

**ANALISA KEGAGALAN AS RODA SEBAGAI PENGGERAK
(AXLE SHAFT) PADA KENDARAAN MITSUBISHI COLT
DIESEL 125 PS**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau*



OLEH :

IRWAN YUNAJDI S.P
12 331 0399

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

ANALISA KEGAGALAN AS RODA SEBAGAI PENGGERAK (AXLE
SHAFT) PADA KENDARAAN MITSUBISHI COLT DIESEL 125 PS

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Disusun Oleh

IRWAN YUNAI DI S.P
12 331 0399

Diperiksa dan disetujui oleh :

Dody Yulianto, ST., MT

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 16/4-2019

Dr. Dedikarni, ST., MSc

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 16/4-2019

PEKANBARU

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISA KEGAGALAN AS RODA SEBAGAI PENGGERAK (AXLE SHAFT) PADA KENDARAAN MITSUBISHI COLT DIESEL 125 PS

Disusun Oleh

IRWAN YUNAI DI S.P

12 331 0399

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING I



Dody Yulianto, ST.,MT

PEMBIMBING II



Dr. Dedikarni, ST., MSc

Disahkan Oleh :

DEKAN

FAKULTAS TEKNIK


Ir. H. ABD Kudus Zaini, MT

KETUA PROGRAM STUDI

TEKNIK MESIN



Dody Yulianto, ST.,MT



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU

No Agenda : 1024/TA-M/T/2017
Diterima Tgl : 24 November 2017
Paraf :

TUGAS AKHIR

NAMA : IRWAN YUNAIIDI S.P

NPM : 12.331.0399

JUDUL : ANALISA KEGAGALAN AS RODA SEBAGAI PENGGERAK
(AXLE SHAFT) PADA KENDARAAN MITSUBISHI COLT DIESEL 125
PS

Spesifikasi Tugas :

1. Mengetahui faktor penyebab kegagalan pada poros roda belakang.
2. Mendapatkan tegangan maksimal pada poros, dan menentukan jenis material, dengan melakukan pengujian.

Diberikan Tanggal : 24 November 2017

Selesai Tanggal : 10 April 2019

Diketahui Oleh
Kaprosdi Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Dody Yulianto, ST., MT.



Dody Yulianto, ST., MT.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **IRWAN YUNAIIDI S.P**

NPM : **123310399**

Judul Tugas Akhir : **Analisa Kegagalan As Roda Sebagai Penggerak (Axle Shaft) Pada Kendaraan Mitsubishi Colt Diesel 125 Ps**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain saya akan mencantumkan sumbernya yang jelas. Demikian pernyataan ini saya dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah di peroleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Pekanbaru, 11 April 2019

Yang membuat pernyataan



IRWAN YUNAIIDI S.P

123310399

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA PERSONAL

Nama Lengkap : IRWAN YUAIDI S.P
NPM : 12.331.0399
Tempat Tanggal Lahir : Bukit Raya, 06 January
1994
Jenis Kelamin : Laki - Laki (LK)
Alamat Rumah : Dusun simpang indah RT 014/ RW 004, Desa :
Bukit Raya. Kec : Singingi Hilir



PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SD Negeri 019 Bukit Raya, Kec. Singingi Hilir
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 2 Singingi Hilir
Sekolah Menengah Atas : SMK HKTI 2 PWJ Klampok, Banjarnegara
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Riau (Teknik Mesin S1)

TUGAS AKHIR

“ Analisa Kegagalan As Roda Sebagai Penggerak (Axle Shaft) Pada Kendaraan
Mitsubishi Colt Diesel 125 Ps ”

Tempat Penelitian : Di Kec singingi Hilir, Kab. Kuansing
Tanggal Seminar : 10 Oktober 2018
Tanggal Sidang : 10 April 2019

Pekanbaru, 15 April 2019

IRWANYUNAI S.P
12.331.0399

ANALISA KEGAGALAN AS RODA SEBAGAI PENGGERAK (AXLE SHAF) PADA KENDARAAN MITSUBISHI COLT DIESEL 125 PS

Irwan Yunaidi S.P⁽¹⁾, Dody Yulianto⁽²⁾, Dedi Karni⁽³⁾
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharudin Nasution, KM 11, No. 133, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Email:irwanyunaidi01@gmail.com

ABSTRAK

Kendaraan colt diesel banyak digunakan untuk mengangkut kelapa sawit. Selain mengangkut kelapa sawit kendaraan ini juga mengangkut material seperti batu, pasir, kayu. Kendaraan pengangkut kelapa sawit seperti kendaraan colt diesel memiliki titik pembebanan yaitu kebagian tengah hingga kebelakang badan kendaraan colt diesel. Sehingga poros penggerak bagian belakang mengalami beban atau momen puntir yang besar secara terus-menerus. Hal ini juga dapat disebabkan karena beban muatan melebihi kapasitasnya sehingga poros penggerak bekerja extra keras. Fungsi utama dari poros penggerak roda adalah untuk meneruskan putaran atau tenaga gerak dari mesin melalui poros plopeler ke gardan, kemudian keroda-roda. Untuk mengetahui jenis material yang digunakan pada poros roda belakang. Untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan pada poros roda belakang .Beban total rata-rata yang sering dibawa oleh kendaraan colt diesel 125 ps ini adalah 14.630 kg. Beban standart yang dianjurkan adalah sebesar 11.190 kg. Hasil pengujian komposisi material yang digunakan pada poros roda sesuai dengan standar yaitu baja AISI 1541. Dan hasil pengamatan mikro poros bagian terluar mengalami Full Martensite. Tegangan maksimal yang terjadi sebesar $96,4112159 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ sedangkan tegangan maksimal pada poros roda belakang sebesar $35 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Sehingga kegagalan yang terjadi pada poros adalah murni momen torsi. Faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada as roda adalah kurangnya perawatan yang dilakukan pada bearing yang terletak di slubung.

Kata Kunci : *Kendaraan Colt Diesel, Tegangan, Kegagalan, Momen Puntir*

1. Penulis
2. Dosen Pembimbing 1
3. Dosen Pembimbing 2

ASSEMBLY FAILURE ANALYSIS AS A DRIVER (AXLE SHAF) ON VEHICLE MITSUBISHI COLT DIESEL 125 PS

Irwan Yunaidi S.P (1), Dody Yulianto (2), Dedi Karni (3)
Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Riau Islamic University
Jl. Kaharudin Nasution, KM 11, No. 133, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Email: irwanyunaidi01@gmail.com

ABSTRACT

Colt diesel vehicles are widely used to transport palm oil. In addition to transporting oil palm this vehicle also transports materials such as stone, sand, wood. Vehicles carrying palm oil such as colt diesel vehicles have a loading point that is central to the back of the colt diesel vehicle body. So that the rear axle of the shaft has a heavy load or torsional moment continuously. This can also be caused by the load exceeding its capacity so that the drive shaft works extra hard. The main function of the wheel shaft is to continue the rotation or power of motion from the engine through the plopeler shaft to the axle, then keroda-wheel. To find out the type of material used in the rear wheel shaft. To find out the factors causing failure in the rear wheel shaft. The average total load that is often carried by the Colt diesel 125 ps vehicle is 14,630 kg. The recommended standard load is 11,190 kg. The material composition test results used on the wheel shaft are in accordance with the standards, namely the AISI 1541 steel. And the results of the micro-observation of the outermost axle are Full Martensite. The maximum stress that occurs is $96.4112159 \times 10^7 \text{ N / m}^2$ while the maximum stress on the rear axle is $35 \times 10^7 \text{ N / m}^2$. So that the failure that occurs on the shaft is pure torque moment. Another factor that can cause failure on the axles is the lack of maintenance carried out on bearings located on the slab.

Keywords: Colt Diesel Vehicles, Voltage, Failure, Momen Rotate

1. Author
2. Supervisor 1
3. Supervisor 2

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Alhamdulillah.... Puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisa Kegagalan As Roda Sebagai Penggerak (*Axle Shaft*) Pada Kendaraan Mitsubishi Colt Diesel 125 PS ” Yang Telah Selesai Dikerjakan” dengan lancar tanpa adanya kendala yang berarti. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Strata Satu (S1) Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau. Selain itu penulisan Tugas Akhir ini juga bertujuan agar mahasiswa bisa berfikir secara logis dan ilmiah serta bisa menuangkan pemikirannya secara sistematis dan terstruktur.

Penulis menyadari bahwa selesainya penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterimakasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini, khususnya kepada :

1. ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
2. Kedua orang tua tercinta ayahanda Jhonriyanto Panjaitan dan ibunda Warsiyah, yang telah banyak memberikan do'a yang terbaik untuk

anaknya, motivasi untuk terus semangat dan dukungannya baik moral maupun materi.

3. Bapak Ir. H. Abdul Kudus Zaini, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dody Yulianto, ST.,MT. Selaku ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
5. Bapak Dr.Dedikarni, ST.,MSc. Selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
6. Bapak Dody Yulianto, ST.,MT. Selaku Dosen Pembimbing I dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Bapak Dr.Dedikarni, ST.,MSc. Selaku Dosen Pembimbing II dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
9. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin khususnya angkatan 2012, yang telah memberikan banyak masukan, saran-saran, informasi dan motivasi, terimakasih atas pengorbanan dan kesempatannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Adanya saran dan kritik yang membangun untuk kedepannya bagi penulis sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Terimakasih .

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Pembuatan Penulisan	4
1.6 Perencanaan Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Material	6
2.1.1 Pembagian Bentuk Material	6
2.2 Definisi Kegagalan.....	7
2.3 Mode Kegagalan Fisik	8
2.4 Baja	13

2.4.1 Bahan teknik.....	14
2.4.2 Sifat-Sifat Yang dimiliki Baja.....	15
2.4.3 Pembagian Logam Baja.....	22
2.4.4 Pengaruh Unsur Paduan.....	26
2.5 Deformasi.....	32
2.5.1 Deformasi Elastis.....	33
2.5.2 Deformasi Plastis.....	34
2.6 Poros.....	35
2.6.1 Bentuk-Bentuk Poros.....	36
2.6.2 Sifat-Sifat poros.....	37
2.6.3 Material Poros.....	38
2.7 Poros Roda.....	39
2.7.1 Poros Pengerak Roda.....	39
2.7.2 Load (Beban Yang Diterima Poros).....	43
2.7.3 Konstruksi Roda Belakang.....	43
2.8 Kendaraan Colt Diesel.....	44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	46
3.2 Alat dan Bahan.....	46
3.2.1 Peralatan.....	47
3.2.2 Bahan.....	50
3.3 Persiapan Material.....	51
3.4 Proses Pengamatan Mikro Struktur.....	52

3.5 Proses Pengujian Komposisi	53
3.6. Simulasi perhitungan	54
3.7 Diagram Alir Penelitian	56

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Kendaraan	58
4.1.1 Beban Kendaraan	58
4.1.2 kondisi Rute Kendaraan dan lingkungan	59
4.2 As Roda	61
4.2.1 Pengamatan Visual Komponen	61
4.3 Hasil Dari Pengujian	63
4.3.1 Komposisi Kimia Material	63
4.3.2 Pengamatan Metalografi	65
4.3.3 Analisa Shear Stress Pada Axle Shaft	68
4.3.4 Perhitungan Defleksi Saat Pembebanan	70

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	

73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Riau khususnya Kabupaten Kuantan Singingi kendaraan colt diesel banyak digunakan untuk mengangkut kelapa sawit. Selain mengangkut kelapa sawit kendaraan ini juga mengangkut material seperti batu, pasir, kayu. Karena banyaknya hasil perkebunan kelapa sawit, maka banyak kendaraan colt diesel digunakan untuk mengangkut kelapa sawit dan untuk mempermudah para petani kelapa sawit untuk membawa hasil dari kebun kelapa sawitnya, supaya kelapa sawit dapat diolah dan selanjutnya menjadi minyak goreng atau hasil lainnya.

Kendaraan pengangkut kelapa sawit seperti kendaraan colt diesel memiliki titik pembebanan yaitu kebagian tengah hingga kebelakang badan kendaraan colt diesel. Fungsi utama dari poros penggerak roda adalah untuk meneruskan putaran atau tenaga gerak dari mesin melalui poros plopeler ke gardan, kemudian keroda-roda. Konstruksi yang mengalami kegagalan khususnya pada poros roda bagian belakang kendaraan tersebut akan mengakibatkan kerugian dari segi materi dan non materi yang cukup besar bagi pemilik kendaraan. Penganalisaan dalam masalah ini sangat dibutuhkan dalam mengetahui sebab-sebab akan timbulnya patahan (*root cause of failure*) yang terjadi pada bagian batang poros roda. Sehingga, kegagalan yang terjadi pada bagian batang poros roda dapat diminimalisir dan dapat dihindari. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa kegagalan, dari bermacam-macam bentuk komponen otomotif yang mengalami

kegagalan khususnya dibagian poros roda belakang (*rear axle shaft*) kendaraan, keadaan tersebut terjadi dikarenakan pada bagian batang poros roda tersebut mengalami kegagalan dini (*premature fracture*). Poros seharusnya mampu bertahan dalam waktu 12-14 bulan, tetapi yang terjadi poros akan patah 7-8 bulan.

