terbentuk pada Alumunium paduan dan ukurannya sangat kecil serta tidak beraturan. Memiliki bentuk yang berbeda-beda tergantung pada unsur dan proses yang dialami pada saat pembentukannya.

Struktur mikro pada Alumunium dapat dilihat menggunakan mikroskop. Dimana pembesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler, lensa obyektif yang dipakai 20x, dan lensa okuler 20x sehingga pembesaran 200x . adapun bahan pengujian yang digunakan Alumunium paduan (Al-Si), bagian yang diuji sebagai berikut

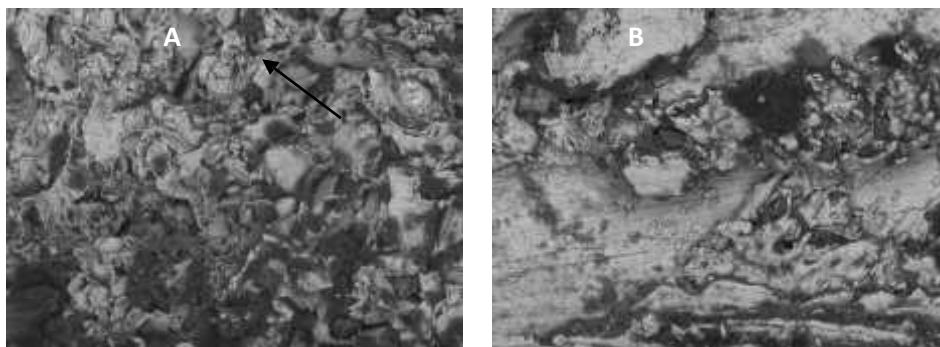


Gambar 4.2 Foto Mikro 200 x (a) Kw dan (b) Ori

Gambar 4.2 Pada pengujian mikro struktur yang telah saya lakukan di lab kampus politeknik negeri medan, untuk hasil penelitian Hook Ori terlihat persebaran butir lebih kecil dan merata dibandingkan dengan Hook Kw yang hanya terlihat sedikit persebaran butiran kecilnya .

Hasil jurnal yang saya baca dengan penelitian saya, saya pahami bahwasanya untuk Hook Ori menggunakan Cetakan logam, terlihat jelas pada gambar untuk Hook Ori lebih memiliki butir kecil dan merata sedangkan untuk Hook Kw menggunakan Cetakan Castable yang hanya terlihat sedikit persebaran butirannya . (Suherman. 2018)

4.2. Pengamatan SEM



Gambar 4.3 Pengamatan SEM pada permukaan Patah, a) Hook Transmisi Berbahan Aluminium KW , b) Hook Transmisi Berbahan Aluminium ORI

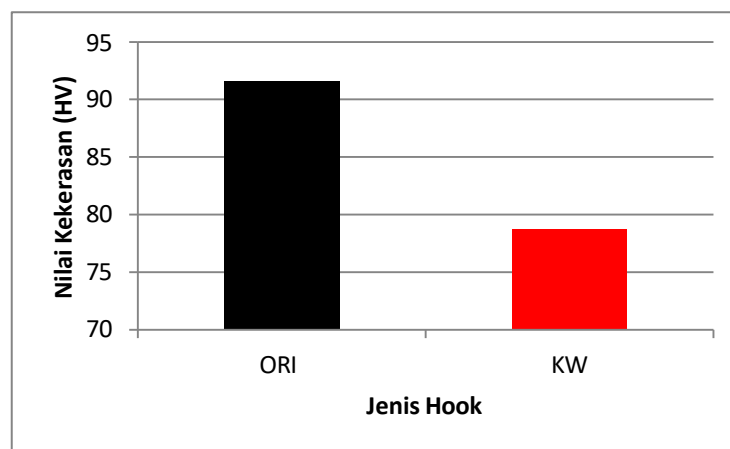
Gambar 4.2.1 menunjukkan permukaan patah Pada Hook Transmisi Berbahan Aluminium Kw dan Ori pada pembesaran 1000x. pada Hook Kopling KW terlihat lebih ulet dan tahan akan beban tarik, dikarenakan lebih banyak rongga berukuran kecil pada patahannya, sangat berbeda dengan Hook Kopling ORI terlihat hanya ada sedikit rongga.

Hasil jurnal yang saya baca dengan penelitian saya, saya pahami bahwasanya untuk Hasil cor cetakan castable (Hook Kw) memiliki sifat keuletan paling tinggi dibandingkan dengan cor logam. Seperti dengan nilai kekerasan, nilai impact suatu material juga dipengaruhi oleh besar butir dan persebaran butirnya. Hasil cor yang memiliki nilai kekerasan yang tinggi akan bersifat getas,

dan sebaliknya, material yang memiliki nilai kekerasan rendah, maka sifat material tersebut ulet.