Poros roda kendaraan adalah suatu bagian dari beberapa komponen otomotif yang menerima beban dinamis yang akan mengakibatkan terjadinya tegangan fluktuasi secara berulang-ulang. Salah satu struktur tanpa konsentrasi tegangan, perpatahan yang terjadi karena kelelahan dapat disebabkan tegangan yang besarnya kurang dari sepertiga kekuatan tarik statiknya. Pada struktur dengan konsentrasi tegangan yang terjadi sehingga perpatahan lelah akan mudah terjadi pada tegangan yang lebih rendah. Kegagalan yang berakibat lebihnya tegangan tarik sering kali menunjukkan perpatahan ulet, ialah terjadinya proses deformasi plastis yang cukup besar di area potongan patahan. Umumnya pada karakteristik material dikatakan dengan grafik Tegangan-Regangan, sehingga kekuatan suatu konstruksi dapat diketahui. Perkembangan saat ini kita memasuki fase perancangan gagal aman (*fail safe design*) yaitu dimana diperbolehkan adanya retak, tetapi harus memperhitungkan batas waktu dalam penggunaan hingga kondisi dimana komponen harus diganti.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dianalisa dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menganalisa kegagalan material pada poros roda belakang kendaraan.

2. Faktor apakah yang menyebabkan kegagalan pada poros roda belakang kendaraan pengangkut kelapa sawit.

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui jenis material yang digunakan pada poros roda belakang.
2. Untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan pada poros roda belakang.

1.4 Batasan Masalah

Agar analisa dalam tugas akhir ini menjadi terarah dan dapat memberikan penjelasan dalam penulisan tugas akhir dengan judul “Analisa Kegagalan As Roda Sebagai Penggerak (*axle shaft*) Pada Kendaraan Mitsubishi Colt Diesel 125 PS ” ini penulis membatasi masalah yaitu:

1. Hanya melakukan Perhitungan tegangan geser yang terjadi pada poros.
2. Menganalisa patahan dini dengan melakukan pengujian, komposisi dan mikro struktur.

Hal ini dimaksudkan untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, dan disamping untuk pembicaraan diluar analisa yang telah ditetapkan tentunya akan menimbulkan studi sendiri .

1.5 Metode Pembuatan Tulisan

Metode pembuatan dalam penulisan yang akan dilakukan pada tugas akhir ini adalah:

1. Tahapan persiapan, pada tahapan ini hal yang perlu adalah persiapan awal tugas akhir ini dan materi secara umum.
2. Studi *literature*, mengumpulkan materi dasar dari buku-buku dan referensi jurnal yang berhubungan dengan penelitian.
3. Studi lapangan, dengan melihat permasalahan yang terjadi di lapangan
4. Diskusi, melakukan diskusi dengan pembimbing.

1.6 Perencanaan Penulisan

Dalam penulisan tugas ini penulis membagi dalam beberapa bagian permasalahan, yaitu terdiri dari lima bab.

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan masalah, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN TEORI

Dalam bab ini berisi materi-materi yang dipakai sebagai dasar untuk melakukan analisa dari pembahasan masalah yang diangkat menjadi pembuatan tugas akhir ini.

BAB III : METODOLOGI PENGUJIAN

Dalam teori akan dibahas mengenai waktu dan tempat untuk melakukan pengujian, alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan prosedur dalam pengujian.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Dalam penjelasan bab ini berisi hasil dan analisa dari data yang didapat dengan perhitungan yang terjadi, pengamatan mikro dan komposisi bahan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari tugas akhir berdasarkan penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Material

Material teknik ialah sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang. Berdasarkan hal tersebut maka material teknik adalah material yang sering digunakan dalam membuat sebuah benda atau alat teknik yang digunakan dalam perancangan dan perancangan dibidang teknik mesin.

2.1.1. Pembagian Bentuk Material Teknik

Dilihat dari sumbernya material dibagi dua macam yaitu sebagai berikut:

1. Material Bentuk Organik

Material organik ialah material teknik yang bersumber dari alam semesta dan dapat digunakan secara langsung tanpa melalui proses terlebih dahulu. misalkan: kayu, karet alam, dan batu bara.

2. Material Bentuk Anorganik

Material anorganik ialah material teknik yang bersumber dari alam semesta dan untuk memperoleh material tersebut harus diproses lebih dahulu. Material jenis anorganik dibedakan atas dua macam yaitu sebagai berikut:

A. Logam

Logam adalah material teknik yang mempunyai daya hantar listrik yang tinggi yang mempunyai sifat konduktor yang baik dan kuat pada temperatur tinggi, serta mempunyai titik didih yang tinggi, keras, mengkilap, sehingga tidak tembus terhadap cahaya, dan dapat dideformasi.

Logam ini terbuat dari:

- a. Ferro
- b. Baja
- c. Non ferro

B. Bukan Logam

Bukan logam adalah material teknik yang mempunyai titik didih yang rendah yang memiliki sifat isolator, sehingga tidak mampu terhadap temperatur yang tinggi, dan sebagian material hanya tembus cahaya.

Material bukan logam terdiri dari:

- a. Polimer
- b. Komposit
- c. Keramik

2.2 Definisi Kegagalan

Kegagalan (*failure*) produk tidak harus berupa musibah, atau melibatkan perputahan, kebocoran, atau keausan secara berlebihan. Kegagalan adalah titik dimana produk tidak mampu memenuhi tujuan pemakaiannya. Kegagalan dapat terjadi secara mendadak, atau mengalami kemunduran fungsi secara bertahap, dalam beberapa bulan bahkan tahunan. Sedangkan kegagalan material adalah pemisahan material yang terjadi antara suatu benda padat menjadi 2 bagian atau lebih diakibatkan karena adanya tegangan yang cukup tinggi. Dalam proses kegagalan material terdiri dari 2 proses yaitu timbulnya retak awal pada material dan tahap penalaran retak akhir pada material.

Karena kegagalan suatu produk atau alat terjadi pada materialnya, akan tetapi kegagalan beberapa produk terjadi karena perhitungan desain yang salah atau kondisi pemakaian yang tidak diantisipasi sebelumnya. Kegagalan terjadi karena salah pakai atau perawatan yang kurang baik. Dalam proses analisa perpatahan sangat membutuhkan pengetahuan dari kegagalan itu sendiri, serta prediksi kegagalan yang akan terjadi dan mengetahui pencegahan akan kegagalan suatu material tersebut. Dalam perancangan yang dilakukan yang mempunyai tujuan dalam membuat dan mengoptimasi apa yang manusia inginkan. Dalam hal ini rancangan sebuah mesin yang sempurna, meskipun mesin akan mengalami kegagalan namun diharapkan mampu memberikan *life time* yang terbaik. Beberapa faktor pemilihan material suatu produk oleh ahli desain sebagai berikut.

1. Material paling kuat mungkin tidak kuat terhadap beban kejut karena material kekuatan tinggi umumnya bukan material yang tangguh perlu ada imbal balik.
2. Material dengan ketahanan korosi yang sangat baik (emas misalnya) terlalu mahal untuk mengatasi masalah korosi pada produk otomotif. Baja tahan karat dapat mengatasi masalah ini tetapi tidak praktis karena pasokan lokal kromium sangat terbatas.
3. Aluminium lebih murah dari pada tembaga dan dapat digunakan sebagai konduktor listrik.

2.3 Mode Kegagalan Fisik

Mode kegagalan adalah proses perubahan fisik pada material atau kombinasi sehingga akan berpengaruh terhadap proses prosedur dalam sebuah

kegagalan material. Sehingga Mode kegagalan pada material dapat dikatakan sebagai suatu klasifikasi yang sistematis yang memungkinkan untuk memprediksi kegagalan yang akan terjadi pada material.

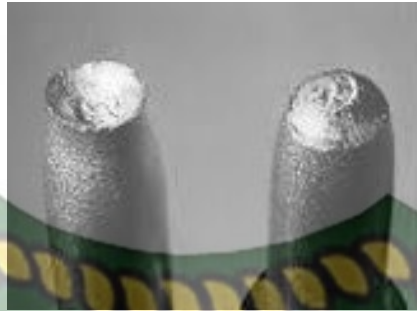
1. Bentuk retakan atau patahan.

a. Patah ulet (*ductile fracture*)

Perpatahan ulet ini terjadi disertai dengan adanya gaya deformasi plastis yang cukup besar disekitar area patahan. Sehingga terlihat pada permukaan patahan kasar dan berserabut (*fibrous*), sehingga bentuk patahan kelihatan berwarna kelabu. Patah ulet adalah patah yang terjadi diakibatkan oleh adanya beban statis yang diberikan pada material tersebut, maka jika beban tersebut dihilangkan maka penjaran retak pada material akan berhenti. Patah ulet didefinisikan sebagai patah yang terjadi saat material menerima beban dengan deformasi plastis yang cukup besar. Patah uley ini terjadi dengan adanya penyobekan secara perlahan-lahan pada logam, dan dengan pengeluaran energi yang besar.

Ciri-ciri patahan ulet :

- Akibat dari tegangan uniaksial maka luas penampang patahan logam, mengalami reduksi.
- Waktu terjadinya perpatah akan lebih lama.
- Penjaran retak akan menalami kelambatan, namun tergantung pada beban yang diterima.
- Sehingga bentuk permukaan patahannya terlihat garis-garis benang berserabut, berserat, menyerap cahaya, dan penampilanya buram.



Gambar 2.1. Bentuk patahan ulet poros

b. Patah getas (*brittle fracture*)

Percobaan memperlihatkan bahwa adanya bentuk retakan yang mengakibatkan terjadinya patah jenis pembebanan getas, pertama-tama retak tidak terlihat pada material yang dihasilkan oleh gaya deformasi. Namun kenyataanya pada temperatur tertentu material mengalami banyak retakan mikro, sehingga proses perpatahan dapat dianggap menjadi 3 tahapan.

1. Memberi beban deformasi plastis pada material untuk memberikan tumpukan dislokasi
2. Permukaan retakan awal
3. Perambatan retak.

Kebanyakan patah getas terjadi dengan cara pergeseran butir. Proses terjadi patah getas terdiri dari 3 tahap:

1. Deformasi plastis yang mengakibatkan penumpukan dislokasi di daerah pada bagian bidang slip yang mengalami rintangan.
2. pada ujung tumpukannya yang mengalami tegangan geser, sehingga akan terbentuk retakan inti mikro.
3. Sehingga pada energi regangan elastik yang tersimpan akan mendorong retakan mikro, akan bertambah besar tanpa terjadi gerakan dislokasi .

Ciri-ciri patah getas :

- Permukaan berbetuk granular, berkilap dan dapat memantulkan sinar.
- Patahan getas dapat Terjadi secara tiba-tiba tanpa mengalami deformasi plastis terlebih dahulu. Sehingga gejala-gejala material yang akan mengalami patah tidak tampak.
- Waktu terjadi patahan tegak lurus.
- Bentuk permukaan patahan tegak lurus terhadap tegangan tarik material.



Gambar 2.2. Bentuk patah getas

c. Patah lelah (*fatigue fracture*)

Istilah fatik belaku untuk logam yang apabila menerima tegangan veriodik dengan nilai tertentu seringkali dibawah tegangan luluh menghasilkan perubahan sifat mekanik yang daat terdeteksi. Dengan demikian spesimen yang mengalami kegagalan fatik akan terpisah menjadi dua bagian.

Dapat diketahui bahwa fatik berawal retak lelah yang selanjut nya merambat. Perambatan retakan terjadi, dengan pembebanan yang dilakukan dengan secara terus-menerus, sehingga bila retak lelah telah jauh merambat, sehingga luas

penampang yang tersisa pada material tidak mampu menahan beban yang diterima, maka material tersebut akan mengalami kegagalan.

Dari area perpatahan fatik dapat dibedakan menjadi 2 daerah, daerah yang pertama terlihat mulus, disini fatik merambat secara perlahan-lahan. Pada posisi ini retak selama periode tertentu bersifat stasioner, sisa permukaan menampilkan perpatahan traskristalin yang besar dan perpatahan bersifat mendadak. Daerah yang kedua mengandalkan laju kegagalan fatik dan ditentukan oleh intensitas tegangan pada ujung retak yang merambat

2. Penyebab utama Kegagalan

a. Kesalahan dalam design

Contoh kegagalan :

- Design kriteria yang meleset dari kondisi operasi yang sebenarnya : beban lingkungan, suhu operasi.
- Adanya takikan.

b. Kesalahan dalam pemilihan material

Contoh kegagalan :

- data material yang tidak mencukupi; misalkan hanya data tarik padahal beban nya dinamik atau *fatigue*.
- kriteria pemilihan material ;kaitan antara beban atau tegangan dan suhu operasi dengan mekanisme kegagalan serta kriteria pemilihan beban.

c. Cacat material

Contoh kegagalan :

- Cacat dipermukaan dan didalam akan menurunkan kekuatannya.

- Cacat pengecoran.
 - Cacat pengerolan atau tempa.
- d. Kesalahan dalam proses pengerjaan

Contoh kegagalan :

- Kesalahan *forming* dapat menimbulkan tegangan sisa, retak mikro.
 - *Machining & grinding* juga menimbulkan tegangan sisa & pemusatan tegangan akibat kekerasan permukaan.
 - *Grinding* yang berlebihan dapat menyebabkan retak rambut pada permukaan.
 - Penandaan dapat menimbulkan pemusatan tegangan.
 - *Heat treatment* dapat menyebabkan dekarburasi(permukaan menjadi lunak) distorsi dan bahkan akibat proses celup cepat.
- e. Kesalahan dalam pemasangan / perakitan
- f. Kesalahan operasi

2.4 Baja

Baja merupakan unsur senyawa yang memiliki sifat kuat, ulet, keras dan yang mempunyai titik cair yang tinggi. Baja dibuat dari biji-biji logam yang bercampur dengan tanah yang ditemukan didalam perut bumi. Dalam pembuatan baja biji logam ini diproses penambangan terlebih dahulu, mulai dari pendahuluan, pengeboran, sampai pengolahan baja. Dari Pengolahan logam baru didapat produk atau material yang diinginkan khususnya baja. Baja adalah logam paduan yang sebagai material utamanya adalah logam besi dengan karbon. Dalam baja terdapat kandungan unsur utamanya yaitu besi dan Carbon. Baja karbon

adalah salah satu jenis bentuk logam paduan besi karbon dengan kandungan kadar karbon hingga 2,11%. Baja karbon yang mempunyai kadar C sebanyak 2% dengan Mn 0,30% - 0,95%. Unsur-unsur lain yang terkandung dalam baja maksimum selain bajanya adalah: 0,60% Silicon, 0,60% Copper.

. Karbon dan *Manganese* merupakan bahan utama dalam meningkatkan tegangan (*strength*) dari baja murni. Karbon (C) juga merupakan komponen utamam untuk menentukan sifat asli baja dari baja tersebut. Sehingga semakin besar kadar karbon di dalam suatu baja, maka baja tersebut akan semakin tinggi kuat tarik serta tegangan leleh, namun koefisien muai baja tersebut akan turun, dan baja tersebut akan semakin getas.

2.4.1 Bahan teknik

Bahan utama teknik adalah bahan utama yang dipakai dalam proses teknik misalkan pada proses pembuatan dalam konstruksi dan permesinan, bahan-bahan utama dalam proses pembuatan terdapat dari logam *besi* dan juga logam bukan besi. Logam *ferro* (besi) ialah logam paduan yang terbentuk dari unsur campuran yaitu unsur karbon dan besi. Jenis-jenis dari logam *ferro* adalah: baja dengan kadar karbon rendah, baja dengan kadar karbon sedang, baja dengan kadar karbon tinggi, baja paduan, besi tempa, besi tuang. Sedangkan untuk logam *non ferro* (bukan besi) adalah suatu logam yang tidak memiliki unsur dari besi (fe). Jenis-jenis logam *non ferro* yaitu: tembaga (Cu), Aluminium (Al), timbel (Pb), timah (Sn).

2.4.2 Sifat – Sifat Yang Dimiliki Baja

Pada dasarnya baja ini mempunyai beberapa sifat yang perlu dipelajari atau perlu diketahui, berikut adalah sifat-sifat dari baja:

- 1). Sifat mekanik dan
 - 2). Sifat fisik..
1. Sifat Mekanik Dalam Baja

Sifat mekanik yang terdapat dalam suatu bahan merupakan suatu kemampuan bahan untuk menerima menahan beban-beban dari luar baik secara dinamis maupun statis serta dapat mempertahankan diri dari pengaruh gaya-gaya dari luar yang mempengaruhinya. Adapun bentuk dari sifat mekanik yang terdapat pada bahan antara lain:

- Kekuatan material (*strength of materials*)

Kekuatan material Merupakan suatu kemampuan yang dimiliki bahan untuk menahan atau menerima semua tekanan dan menerima beban tanpa mengalami kerusakan, maka dapat dikatakan bahwa bahan yang mampu menerima beban tinggi maka bahan tersebut memiliki kekuatan yang tinggi..

- Elastisitas material (*elasticity*)

Elastisitas bahan Merupakan suatu sifat atau kemampuan bahan yang dapat kembali ke dalam bentuk semula setelah bahan mengalami perubahan disebabkan mengalami perubahan bentuk sebab karena pengaruh gaya tekan atau gaya tarik dari luar.. Benda material yang mempunyai kemampuan elastisitas atau bersifat elastis misalkan karet gelang, pegas,

dan plat logam sehingga benda tersebut disebut benda elastis. Sedangkan benda atau bahan yang tidak mempunyai kemampuan elastisitas (tidak kembali ke bentuk awalnya) disebut benda plastis. Misalkan benda plastis pada tanah liat dan lilin mainan. Namun saat bahan atau benda diberi gaya maka benda tersebut akan mengalami deformasi, yaitu benda tersebut akan mengalami perubahan ukuran maupun bentuk, disebabkan benda menerima gaya. Molekul-molekul pada benda akan beraksi dan memberikan gaya untuk menghambat lajunya deformasi. Sedangkan benda yang diberi gaya disebut juga gaya luar, sedangkan pada gaya reaksi oleh molekul-molekul pada benda disebut juga dengan gaya dalam. Namun saat gaya diluar di tiadakan maka gaya yang didalam cenderung akan mengembalikan bentuk dan ukuran benda keadaan semula.

➤ Kekerasan (*hardness*)

Kekerasan bahan merupakan sebagai kemampuan atau sifat bahan untuk mampu tahan dalam menerima terhadap goresan, pengikisan (*abrasi*), penetrasi. Dalam pengaplikasian kekerasan bahan ini diperlihatkan dalam penggunaan bahan untuk jenis mata bor. Sebab dalam proses pengeboran (*drilling*) ini diperlukan mesin pekas yang cukup keras sehingga akan mengiris dan menembus suatu benda kerja. Sedangkan Bahan yang paling sering dipakai dalam pembuatan mata bor ini adalah jenis baja HSS (*High Speed Steel*).

➤ Keuletan (*ductility*)

Keuletan adalah suatu sifat dari suatu material yang memiliki gaya regangan (*tensile strain*) yang cukup tinggi sehingga sampai dengan titik dimana kerusakan akan terjadi dan akan memungkinkan bahan dibentuk secara permanen.

➤ Ketangguhan (*thoughness*)

Ketangguhan ialah sifat dari material dalam menunjukkan besar suatu energi untuk mematahkan suatu bahan dan juga dapat mengambil energi sampai bahan patah.

Dalam Sifat mekanik bahan baja ikatan karbon dengan besi juga berpengaruh dan bagaimana cara menyatukannya. Untuk menyatukan bentuk saat karbon ber ikatan dengan besi. Maka 2 bentuk utama dari kristal tersebut adalah sebagai berikut:

a. Ferrit

Ferrit adalah besi murni (Fe) yang terletak pada posisi yang saling berdekatan namun tidak teratur tetapi rapat, baik bentuk maupun besarnya. Ferrit adalah bagian dari suatu baja yang paling lunak, ferrit yang tanpa campuran atau murni tidak akan cocok sama sekali dipakai dalam bahan konstruksi dalam menahan beban benda kerja.

b. Perlit

Perlit ialah campuran antara sementit dengan ferrit yang memiliki unsur karbon sebesar 0,8%.

2. Sifat Fisik Baja

Sifat fisik suatu bahan adalah sifat suatu bahan yang berhubungan dengan struktur atomnya. Adapun penjelasan dari sifat fisik baja ini adalah sebagai berikut.

➤ Komposisi Kimia

Bahan Baja yang mempunyai kandungan unsur-unsur didalam nya dengan presentase kandungan yang berbeda-beda, maka untuk mengetahui seberapa besar kandungan yang terdapat di dalam bahan atau baja dari suatu sampel, sehingga untuk mengetahui wajib melakukan pengujian yakni uji komposisi kimia. Sebagian besar pengujian komposisi dilakukan bersamaan saat kita akan melaksanakan suatu riset atau penelitian. Sehingga agar saat kita akan melakukan suatu penelitian kita sudah mengetahui jenis dan klarifikasi dari sampel yang kita gunakan ini. Alat yang dipergunaan dalam melakukan pengujian adalah biasanya menggunakan *Optical Emission Spectroscopy* (OES). *Optical Emission Spectroscopy* (OES) adalah suatu alat yang dapat melihat atau menganalisa unsur-unsur didalam logam dengan cepat dan akurat.

❖ Pengujian komposisi kimia

pengujian komposisi kimia adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan kadar atau prosentase dari unsur-unsur yang terdapat pada logam atau bahan sampel. Dalam baja unsur yang paling berpengaruh atau paling dominan dalam penguatan baja adalah unsur dari karbon. Sedangkan untuk unsur-unsur lain yang dominan yakni:

- a. S adalah yang mempunyai sifat untuk menurunkan keuletan pada terak.
- b. Mo (Molibden) dan W (tungsten) adalah unsur yang bersifat mengendalikan kegetasan pada perlakuan temper.
- c. Untuk kadar P yang rendah dapat meningkatkan kuat tarik baja, sedangkan P bersifat membuat baja getas pada suhu rendah.
- d. P, Mo dan V (Vanadium) akan membawa sifat penurunan keuletan pada baja.
- e. Ni dan Mn bersifat memperbaiki keuletan baja, Mn juga bersifat mengikat karbida sehingga perlit dan ferit menjadi halus

Pada saat proses pengujian komposisi sedang berlangsung dengan pembakaran bahan yang memakai elektroda dimana terjadi suhu rekristalisasi, dari suhu tersebut maka akan terjadi penguraian unsur dimana masing-masing akan berbeda warnanya. Dalam penentuan kadar prosentase (%) akan berdasarkan sensor perbedaan pada warna proses pembakaran elektroda sekitar 3 detik pengujian komposisi ini dapat dilakukan untuk mengetahui jenis dan prosentase unsur-unsur dari sampel yang ada.

➤ Mikro Struktur

Struktur mikro ini bertujuan untuk melihat susunan fase pada bahan uji saat kita melakukan pengujian. Pengujian Struktur mikro dan sifat-sifat pada paduannya dapat dilihat dengan bermacam cara, diantaranya yaitu melihat atau mengamati struktur suatu bahan dengan teknik metalografi (pengujian *mikroskopik*). Sedangkan Alat untuk uji mikro struktur biasanya menggunakan

mikroskop optik. Struktur mikro adalah Struktur bahan dalam bentuk orde kecil. Sehingga Struktur ini tidak dapat dilihat secara langsung atau dengan mata telanjang, namun harus tetapi harus menggunakan alat pengujian antar lain: mikroskop cahaya, mikroskop *electron*, mikroskop *field on*, mikroskop *field emission* dan mikroskop sinar-X.

❖ Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro adalah Struktur bahan yang terdapat didalam bahan dengan orde kecil. Struktur mikro ini tidak tampak atau dilihat dengan secara langsung namun harus menggunakan alat untuk melihat struktur dari bahan tersebut, biasanya menggunakan alat antara lain: mikroskop cahaya, mikroskop *electron*, mikroskop *field on*, mikroskop *field emission* dan mikroskop sinar-X. pada pengujian ini menggunakan alat yang bernama mikroskop cahaya, sehingga keuntungan dari pengamatan struktur mikro ini adalah :

1. Untuk Mengetahui hubungan sifat dari bahan dengan struktur dan cacat pada bahan uji.
2. Mengetahui sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui.

Awal persiapan yang harus dilakukan sebelum melakukan pengamatan struktur mikro adalah penginderaan spesimen, pengamplasan dan pemolesan dilanjutkan pengetsaan. Setelah memilih sampel dan kemudian di ratakan kedua permukaan tersebut menggunakan mesin bubut atau mesin lainnya, namun harus terjaga pendinginannya agar panas yang berlebih tidak timbul sebab bila timbul panas berlebih akan dapat merusak struktur mikronya. Setelah semuanya rata lalu gosok permukaan menggunakan kertas ampelas yang tingkat kekasarannya

bertingkat mulai dari yang paling kasar samapai yang paling halus, saat pengampelasan arah pengampelasan harus berubah tiap kali tahap, untuk menghasilkan permukaan yang rata dan halus maka pengampelasan harus lama dan dengan penuh kecermatan. Saat Pemolesan menggunakan bubuk penggosok atau pasta diaman dengan ukuran $1\mu\text{m} - 0,1\mu\text{m}$, ini dilakukan agar mendapatkan permukaan yang rata dan halus tanpa adanya goresan sehingga tampak mengkilap seperti cermin. Sedangkan untuk langkah terakhir adalah dengan cara memasukan spesimen ke dalam cairan larutan *etsa* dengan menggunakan penjepit tahan karat dengan permukaan yang dietsa menghadap ke atas.