4.3. Pengujian Kekerasan Vickers (VHN)

Dari gambar 4.3.1 terlihat jelas bahwa kekerasan Hook Ori/Pengait Asli lebih tinggi dari pada Hook Kw/Pengait Palsu, bisa kita lihat perbedaan kekerasannya sangat signifikan, kekerasan pada Hook ORI mencapai 91,6 HV sedangkan yang Hook Kw hanya 78,7 HV jadi sudah jelas kekerasan pada Hook Ori lebih baik dibandingkan dengan Hook Kw .



Gambar 4.4 hasil diagram pengujian kekerasan

Kaitan antara pengujian SEM dan kekerasan Vickers (VHN), pada pengujian SEM Hook Kw lebih memiliki rongga rongga kecil pada patahannya dari pada Hook Ori dan itu yang membuat Hook Kw menjadi lebih ulet dan lebih tahan akan daya tarik, namun kekerasannya lebih rendah jika dibandingkan dengan yang Hook ORI, sedangkan jika kita bandingkan dengan pengujian kekerasan Vickers (VHN) Nilai Hook Ori lebih tinggi dibandingkan dengan nilai Hook Kw. Hal ini yang akan membuat Hook Ori lebih mudah patah karna keuletannya yang rendah jika ditarik tetapi Hook mempunyai daya tahan beban tarik yang jauh lebih kuat .

Hasil jurnal yang saya baca dengan penelitian saya, saya pahami bahwasanya pada Cetakan logam (Hook Ori) lebih tinggi dibandingkan nilai kekerasan Cetakan castable (Hook Kw),perbedaan ini berhubungan dengan besaran butir . butir paling kecil dan persebarannya merata akan memiliki nilai kekerasan yang tinggi, sedangkan butir yang tumbuh tidak merata dan besar akan

memiliki nilai kekerasan yang rendah.

4.4 Pengujian Tarik



Gambar 4.5 Tali Kopling pada Mobil

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan dan menganalisa tegangan maksimum material pada suatu spesimen benda uji berupa gaya tarik, tegangan, tegangan, dan kurva uji tarik dari hasil pengujian tarik pada spesimen baja. Batasan dari penelitian ini yaitu Pengujian dilakukan pada spesimen Baja ST-37 dan analisis hasil pengujian yang didapat dengan menggunakan alat ukur Load Cell.

Salah satu hal yang bisa menyebabkan kegagalan pada elemen sebuah konstruksi mesin adalah beban yang bekerja pada elemen mesin besarnya melebihi kekuatan material. Kekuatan merupakan sifat yang dimiliki oleh setiap material. Kekuatan pada material dibagi menjadi dua bagian yaitu kekuatan tarik dan kekuatan mulur. Kekuatan material bias diperoleh dari sebuah pengujian yang dikenalm dengan nama uji tarik. Dari pengujian itu selain diperoleh specimen kerja yang putus karena proses penarikan, juga dihasilkan sebuah kurva uji tarik. Kurva ini merupakan gambaran dari proses pembebanan pada specimen kerja mulai dari awal penarikan hingga specimen kerja itu putus.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah saya lakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada saat dilakukan proses penekanan nilai tertinggi 91,6 pada komponen pengujian Hook Ori/Pengait Asli sedangkan untuk nilai terendahnya 78,7 pada Hook Kw/pengait palsu.
2. Pada pengujian Sem terlihat jelas pada gambar untuk Hook Kopling KW/Pengait Palsu terlihat lebih ulet dan tahan akan beban tarik, dikarenakan lebih banyak rongga berukuran kecil pada patahannya, sangat berbeda dengan Hook Kopling Ori/Pengait Asli terlihat hanya ada sedikit rongga.
3. Hasil penelitian mikro Hook Ori/Pengait Asli terlihat persebaran butir lebih kecil dan merata dibandingkan dengan Hook Kw/Pengait Palsu yang hanya terlihat sedikit persebaran butiran kecilnya .