Selama proses pencelupan maka akan timbul reaksi pada permukaan spesimen maka larutan atau yang menyentuh tadi spesimen harus segar/baru, maka sebab itu bagian-bagian struktur yang berbeda perlu digerak-gerakkan. Setelah selesai kemudian spesimen dicuci bersih, lalu dikeringkan dan dilihat atau difoto dengan mikroskop logam. Pengamatan struktur mikro memberikan data informasi tentang bentuk dari struktur, ukuran dari butir serta banyaknya bagian struktur yang berbeda dalam satu spesimen.

a. *Ferrite*

Ferrite merupakan salah satu unsur komposisi logam yang mempunyai batas maksimum kelarutan Carbon 0,025%C pada temperature 723°C , struktur kristalnya BCC (*Body Center Cubic*) dan pada temperature kamar mempunyai batas kelarutan Carbon 0,008%C.

b. *Austenite*

Austenite merupakan salah satu unsur larutan padat dengan mempunyai batas maksimum kelarutan Carbon 2% pada temperature 1130°C, struktur kristalnya FCC (*Face Center Cubic*).

c. *Cementit*

Cementit merupakan salah satu senyawa yang terdiri dari unsur *Fe* dan *C* dengan perbandingan tertentu dan struktur kristalnya *Orthohombic L ediburite* ialah campuran *Eutectic* antara besi Gamma dengan *Cementit* yang dibentuk pada temperatur 1130°C dengan kandungan Carbon 4,3%C.

d. *Perlit*

Perlit merupakan salah satu campuran *Eutectoid* antara *Ferit* dengan *Cementit* yang dibentuk pada temperatur 723°C dengan kandungan Carbon 0,83%C.

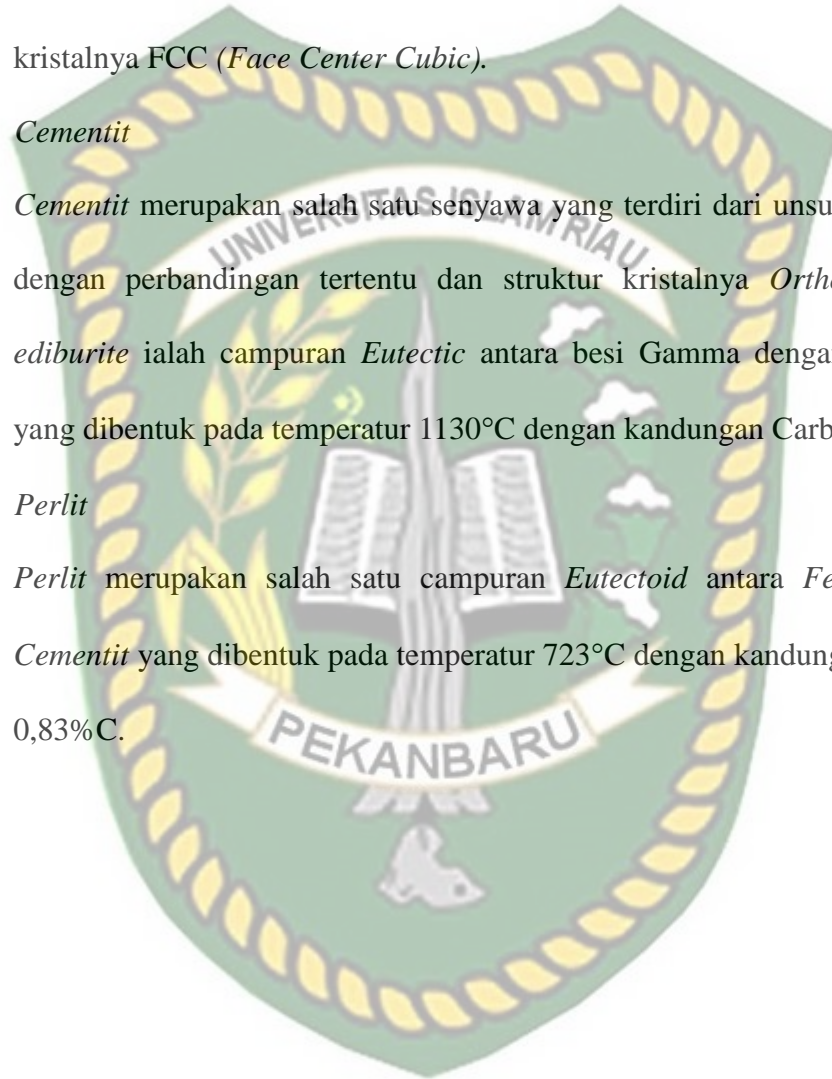


Table 2.1. Struktur mikro dalam baja

MENURUT BENTUK KRISTAL		
Unsur dan Simbol	Struktur	Penjelasan
Austenit (γ)	FCC	stabil pada saat temperatur yang tinggi
Ferit (α)	BCC	Stabil pada saat temperatur yang rendah, kelarutan padatan yang terbatas, dapat berada bersama Fe ₃ C (simentit atau lainnya)
Bainit (α)	BCC	Saat metastabil Austenit dengan didinginkan dengan laju pendinginan cepat tertentu. Terjadi hanya partisipasi Fe ₃ C, unsur paduan lainnya tetap larut
Martensit (α)	BCT	Fasa matasstabil terbentuk dengan laju pendinginan cepat, semua unsur paduan masi larut dalam keadaan padat
MENURUT KEADAAN		
Fasa dan Simbol	Struktur	Penjelasan
Perlit		Lapisannya terdiri dari ferit dan Fe ₃ C
Widmanstaetten		α dan γ adalah orientasi dalam pada partisipasi
Dendrit		Bentuknya seperti cabang-cabang pohon, terbentuk karena adanya struktur segregasi karbon pada pembekuan
Sobrit		Sobrit adalah bentuk perlit halus
Trosit		Trosit adalah bainit

2.4.3 Pembagian Logam Baja

Dalam pembelajaran khususnya pada ilmu tentang logam maka agar lebih mudahnya maka logam baja tadi kita sesuaikan pembagiannya:

- 1). Menurut dari unsur komposisi kimia yang ada pada bahan
- 2). Menurut struktur bahan dan jumlah komponen serta keperluannya.

Menurut komposisi kimia bahannya, logam baja terdiri dari dua bagian kelompok, yakni logam Baja karbon dan logam baja paduan.

1. Logam Baja Menurut unsur Komposisi Kimianya

- A. Logam Baja Karbon (C)

Jenis logam baja yang terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C). Jenis baja karbon ini adalah jenis logam baja yang mengandung unsur karbon dengan kandungan sebanyak 0,3 hingga 1,7 % pada dasarnya baja hanya sedikit mengandung kadar karbon, untuk mengetahui jenis baja berdasarkan kandungan karbonnya dapat digolongkan.

- 1) Baja kandungan karbon rendah (*low carbon steel*)

Untuk jenis Baja karbon rendah adalah baja yang mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,3% C. sehingga Baja karbon rendah ini dapat dengan mudah untuk dilakukan permesinan (*machining*) atau pembentukan dan mudah untuk dilas, baja karbon ini memiliki keuletan dan ketangguhan sangat tinggi namun tahan terhadap keausan tetapi memiliki kekerasan yang rendah. Baja jenis ini sering diaplikasikan pada bahan utama dalam proses pembuatan bodi kendaraan, konstruksi bangunan, dan lain-lain.

- 2) Baja kandungan karbon sedang (*medium carbon steel*)

Baja jenis ini adalah baja yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,3% - 0,6% C. sehingga baja karbon sedang mempunyai sifat kekerasan yang lebih tinggi dari baja dengan karbon rendah. Sehingga Kekuatan

tarik dari baja karbon sedang dan batas regangnya cukup tinggi, oleh sebab itu baja karbon rendah tidak mudah di proses atau dibnetuk oleh permesinan. Untuk pengaplikasian baja karbon ini banyak digunakan pada poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut dan lain-lain

3) Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Jenis baja karbon ini adalah baja yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,6% – 1,7% C. sehingga baja karbon tinggi ini mempunyai kekerasan tinggi, namun keuletannya cukup rendah. Sehingga baja karbon ini memiliki kekuatan paling tinggi dan paling sering dipakai dalam bahan utama dalam pembuatan perkakas (*tools*). Misalkan dalam pengaplikasian Baja karbon dipakai dalam proses pembuatan pegas dan alat – alat perkakas lainnya.

B. Baja Paduan

Jenis Baja paduan ini adalah jenis baja yang karbon yang telah menambahkan lebih dari satu unsur kedalam maaterial dengan maksud untuk memperoleh sifat-sifat yang di inginkan, hanya pada baja paduan atau tidak digunakan pada baja karbon. Jenis Logam paduan ini biasanya menggunakan nikel, mangan dan *chrom* sebagai tambahannya. Namun dilihat dari kadar paduannya maka baja paduan ini terbagi menjadi tiga golongan yakni:

1. Baja dengan paduan rendah (*low alloy steel*)

Pada baja dengan kandungan paduan rendah adalah jenis baja paduan yang mempunyai kadar paduannya kurang dari 2,5%. Sehingga baja jenis ini

dapat digunakan pada alat perkakas misalkan pada pahat kayu, gergaji dan juga pada poros.

2. Baja dengan paduan menengah (*medium alloy steel*)

Untuk jenis baja paduan menengah adalah jenis baja paduan yang mempunyai kadar kandungan sekitar 2,5% - 10%. Misalkan unsur-unsur yang ada pada jenis baja ini adalah unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

3. Baja dengan paduan tinggi (*high alloy steel*)

Untuk jenis Baja paduan tinggi adalah jenis baja paduan yang mempunyai kadar paduannya lebih dari 10%. Sedangkan unsur-unsur yang ada pada baja jenis ini adalah unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P.

2.4.4 Pengaruh Unsur Paduan

Dalam Penambahan unsur pada baja paduan berfungsi untuk:

1. Memperkuat kekerasan baja.
2. Memperbaiki kemampuan baja pada temperatur biasa.
3. Memperbaiki sifat-sifat mekanik pada temperature yang rendah maupun yang tinggi.
4. meningkatkan kekuatan atau sifat baja agar tahan terhadap keausan.
5. meningkatkan sifat *hardenability*.
6. Menaikkan sifat baja agar kuat terhadap korosi.
7. meningkatkan sifat baja dari kemagnetan.

Unsur kandungan pada baja paduan dikenal sangat banyak, biasanya unsur ini ditambahkan sesuai dengan sifat baja yang kita inginkan. Pada umumnya unsur

paduan dapat larut pada ferrit. Berdasarkan fungsinya unsur-unsur paduan dapat dikelompokkan atas beberapa kelompok, yaitu.

1. Penstabil pada ferrite yaitu dimana unsur pada baja paduan yang berfungsi untuk membuat ferrit lebih stabil sampai dengan yang lebih tinggi, contohnya: Si, Cr, Mo, W, dan Al.
2. Penstabil pada austenite, yaitu unsur pada paduan yang berfungsi agar austenite tetap stabil pada saat mencapai temperatur yang rendah. Contohnya: Ni dan Mn.
3. Penstabil karbit yaitu suatu unsur paduan yang berfungsi agar karbide lebih stabil, dan tidak gampang terurai. Contohnya: Co, Ni, W, Mn, Cr, V, Ti, Nb dan Ta.
4. *Carbide forming element*, yaitu unsur paduan dalam baja yang dapat membentuk karbida. Contohnya: Cr, W, Mo, Ti, Nb, Zr.
5. *Nitride forming element*, yaitu unsur yang dapat membentuk nitride. Contohnya: Al dan Ti.

Secara umum unsur paduan utama yang sering digunakan dalam pengolahan baja. Menurut.

1. *Carbon (C)*

Carbon adalah unsur penguat utama dalam baja, dengan jumlah persentase dan bentuknya akan sangat berpengaruh besar terhadap sifatnya dari suatu material. Jika berkombinasi dengan besi akan membentuk karbida Fe, C atau sementit yang sifatnya keras.

2. *Silicon* (Si)

Silicon menaikkan sifat dari kekerasan dan sifat elastisitas namun akan menurunkan kekuatan tarik baja dan keuletannya. Jika kekerasan dan ditemperatur, baja *silicon* akan memiliki kekuatan yang tinggi disertai keuletan dan ketahanan terhadap beban yang tiba-tiba. Digunakan pada baja dengan hysteresis yang rendah, baja pegas serta sebagai material tahan asam.

3. *Mangan* (Mn)

Dalam unsur mangan ini biasanya terdapat pada semua jenis baja komersial. Sehingga unsur ini berguna untuk meningkatkan sifat kekuatan dan kekerasan, serta menurunkan laju pendinginan kritis dan kemampuan keras baja ini dapat ditingkatkan dan juga meningkatkan kekuatan baja terhadap abrasi. Sedangkan pada baja yang memiliki kadar karbon diatas tinggi diatas 0,8% disebut baja paduan mangan.

4. *Nikkel* (Ni)

Nikel adalah suatu unsur paduan yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan baja dengan cara mempengaruhi proses tranformasi fasa. Jika berada dalam jumlah yang memadai, nikel dapat mempengaruhi sifat mekanik. Jika jumlah nikel relatif banyak, maka austenit pada baja akan stabil sampai temperatur kamar. Nikel tidak membentuk karbida dan tidak berpengaruh terhadap kekerasan dan dapat memperbaiki ketahanan korosi.

5. *Crom* (Cr)

Crom adalah unsur paduan yang berfungsi untuk membentuk karbida namun (tergantung dari jenis perlakuan yang digunakan dan kadarnya) digunakan untuk

menaikkan kemampuan keras baja, kemampuan tarik baja, ketangguhan dan tahan aus. Unsur *Crom* dipakai sebagai unsur paduan pada baja dan besi tuang yaiyu dengan menambahkan unsur nikel sehingga akan terbentuk baja dengan sifat yang keras dan tahan panas (*heat resistance alloy*).

6. *Molibden* (Mo)

Unsure ini sangat besar sekali pengaruhnya kemampuan keras baja dibandingkan dengan unsur paduan lainnya kecuali Mn. Akibat penambahan Mo, dalamnya pengerasan dari baja meningkat karena laju pendinginan kritisnya menjadi turun. Unsur ini Jika bercampur dengan unsur paduan lainnya, maka akan menaikkan sifat ketangguhan dan ketahanan mulur baja sreta menaikkan sifat ketahanan baja saat mencapai temperatur yang tinggi. Keberadaan molibden dapat menurunkan kerentangan terhadap temperatur Embrittlement pada baja sering terjadi, pada baja-baja Ni, Cr pada saat didinginkan dengan laju pendinginan yang tinggi dari temperatur temperingnya.

7. *Vanadium* (V)

Vanadium digunakan untuk meningkatkan kekuatan tarik bahan serta batas mulur dan dapat memperbaiki rasio antara kekuatan tarik dan mulur. Vanadium adalah unsur untuk proses pembentukan karbida yang kuat sehingga karbida yang terbentuk akan memiliki sifat yang sangat stabil. Dengan menambahkan campuran sekitar 0,04-0,05% dan kemampuan keras baja karbon medium dapat ditingkatkan.

8. *Wolfram* (W)

Wolfram adalah unsur yang memiliki titik cair 3410 °C biasanya berwarna kelabu, sangat keras namun akan rapuh pada temperatur normal, namun akan ulet saat mencapai temperatur tinggi. *Wolfram* dipakai dalam proses pembuatan filment, dan digunakan pada kawat radio serta dipergunakan juga sebagai unsure campuran paduan untuk alat potong (*tool steel*).

9. *Magnesium* (Mg)

Magnesium adalah unsur paduan yang berwarna putih perak yang mempunyai titik cair sekitar 651°C dan magnesium sangat mengkilap. Magnesium di pakai untuk bahan paduan ringan, karena memiliki sifat yang sama dengan aluminium. Karena Perbedaan titik cair antara magnesium dengan aluminium sangat kecil, untuk magnesium kekuatan tarik hingga 110 N/mm².

10. *Hydrogen* (H)

Hydrogen merugikan pada baja, karna baja menjadi getas dan menurunkan elastisitas, menurunkan reduksi penampang, menjadi pendorong terjadinya retak rambut.

11. Kalsium (Ca)

Kalsium meningkatkan ketahanan mengelupas bila digunakan sebagai material konduktor.

12. *Cupprum* (Cu)

Cupprum digunakan menaikkan kuat tarik pada batas mulur, menurunkan elastisitas walaupun kadar Cu sangat sedikit, tapi udara bajanya sudah tahan karat.

13. *Berilium* (Be)

Digunakan pada pegas koil pada arloji, sifat anti magnet dan lebih tahan dari pada pegas biasa. Dibuat dari paduan tembaga-berilium sebagai pegas. Paduan berilium-nikel sifatnya keras dan tahan korosi hingga banyak digunakan pada alat-alat operasi kedokteran.

14. *Kobalt* (Co)

Digunakan untuk menghalang pertumbuhan butir pada temperatur tinggi. Mempertahankan kekuatan pada temperatur tinggi dan tahan terhadap pengaruh penemperan. Digunakan sebagai unsur paduan pada baja poton cepat, baja perkakas dan baja tahan panas, unsur paduan pada baja magnetik permanen.

15. *Alluminium* (Al)

Digunakan untuk mempengaruhi pertumbuhan butir, menahan pengelupasan pada baja tahan panas, paduan Fe-Ni-Co-Al menjadi permanen.

16. *Cerium* (Ce)

Memperbaiki mampu bentuk dalam keadaan panas, bila pakai sebagai baja tahan panas maka tidak akan ada pengelupasan.

17. *Boron* (B)

Digunakan untuk memperbaiki dalam permukaan, menaikkan batas mulur jika dipadukan dengan baja krom, nikel, dipakai diinstalasi nuklir untuk baja saringan karena mempunyai nabsorpsi neutron yang tinggi.

18. *Titanium* (Ti)

Titanium Memliki warna yang putih kelabu, sedangkan sifatnya sangat kuat seperti baja dan stabil hingga temperatur 400°C, sehingga akan mampu tahan

terhadap korosi dan mempunyai berat jenis (ρ) = 4,5 kg/dm³. Titanium umumnya dipakai untuk pemurni pada paduan bercampur dengan aluminium dan logam lainnya. Titanium memiliki titik cair sekitar 1660°C dan memiliki kekuatan tarik 470 N/mm² serta mempunyai densitas 56 °C.

2.5 Deformasi

Deformasi ialah suatu perubahan dari ukuran atau bentuk dari suatu objek disebabkan karena beberapa hal yakni:

1. Sebuah penerapan yang diterapkan pada gaya (energi deformasi dalam hal mentrasfer melalui kerja).
2. Perubahan suhu adalah bentuk energi deformasi yakni dalam hal ini ditranfer melalui panas.

Deformasi atau perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi dari hasil tarik menarik suatu kekuatan bahan, serta gaya tekan atau gaya dorong, kekuatan geser, dan momen torsi atau momen putar. Deformasi sering digambarkan sebagai strain. Deformasi terjadi pada saat gaya yang diberikan pada material tidak terlalu besar, sehingga kekuatan-kekuatan ini mungkin cukup untuk diterapkan sepenuhnya sehingga memungkinkan objek untuk mengasumsikan keadaan ekuilibrium baru dan pada saat kekuatan beban dihilangkan maka bahan akan kembali ke bentuk semula. Namun saat gaya diberikan lebih besar sehingga dapat menyebabkan bahan akan mengalami deformasi permanen atau kegagalan struktur.

Deformasi dapat digolongkan menjadi dua bagian yakni:

2.5.1 Deformasi elastis

Deformasi elastis adalah perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi pada suatu bahan saat bahan itu diberi gaya atau beban, namun saat beban atau gaya dihilangkan maka bahan akan mengalami perubahan yaitu kembali kedalam kebentuk semula. Jika suatu bahan diberi tegangan tarik, maka material tersebut akan mengalami perubahan yaitu akan sedikit lebih panjang, dan bila beban tarik dilepaskan maka bahan akan kembali kebentuk semula. Jika material mengalami pembebanan penekanan maka material akan mengalami perubahan yaitu sedikit lebih pendek.. Dimensi-dimensi dari sel satuan berubah ketika material mengalami regangan elastis. Deformasi elastis ini terjadi jika sepotong bahan logam padat dibebani gaya, jika beban yang diberikan adalah gaya tarik, maka logam akan bertambah panjang. Namun setelah beban dihilangkan maka benda atau logam akan kembali ke bentuk semula. Namun saat badan menerima gaya tekan, maka bahan atau logam akan menjadi sedikit lebih pendek. Jadi Regangan elastis adalah hasil dari perpanjangan sel dari logam dalam arah tegangan tarik, maupun tegangan tekanan. Jika yang ada hanya deformasi elastis saja, maka regangan akan sebanding dengan tegangan. Perbandingan ini disebut modulus elastisitas (*modulus young*), dan merupakan karakteristik suatu logam tertentu. Jika gaya tarik menatik antar atom logam semakin besar maka makin tinggi pula modulus elastisnya. Maka Setiap perpanjangan atau perpendekan struktur Kristal logam dalam satu arah tertentu, karena gaya searah, maka akan menghasilkan perubahan dimensi dalam arah tegak lurus dengan gaya tadi.

2.5.2 Deformasi plastis

Deformasi plastis ialah perubahan bentuk dan ukuran saat terjadi pada benda atau logam secara permanen, walaupun beban yang diberikan akan dihilangkan.

Pada deformasi plastis terjadi bila sepotong logam atau bahan padat diberi gaya atau beban logam akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran, jika beban atau gaya dihilangkan maka bahan tidak kembali seperti semula atau mengalami perubahan permanen. Karena disebabkan terjadinya akibat sliding antara bidang atom, serta ikatan atom-atomnya pecah, sehingga deformasi ini tidak dapat dikembalikan. Saat sebuah objek yang akan mengalami deformasi plastis pasti akan mengalami perubahan deformasi elastis terlebih dahulu, yang reversible, sehingga objek tadi akan kembali ke bentuk aslinya. Soft termoplastik mempunyai perubahan deformasi plastis supaya besar sehingga lekukan ulet dari logam akan seperti tembaga, perak, dan emas. *Hard termosetting* plastis, karet, Kristal, dan keramik jenis bahan diatas mempunyai regangan minimal deformasi . contoh Satu bahan yang memiliki kisaran deformasi plastis adalah karet, yang dapat ditarik hingga puluhan kali sehingga akan melebihi dari panjang aslinya. Selama proses pengerasan regangan dalam material akan menjadi semakin kuat dengan melalui gerakan dislokasi pada atom. Pengecilan pada fase akan ditandai dengan penurunan dari luas penampang bahan. Sehingga Pengecilan dapat dimulai setelah kekuatan ultimate terpenuhi. Sehingga selama pengecilan bahan tidak mampu lagi untuk menahan tekanan maksimum dan makan tekanan pada bahan akan

meningkat dengan pesat. Dan akhirnya deformasi plastis selesai dengan fraktur material.

2.6 Poros

Poros merupakan salah satu bagian salah satu bagian elemen mesin yang terpenting dari setiap mesin. Sehingga hampir semua mesin yang meneruskan tenaga atau daya dari satu bagian kebagian lain menggunakan poros. Penerus utama dalam transmisi adalah poros. Poros dalam permesinan banyak digunakan sebagai penerus daya atau penerus putaran. Pada dasarnya konstruksi pada poros yang akan digunakan akan mengalami perubahan dimensi dengan tiba-tiba (poros bertingkat), dan mempunyai alur untuk snap-ring dan O-ring, serta poros mempunyai alur pasak dan lubang pasak yang digunakan untuk memasang elemen mesin yang lainnya. Poros roda beserta kelengkapannya menjamin 50 sampai 80 % berat kendaraan, pada saat yang sama poros roda harus menggerakkan roda-roda. Poros roda dapat dibagi 2 jenis yaitu poros roda depan dan poros roda belakang. Hal ini disesuaikan dengan sistem penggerak pada kendaraan tersebut. Pada prinsipnya poros roda memindahkan momen dari penggerak utama ke roda-roda kendaraan. Hal-hal penting dalam perencanaan poros adalah kekuatan poros dimana yang akan mengalami beban tarik atau tekan, puntir atau lentur. Kelelahan, bila diameter poros dikecilkan maka akan berpengaruh pada konsentrasi tegangan, poros ini mempunyai alur pasak, dan juga spline harus diperhatikan. Poros harus direncanakan dengan baik agar cukup kuat untuk menerima atau menahan beban-beban yang diberikan. Kekakuan suatu poros juga harus diperhatikan dan juga poros harus sesuai dengan mesin yang akan digunakan

Poros yang dipakai dalam permesinana biasanya dibuat dari baja karbon konstruksi dimana kadar karbonnya sudah terjamin. Saat sebuah perancangan elemen mesin, perubahan bentuk pada geometri tidak dapat dihindari sebab akan mempunyai maksud yaitu untuk pemasangan *bearing*, dan ada tempat saluran pelumasan, pemasangan roda gigi dan lain-lain. Sehingga saat Perubahan geometri maka akan terjadinya pemusatan tegangan (konsentrasi tegangan) hal ini dapat menyebabkan perubahan tegangan yang tinggi pada geometri, dan juga akan mengakibatkan berkurangnya umur dan kekuatan dari poros. Sehingga pada umumnya kegagalan yang terjadi pada elemen mesin adalah akibat beban dinamik dan statik dan terjadi pada titik-titik dimana terdapat konsentrasi tegangan yang tinggi.

2.6.1 Bentuk-Bentuk Poros

A. Poros yang digunakan adalah sebagai penerus daya dan putaran dalam permesinan, sehingga poros dapat di golongan sebagai berikut:

1. Bentuk Poros transmisi

Pada Poros jenis ini poros menerima beban puntir murni saja atau hanya menerima baban puntir dan lentur. Untuk daya yang diteruskan melalui poros ini dapat dilakukan dengan cara melalui kopling, roda gigi, puli sabuk dan sprocket rantai.

2. Bentuk poros Spindel

Poros jenis spindel adalah poros transmisi yang pendek, misalkan pada poros utama yang ada pada mesin-mesin perkaka. Sehingga beban utama dari poros ini adalah hanya beban puntiran . untuk syarat utama yang harus

dipenuhi poros jenis ini adalah deformasi yang dihasilkan harus kecil serta ukuran bentuknya harus lebih teliti.

3. Poros Gandar

Bentuk Poros jenis ini biasanya dipasang pada diantara roda-roda kereta barang, untuk poros jenis ini poros tidak menerima beban puntir malah kadang-kadang poros jangan sampai berputar. Poros jenis gardan hanya diperbolehkan mendapat momen punter saja, kecuali hanya digerakan oleh penggerak awal dan hanya akan mengalami beban puntir.