5.2 Saran

1. Untuk penelitian berikutnya harus dilakukan pengujian tarik untuk dapat mengetahui kekuatan tarik dari hook pada kopling mobil.
2. Agar sekiranya di lab UMSU disediakan alat pengujian Sem agar mahasiswa tidak ke kampus lain untuk melakukan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris, (Treatment Of Aluminium Alloy Melts, Fakultas Teknik UNNES Aris dkk, 2014 Peningkatan Sifat Mekanis Aluminium Daur Ulang Dengan Rotary Degasser
- Affandi, & Huzni, S. (2021). Analisis Numerik Kekuatan Puntir Baja Karbon Rendah Menggunakan Software (Solidworks). *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 6(2).
- Afrillia, Y., Rizky, P., Fhonna, M., Juliansyah, M. R., & Johan, T. M. (2020). Alat Pemisah Warna Objek Berbasis Mikrokontroler. *Tts 4.0 Jurnal Teknologi Terapan & Sains*, 1(2).
- Ahmad Rozikin, D. S. W. (2020). Perancangan Mesin Peniris Minyak Menggunakan Motor Penggerak. *Teknologi Manufaktur, Fakultas Vokasi*.
- Amri, I. (2014). Pengantar Teknik Industri. *Pengantar Teknik Industri*.
- Bajus, M., & Hájeková, E. (2018). *Thermal Cracking Of The Model Seven Components Mixed Plastics Into Oils/ Waxes Thermal Cracking Of The Model Seven Components Mixed Plastics Into Oils/Waxes*. 52(January 2010), 164–172.
- Callister Jr, William D., 2010. “*Materials Science and Engineering an Introduction*”, 8th edition, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Dr. Ir. I. KT. Suarsana, 2017. Ilmu material Teknik. Denpasar
- Fentje Abdul Rauf, Frans P. Sappu, Arwanto M. A. Lakat., (2018). Uji Kekerasan Dengan Menggunakan Alat *Microhardness Vickers* Pada Berbagai Jenis Material Teknik
- Haris Budiman., (2016). Analisa pengujian tarik (Tensile Test) Pada Baja ST37 dengan alat bantu ukur load cell.
- Hamid, R., Djide, M. N., & Ibrahim, R. (2016). Penanganan Limbah Plastik Dengan Teknologi Pirolisis Dan Biodegradasi Dengan Bakteri *Pseudomonas Sp. Hasanudin University Repository*.
- Helmy, B., Windarta, J., & Giovanni, E. H. (2020). Konversi Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(1), 1–7.
- Herdiana, A. (2023). Analisis Sabuk V Dan Pulley Pada Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 25 Kg/Jam. *Jurnal Mesin Galuh*, 2(1).
- Jurnal Tekno Mesin/Volume 5 Nomor 1, Oktober 2018 TURBO p-ISSN: 2301-6663, e-ISSN: 2447-250X Vol. 7 No. 2. 2018
- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan. *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas*, 3(1), 6–14. 5
- Letare, R. S., Septiana, L., & Haryanti, T. H. (2022). Perancangan Sistem Informasi E-Recruitment Berbasis Website. *Informatics For Educators And Professional : Journal Of Informatics*, 6(2).
- Maxmanroe. (2019). Pengertian Desain: Fungsi, Tujuan, Prinsip, Dan Jenis Desain. *Maxmanroe*.
- Meyrena, S. D., & Amelia, R. (2020). Analisis Pendayagunaan Limbah Plastik Menjadi Ecopaving Sebagai Upaya Pengurangan Sampah. *Indonesian Journal Of Conservation*, 9(2), 96–100.
- Nadliroh, K., & Fauzi, A. Sulhan. (2021). Rancang Bangun Alat Pencuci Dan Pengereng Cacahan Botol Plastik. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(2).

<https://doi.org/10.29407/jmn.v4i2.17097>

- Nasution, A. R., & Widodo, E. (2022). Numerical Analysis Of Low Carbon Steel Tensile Strength Using Software (Solidworks). *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 7(1). <https://doi.org/10.21070/R.E.M.V7i1.1629>
- Nasution, R. S. (2015). Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Elkawnie: Journal Of Islamic Science And Technology*, 1(1), 97–104. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/Elkawnie/article/view/522>
- Novian, A., Hartadi, B., & Suprpto, M. (2020). Perencanaan Dan Pemilihan Poros Dan Sabuk-V Pada Turbin Archemedes Screw Dengan Daya 687 Watt Di Desa Bramban Kec. Rantau Kabupaten Tapin. (*Doctor*
- N. T. Nugraheni, K. N. Kusuma, R. Y. Sari, and A. Sugiharto (2014). Uji kekerasan material dengan metode rockwell,” *Fis. Eksp. Lanjut(Metode Rockwell)*, pp. 1–9
- Rusianto, T., Mesin, T., Industri, F. T., & Sains, I. (2009). *Hot Pressing Metalurgi Serbuk Aluminium*, 2, 89-95.
- Radimin, Studi Pengaruh Tekanan Dan Komposit Campuran Pada Prototipe Piston Komposit Dengan Penguat Silikon Karbida (SiC₀ Menggunakan Metode Squeeze Casting, Prosiding SNATIF Ke-1 Tahun 2014 ISBN : 978-602-1180-04-4

LAMPIRAN I

Tabel 1. HOOK ORI

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (µm)		Diagonal indentasi Rata-rata (µm)	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	51.61	50.97	51.29	100	70.5	78.7
	2	49.91	47.57	48.74		78.1	
	3	45.17	46.02	45.60		89.2	
	4	46.43	50.57	48.50		78.8	
	5	48.54	49.81	49.18		76.7	

Tabel 2. HOOK KW

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (µm)		Diagonal indentasi Rata-rata (µm)	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	44.35	44.78	44.57	100	93.4	91.6
	2	42.87	43.45	43.16		99.6	
	3	43.36	44.98	44.17		95.1	
	4	46.74	48.02	47.38		82.6	
	5	44.79	47.38	46.09		87.3	

LAMPIRAN 2