2.6.2 Sifat-Sifat Poros

1. Kekuatan Poros.

poros transmisi yang akan menerima momen puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dengan lentur, walaupun ada beberapa poros yang menerima beban tarik maupun beban tekan misalkan pada turbin dan balling-baling kapal. Maka poros akan mengalami yang namanya Kelelahan tumbukan atau pun pengaruh konsentrasi tegangan. Jadi saat merencanakan suatu poros harus kuat untuk menahan semua beban diatas.

2. Kekakuan Pada Poros

Walaupun poros memiliki sifat kekuatan yang baik tapi menerima beban lentur atau defleksi yang sangat besar maka akan mengakibatkan ketidaktelitian atau akan timbulnya getaran dan suara). Oleh sebab itu dalam perencanaan bukan hanya kekuatan poros saja yang harus diperhatikan tetapi juga kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan pada mesin yang akan dipakai.

3. Putaran Kritis Poros

Saat putaran dari mesin di tinggikan pada putaran tertentu maka akan timbul getaran yang sangat besar, sehingga putaran ini disebut dengan putaran kritis. Misalkan pada turbin motor torak, motor listrik, dll sehingga lama kelamaan akan menimbulkan kerusakan pada poros dan bagian lain yang terkena getaran. Maka saat perencanaan putaran kerjanya harus lebih rendah dari putaran kritis nya.

4. Korosi

Untuk bahan korosi yang digunakan harus dipilih untuk poros dan pompa saat bersentuhan dengan fluida yang korosif. Begitu juga pada poros-poros yang terancam kavitasi, dan pada poros yang berhenti lama maka poros harus mendapat kan perlindungan terhadap korosi..

2.6.3 Material Pada Poros

Bahan-bahan yang umum dipakai dalam proses pembuatan poros adalah *alloy steel* (baja paduan). Sehingga poros yang digunakan untuk menerima beban putaran yang tinggi dan juga menerima beban yang berat, maka poros dibuat dengan menggunakan baja paduan dengan proses pengerasan kulit ini dimaksudkan agar poros kuat terhadap keausan. . misalkan pada adalah baja khorm nikel, baja khrom nikel molebdenum, baja krhom, baja krom vanadium. Walaupun demikian tidak dianjurkan khusus karena hanya putaran tinggi dan pembebana yang berat saja..

2.7 Poros Roda

Poros roda adalah bagian dari elemen mesin yang berfungsi untuk menompang bagian mesin yang diam, berayun atau berputar, sehingga beban utamanya hanya tekukan saja atau tidak menerima beban puntir.

2.7.1 Poros penggerak roda

Axle shaft atau poros penggerak roda adalah poros yang berputar dengan fungsi utamanya meneruskan putaran dari mesin ke roda-roda pada kendaraan. Poros penggerak ini dibagi menjadi 2 macam yakni *front axle shaft* (poros penggerak roda depan) dan *rear axle shaft* (poros penggerak roda belakang). Tugas utama pada poros ialah penghujung dari gerak mesin yang digunakan untuk meneruskan energi dari mesin menuju ke gerak pada roda kendaraan.. Poros ini dipakai dalam memperoleh putaran torsi dan juga momen bending. Sehingga roda belakang adalah bagian yang paling berat saat menerima beban dibandingkan dengan roda depan, sehingga konstruksi poros roda belakang harus lebih kuat.

Poros penggerak roda depan digolongkan menjadi:

- Tipe *Axle shaft Rigid* dan
- Tipe *Independent Axle Shaft*.

1. Jika dilihat dari dudukannya maka poros dibedakan menjadi: yaitu

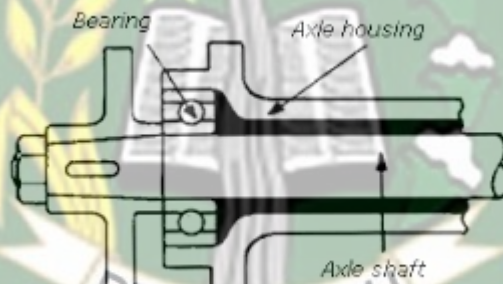
- *Front axle* adalah yang bagian berfungsi sebagai penerus dari mesin putaran ke rodadepan, namun juga berfungsi sebagai tempat knuckle supaya roda dapat dibelok-belokan.

- *Real Axle* adalah bagian yang berfungsi untuk penerus putaran dari side gear keroda-rodas.

2. Berdasarkan system penompang nya *axle shaft* dapat dibedakan menjadi :

a) *Half (1/2) floating type* (setengah bebas memikul)

Pada kendaraan yang menggunakan tipe jenis ini maka bantalanya akan dipasang antara *axle shaft housing* dengan *axle shaft* sehingga roda ini akan dipasang pada ujung poros. Maka jenis kendaraan yang menggunakan tipe ini adalah jenis mobil sedan.



Gambar 2.3. *Axle shaft* tipe *Half (1/2) floating type*

Kerugian nya:

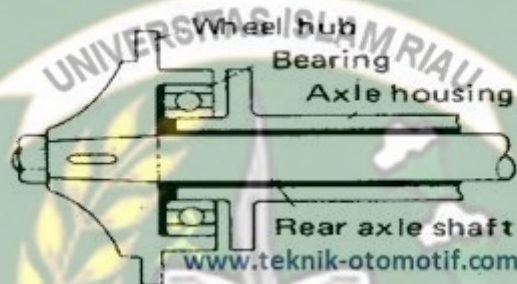
- Poros akan menjadi bengkok di sebabkan karena semua berat kendaraan ditumpu pada poros..
- Pada saat poros roda mengalami kegagalan maka tidak ada lagi yang menahan.

Keuntungan nya:

- Konstruksi sederhana
- Biaya nya murah

b) *3/4 floating tipe* (3/4 bebas memikul)

Pada kendaraan yang menggunakan poros tipe jenis ini maka Bantalan dipasang antara *axle housing* dengan *wheel hub*, sehingga secara tidak langsung poros roda akan ikut membawa beban pada kendaraan. Poros pada tipe ini banyak digunakan pada truk sedang ringan.



Gambar 2.4 . Axle shaft *3/4 floating tipe*

Kerugian nya :

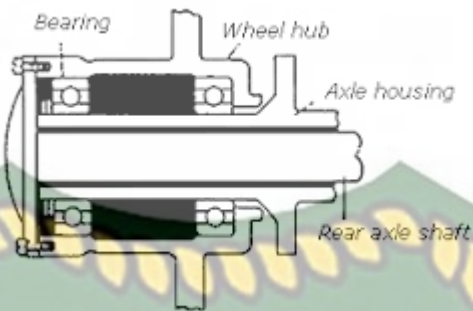
- Akibat gaya kesamping tetap menimbulkan kebengkokan.

Keuntungan nya:

- Pada tipe ini berat kendararan tidak semuanya di teruskan keporos roda, sehingga poros roda tidak mengalami kebengkokan.
- Pada saat poros roda mengalami kegagalan maka bantalan masih bisa menahannya.

c) *Full floating type* (bebas memikul)

Untuk kendaraan yang memakai jenis tipe ini maka *wheel hub* akan terpasang kokoh pada housing yaitu melalui dua buah bantalan sedangkan poros roda hanya untuk memutar roda saja. Sedangkan kendaraan yang memakai tipe jenis ini adalah pada pada kendaraan berat dan besar..



Gambar 2.5 Axle shaft Full floating type

Kerugiannya :

- Biayanya mahal

Keuntungannya :

- Karena berat dan beban kendaraan sepenuhnya di tumpu pada *axle shaft housing*, maka poros tidak bisa bengkok.
- Sedangkan Factor keamanan menjadi lebih baik sehingga mampu menahan atau membawa beban yang sangat berat.

3. Cara kerja poros roda dengan tipe *rigid*

Selainn fungsi *Axle rigid* sebagai penenrus untuk putaran ke roda-roda, dan juga merupakan sperti lengan panjang seperti poros mati, sehingga saat kendaraan berjalan maka kedudukan bodi pada kendaraan seperti mengikuti arak gerakan pada posisi axle.

Keuntungannya:

- Untuk tipe ini Konstruksinya cukup kuat.
- Sehingga akan sangat cocok dalam kendaraan dengan skala medium keatas.
- Poros ini mampu menerima beban yang berat.

- Sehingga Momen yang didapat akan lebih besar.

Kerugiannya:

- Suspensinya pada kendaraan yang menggunakan tipe ini keras.
- Saat kendaraan melewati jalan yang rusak maka berat bodi kendaraan akan menjadi tidak stabil.
- Sehingga menghasilkan Sudut belok yang kecil.

2.7.2 Load (beban yang akan di terima oleh poros)

Load diartikan sebagai kekuatan eksternal yang mendukung bagian dari suatu permesinan. Dalam pembebanan ini terdapat dari 3 tipe, yaitu:

- 1). beban tetap (steady load) adalah saat beban dikatakan diam atau tetap karena benda tersebut tidak akan berubah arahnya.
- 2). Beban bergerak (varying load), adalah saat pembebanan beban tadi dapat dipindahkan secara terus-menerus.
- 3). Beban kejutan (shock load), adalah saat pembebanan beban dapat digunakan dan dipindahkan secara tiba-tiba.

2.7.3 Konstruksi Penggerak Roda Belakang

Konstruksi pada roda belakang adalah bagian yang paling berat menerima beban dari pada roda depan, sehingga konstruksi pada poros penggerak rodanya juga harus relative lebih kuat. Untuk pemasangan poros akan dipengaruhi jenis suspensi yang digunakan pada kendaraan. Pada dasarnya suspensi yang dipakai dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu,

- 1). suspensi bebas dan
- 2). suspensi kaku.

Untuk suspensi bebas, jenis *axle shaft* yang dipakai biasanya menggunakan tipe melayang (*floating shaft type*), yaitu poros akan bebas dari menumpu beban dan akan bebas bergerak mengikuti pergerakan roda akibat suspensi kendaraan.

2.8 Kendaraan Colt Diesel

Yaitu kendaraan yang banyak digunakan untuk mengangkut buah kelapa sawit dan juga banyak digunakan untuk mengangkut material lainnya . Fungsi serta manfaat dari Mitsubishi cold diesel 125 PS ini. Sehingga kendaraan ini sangat cocok bagi pengusaha yang berguna dalam pengiriman barang atau bagi petani akan sangat cocok digunakan dalam mengantar hasil kebun sawit ke pabrik kelapa sawit. Karena kendaraan jenis ini mampu atau kuat saat melewati jalan dengan kondisi jalan-jalan berlubang, bergelombang dan berbukit sehingga cocok bagi pengusaha yang bergerak dibidang transportasi barang.



Tabel 2.5. Spesifikasi Kendaraan Mitsubishi Colt Diesel 125 PS

MODEL		FE 74 HD
Dimensi		
Jarak Sumbu Roda	Mm	3.350
Panjang Keseluruhan	Mm	5.960
Lebar Keseluruhan	Mm	1.970
Tinggi Keseluruhan	Mm	2.145
Tinggi Minimal Dari Tanah	Mm	210
Jarak Roda Depan Kiri-Kanan	Mm	1.400
Jarak Roda Belakang Kiri-Kanan	Mm	1.495
Berat		
Berat Kosong Termasuk Kabin	Kg	2.330
Berat Max G.V.W	Kg	7.500
Kemampuan		
Kecepatan Maksimum	Km/jam	110
Mesin		
Model		4D34-2AT8

Sumber: Mitsubishi, 2017

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor utama penyebab terjadinya kegagalan pada as roda kendaraan colt diesel 125 PS. Pada penelitian ini yang adalah patahan dari as roda.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisa terhadap as roda kendaraan colt diesel 125 PS yang mengalami kegagalan, kendaraan colt diesel 125 PS ini bekerja selama enam hari kerja dalam seminggu. Sedangkan jalan yang dilewati bermacam-macam dari jalan tanah, jalan yang berlubang-lubang atau bergelombang dan jalan yang berlumpur (becek) terutama pada lokasi untuk pengambilan buah kelapa sawit diperkebunan masyarakat, hingga jalan raya yang rata beraspal untuk mengantar buah kelapa sawit ke pabrik.

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Untuk melakukan proses pengujian tekan, komposisi dan pengujian mikro struktur penelitian ini dilakukan di Politeknik Manufaktur Negeri Bandung penelitian ini di laksanakan mulai bulan November 2017 hingga selesai.

3.2 Alat Dan Bahan

Peralatan dan bahan-bahan merupakan unsur utama dalam sebuah pengujian, dimana alat yang digunakan sebagai penunjang utama untuk mendapatkan hasil penelitian. Sedangkan bahan berguna sebagai bantuan untuk memperoleh hasil dari analisa yang akan dilaksanakan. Sehingga peralatan dan bahan-bahan yang dipakai untuk penelitian ini dan untuk mendapatkan data-data

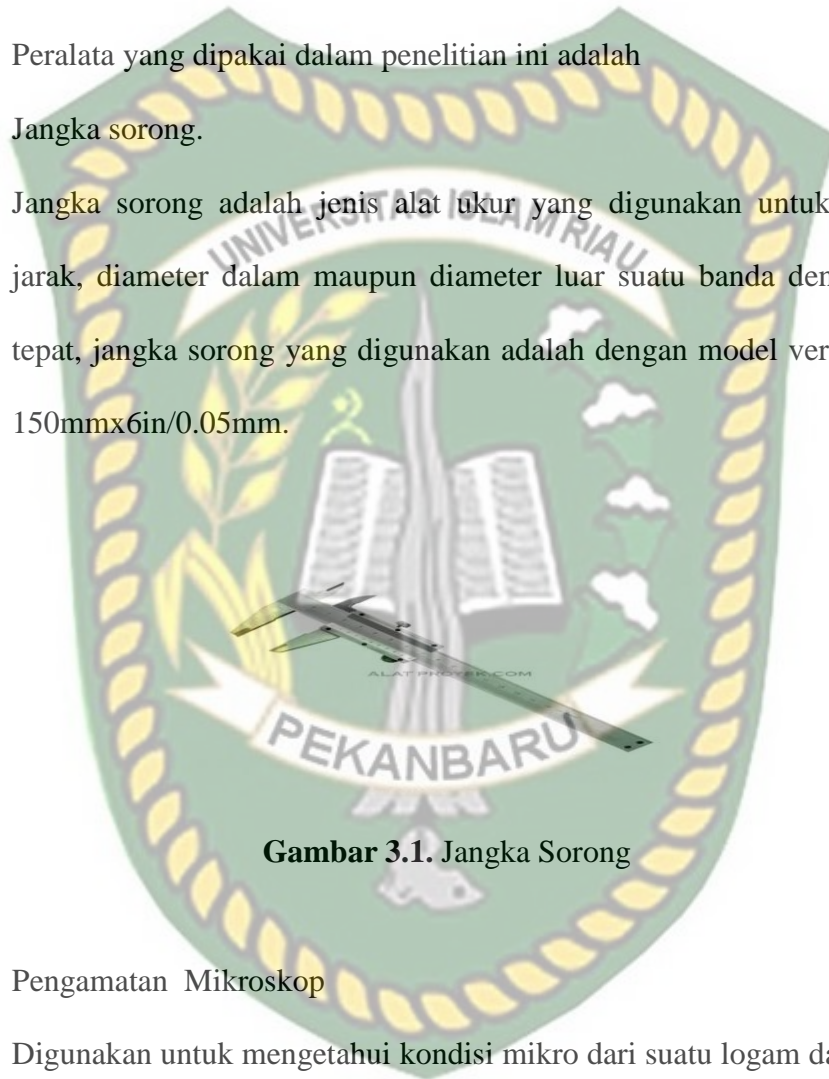
yang dibutuhkan dalam analisa kegagalan as roda pada kendaraan colt diesel 125 PS ialah:

3.2.1 Peralatan

Peralata yang dipakai dalam penelitian ini adalah

1. Jangka sorong.

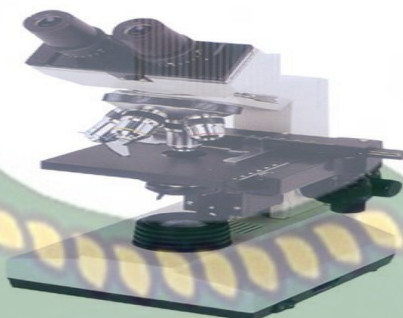
Jangka sorong adalah jenis alat ukur yang digunakan untuk mengukur jarak, diameter dalam maupun diameter luar suatu banda dengan sangat tepat, jangka sorong yang digunakan adalah dengan model vernier caliper 150mmx6in/0.05mm.



Gambar 3.1. Jangka Sorong

2. Pengamatan Mikroskop

Digunakan untuk mengetahui kondisi mikro dari suatu logam dan biasanya melibatkan batas butir dan fasa-fasa yang ada pada logam, alat yang digunakan dengan Model *Mikroskop Optik Olympus*, pengujian dilakukan di Polman Bandung.



Gambar 3.2. Mesin Uji Mikro

3. Mesin Uji Komposisi

Merupakan alat uji yang digunakan untuk mengetahui kandungan komposisi kimia pada material dasar, alat yang digunakan adalah model ARL3460 *Optical Emission Spectrometer*, pengujian ini dilakukan di Polman Bandung.



Gambar 3.3. Mesin Uji Komposisi

4. Mesin Bubut

Mesin ini digunakan untuk membuat specimen pengujian, yaitu menggunakan mesin bubut dengan Model OTC 400 x 2000 mm, pembubutan atau pembuatan sampel dilakukan di bengkel Yanmar Pekanbaru.



Gambar 3.4. Mesin Bubut

5. Gergaji Material

Alat ini digunakan untuk memotong material sebelum dibentuk sesuai dengan ukuran, yaitu menggunakan Model KRISBOW, pemotongan atau pembuatan sampel dilakukan di bengkel Yanmar Pekanbaru.

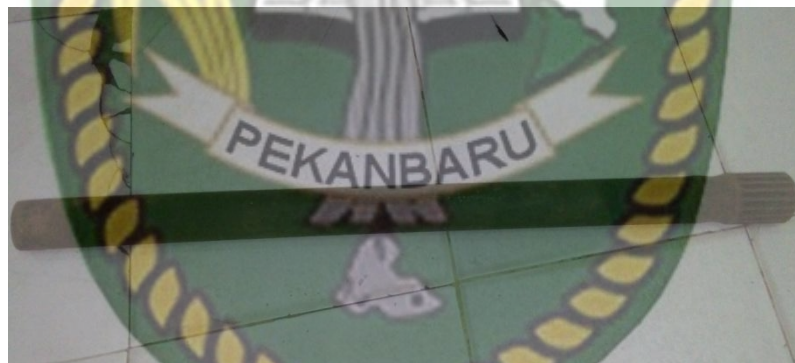


Gambar 3.5. Gergaji Mesin

3.2.2 Bahan

1. As roda kendaraan

As roda merupakan golongan baja paduan, maka pada pengujian ini digunakan as roda, karena baja ini digunakan pada poros kendaraan.



Gambar 3.6. Poros kendaraan

2. Kikir Besi

Kikir digunakan untuk meratakan dan menghaluskan suatu bidang atau specimen.

Gambar 3.7 Kikir

3. Amplas

Amplas digunakan untuk menghaluskan permukaan suatu benda kerja atau sampel agar menjadi lebih halus dan rata yaitu dengan cara menggosokkan salah satu permukaan dengan amplas yang telah ditambahkan bahan yang kasar pada permukaan benda tersebut, amplas yang digunakan adalah amplas kasar dan amplas halus.



Gambar 3.8. Amplas

3.3 Persiapan Material

1. Pengambilan sampel patah

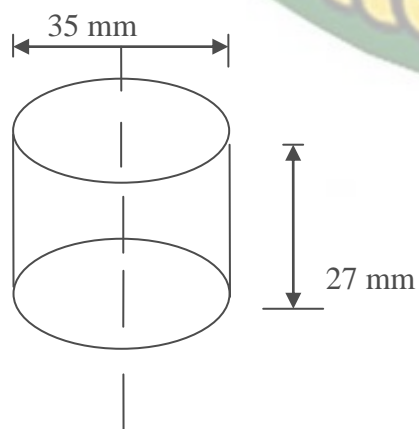
Sempel diambil dari poros as roda kendaraan 125 PS yang sudah patah. Seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.9 Sampel diambil dari As Kendaraan

3.4 Pengamatan Mikro Struktur

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur mikro pada suatu logam. Permukaan spesimen yang akan dilihat struktur mikronya diampelas hingga halus dengan menggunakan amplas yang sudah disediakan. Agar permukaan tidak terlihat bercak amplas maka permukaan spesimen dipoles menggunakan pasta alumina. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Manufaktur Negeri Bandung. dengan material berukuran panjang 27 mm, dan diameter 35 mm.



Gambar 3.10 Contoh spesimen uji mikro

Langkah-langkah dalam pengujian Mikro adalah:

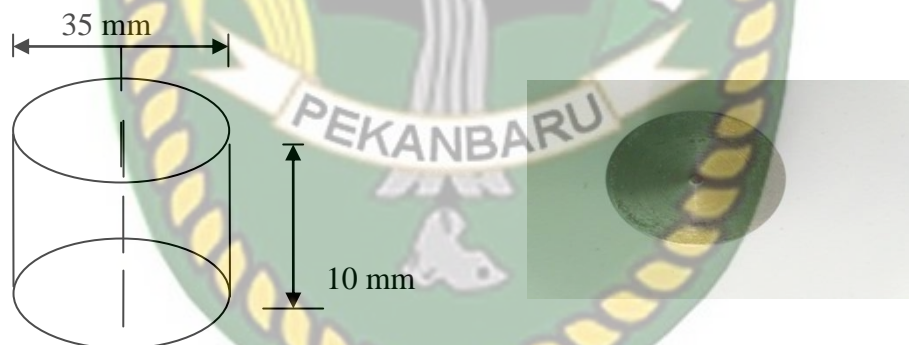
1. Cutting, merupakan prosedur yang harus dilakukan untuk dapat mengetahui proses dari pemotongan yang tepat untuk pengambilan sampel dalam benda uji.
2. Mounting merupakan proses untuk menempatkan benda uji pada suatu media, kemudian untuk mempermudah dalam penanganan sampel yang kecil dan yang tidak beraturan tanpa merusak benda uji.
3. Grinding adalah proses dimana untuk meratakan atau menghaluskan dari permukaan benda uji yaitu dengan cara menggosokkan permukaan dengan amplas.
4. Pemolesan (Polishing), adalah proses yang dilakukan untuk menghasilkan permukaan sampel yang cukup halus dan mengkilat seperti kaca tanpa adanya goresan menghilangkan ketidakteraturan sampel hingga orde 0,01 μm .
5. Etsa adalah proses dimana untuk mengamati dan mengidentifikasi detail dari struktur logam dengan menggunakan mikroskop optik setelah melakukan proses etsa pada sampel terlebih dahulu, mengetahui perbedaan antara etsa kimia dengan elektro etsa serat aplikasinya..

3.5 Proses Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi dilakukan untuk mengetahui presentasi unsur kimia dalam specimen uji. Sedangkan ukuran specimen adalah diameter mulai 2 cm sampai 10 cm, sedangkan tebal dari 1 mm sampai 100 mm, ukuran sampelnya

adalah tebal 10 mm, dan diameternya 27 mm. Berikut adalah proses untuk mengamati uji komposisi kimia yakni:

- Pemotongan specimen harus sesuai dengan ukuran dari alat uji dan juga harus sesuai dengan bentuknya.
- pembersihan specimen dilakukan dengan cara pengikiran dan pengamplasan.
- Kemudian Mengamplas specimen yang telah sudah di bersihkan.
- Melakukan pengujian specimen, pengujian dilakukan menggunakan alat uji bernama *OES* yang berfungsi untuk melihat unsur-unsur kandungan yang ada pada spesimen



Gambar 3.11 Contoh specimen Uji Komposisi.

3.6 Simulasi Perhitungan

Setelah didapat data dari poros kendaraan pengangkut kelapa sawit maka selanjutnya dilakukan perhitungan tegangan geser yang terjadi pada poros.



Dik .d = 38 mm, L = 79.8 cm

Gambar 3.12 Dimensi pada poros

- Untuk mencari torsi .

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi \times N}$$

- Maka tegangan geser pada poros

$$\tau = T / \frac{\pi}{16} d^3$$

- Untuk momen Inersia menggunakan rumus.

$$I = \frac{3.14}{64} D^4$$

- Maka untuk mencari Defleksi yang terjadi pada poros.

$$Y = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I}$$

Dimana :

τ = Tegangan (N/mm²)

T = Torsi (Nm)

N= Putaran (rpm)

d = Diameter (mm)

P = Daya (Kw)

I = Momen Inersia (mm⁴)

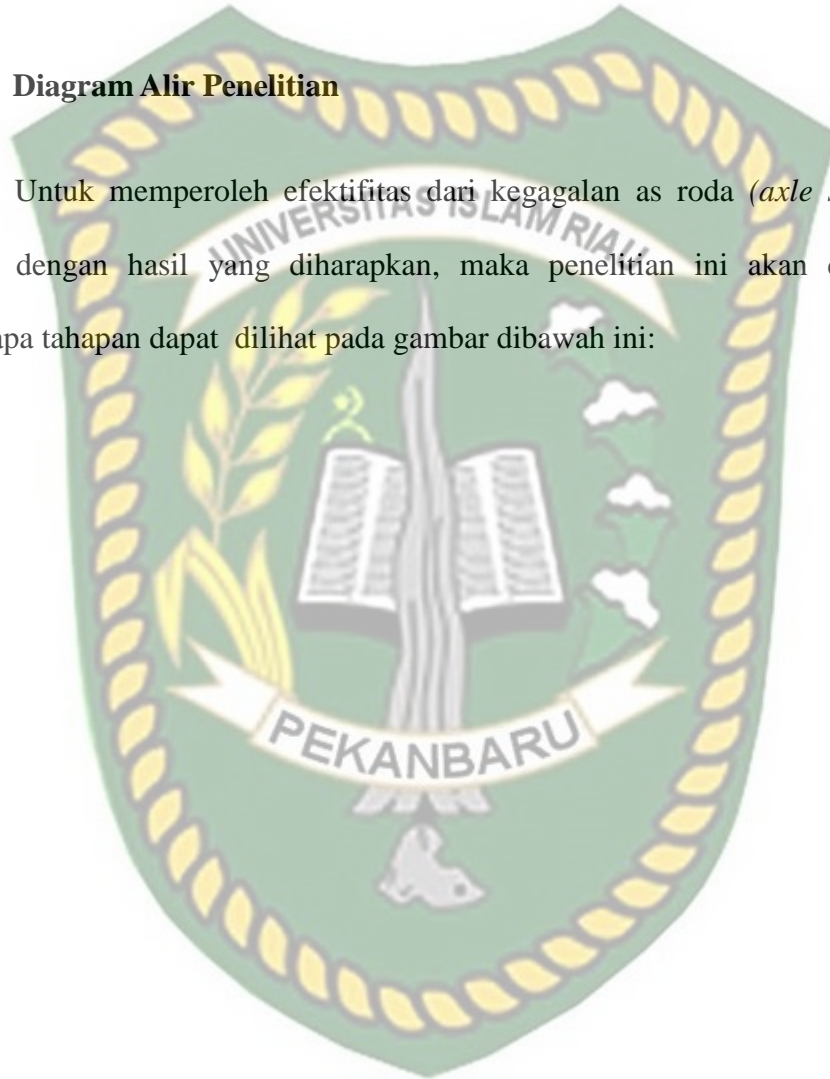
F = Beban (N)

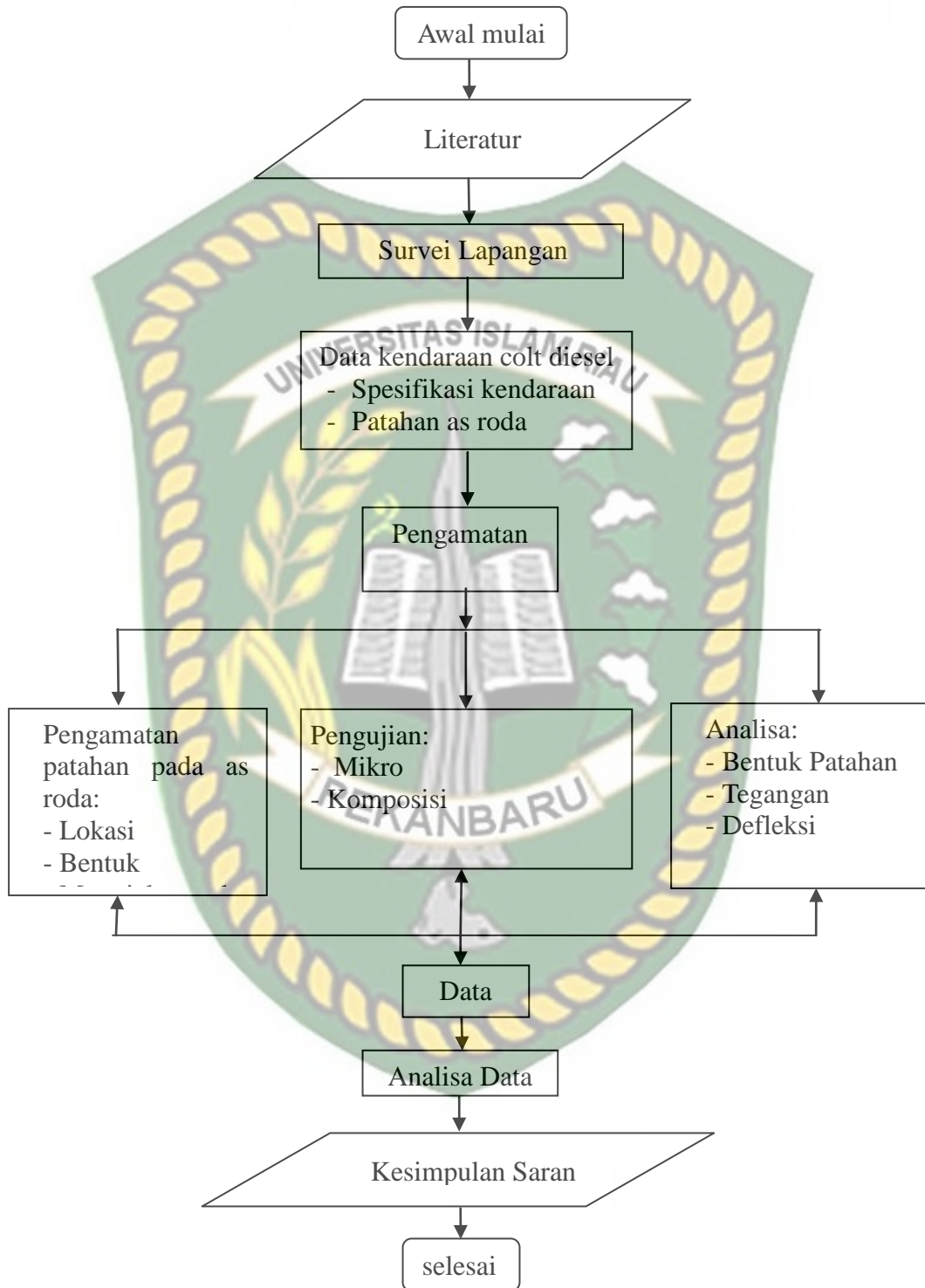
L = Panjang (mm)

E= Modulus Elastis (N/mm²)

3.8 Diagram Alir Penelitian

Untuk memperoleh efektifitas dari kegagalan as roda (*axle shaft*) yang sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka penelitian ini akan dibagi atas beberapa tahapan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:





Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

Penelitian yang dilakukan saat ini untuk mengetahui penyebab utama terjadinya patah dini yang terjadi pada as roda sebelum waktu yang telah ditentukan. Sebagaimana telah dinyatakan sebelumnya bahwa as roda kendaraan akan patah sebelum waktu yang ditentukan yaitu kurang dari 8 bulan. Untuk menentukan penyebab utama patahnya as roda maka pada penelitian ini diperhitungkan rata-rata yang sering diangkut kendaraan. Berdasarkan beban yang terjadi pada poros roda dan juga dengan pengujian komposisi dan mikro sesuai standart.

4.1 Kendaraan

4.1.1 Beban Kendaraan

Pada kendaraan colt diesel yang sering digunakan untuk mengangkut buah kelapa sawit dengan berat yang terdiri dari berat kendaran, berat 3 orang dan beban yang dibawa sehingga berat keseluruhan 14.630 kg. dengan rute jalan dari perkebunan sawit ke pabrik pengolahan sawit yaitu 20 km, berat keseluruhan dari kendaraan colt diesel pengangkut buah kelapa sawit ini didapat dengan cara penimbangan yaitu kendaraan colt diesel ditimbang keseluruhan maka secara otomatis akan muncul angka berat kendaraan tersebut. Kendaraan yang digunakan untuk mengangkut kelapa sawit memiliki spesifikasi seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Spesifikasi kendaraan colt diesel

Spesifikasi Kendaraan Mitsubishi Colt Diesel	
Mesin	4D34 – 2AT8
Panjang total	5.960 mm
Lebar total	1.970 mm
Tinggi total	2.145 mm
Jarak sumbu roda	3.350 mm
Berat kosong	2.330 kg
Berat maksimum bersih	7.500 kg

4.1.2 Kondisi Rute Kendaraan Dan Lingkungan

Untuk rute jalan yang sering dilalui kendaraan Mitsubishi colt diesel 125 ps adalah

1) Jalan Tanah

Jalan yang dilalui kendaraan ini jalan tanah, jalan ini digunakan untuk mengantar buah sawit dari penampungan sementara ke pabrik. Jalan tanah yang dilalui kendaraan Mitsubishi colt diesel ini tidak semuanya rata atau jalannya datar namun ada juga jalan yang menanjak, menurun dan jalan yang bergelombang.

2) Jalan Lumpur/Becek

Untuk jenis jalan lumpur ini terdapat di dalam kebun sawit atau yang dekat-dekat dengan rawa. Jadi untuk kendaraan jenis Mitsubishi colt diesel 125 ps ini digunakan untuk mengangkut buah dari dalam kebun ke tempat penampungan sementara, dan pada saat kendaraan mitsubishi colt diesel ini saat melawati jalan

becek atau jalan yang berlumpur, biasanya kendaraan tersebut akan mengalami terpuruk atau gasing, sehingga mengakibatkan roda hanya berputar sebelah hal ini berbahaya karena dapat menyebabkan as roda akan mengalami kegagalan karena beban putar hanya ditumpu pada roda sebelah kiri atau yang kanan saja. Kondisi jalan yang sering dilalui, terpampang pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Kondisi jalan yang sering dilalui

Karena kendaraan colt diesel tipe ini menggunakan gardan dengan yaitu tipe bebas memikul yaitu dimana pada tipe ini poros penggerak roda tidak menyangga beban, sehingga beban sepenuhnya diterima pada bearing, yang terpasang dislubung dan *axle shaft* hanya menggerakkan roda, Karena semua beban ditumpu pada pada *bearing*, maka pada *bearing* lama kelamaan akan mengalami keausan atau gesekan. Sebab bila *bearing* tidak dapat bekerja secara maksimal dan menerima getaran yang berlebihan maka poros roda juga tidak dapat bekerja

secara maksimal dan bisa mengalami kegagalan, maka disarankan agar selalu mengecek kondisi pelumas atau gemuk pada *bearing* agar *bearing* dapat bekerja secara maksimal.



Gambar 4.2. Poros yang terpasang pada kendaraan.

4.2 As Roda

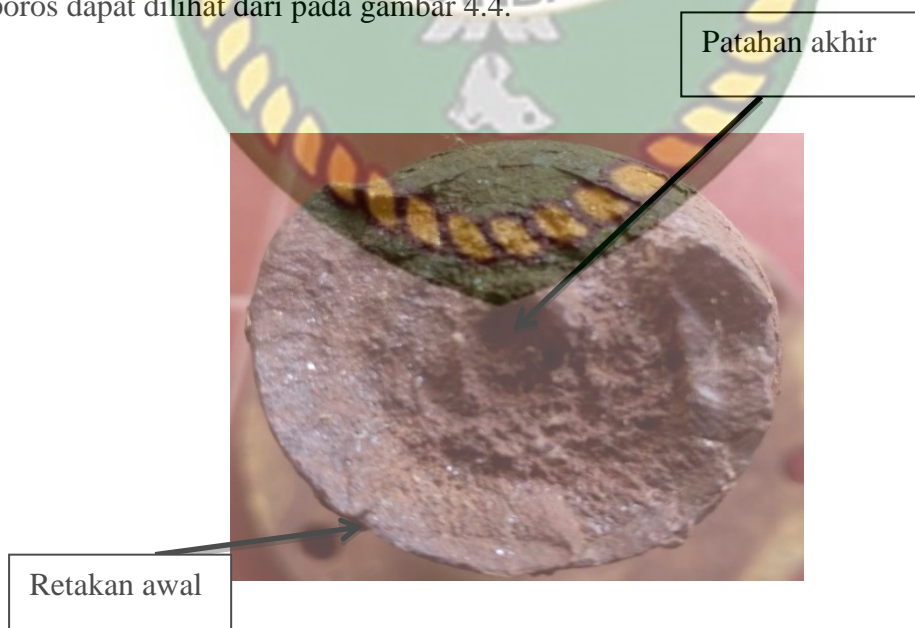
4.2.1 Pengamatan Visual Pada Komponen

Pada saat melihat secara langsung pada komponen hal ini untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi pada poros roda belakang. Pengamatan dilakukan dengan cara melihat tempat dan bentuk dari kerusakan misalkan ebntu pada permukaan serta area pada patahan. Patah ini terjadi pada poros terletak di bagian tengah kurang lebih 17 cm dari kepala poros atau letak baut. Seperti diperlihatkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Bentuk as roda secara utuh

Untuk melihat lebih jelas bentuk dari permukaan patahan yang terjadi pada poros dapat dilihat dari pada gambar 4.4.



Gambar: 4.4. Bentuk patahan pada permukaan

Dari gambar 4.4 Dari hasil saat melihat poros yang mangalami kegagalan secara langsung yaitu poros kendaraan yang mengalami patahan yaitu pada area kurang lebih 17 cm dari kepala baut. Dan saat diperhatikan terdapat perbedaan karakter betuk pada patahan yaitu pada bagian luar permukaan yang patah akan terlihat bagian dari awal retakan dan bagian dalam adalah bentuk patah akhirnya. Sehingga dapat dilihat yaitu patahan pada bagian terluar akan terlihat lebih halus dari pada bagian yang terdalam. Dari hasil pengamatan patahan secara langsung ini maka akan terlihat sangat jelas, karena adanya perbedaan pada material poros. Hal ini membuktikan bahwa pada poros roda bagian belakang sudah mengalami proses pengerasan (*heat treatment*) dah menyebabkan poros roda pada bagian belakang akan lebih keras tetapi akan getas dan bagian dalam pada material dasar akan lebih lunak dibandingkan bagian luarnya. Dan juga pada terlihat pada permukaan dari patahan poros adanya indikasi patah awal (*initial fracture*) yaitu dengan adanya permukaan lebih halus dan perambatan patah (*propagation of fracture*). Sedangkan permukaan bagian dalam terlihat kasar ini menandakan bahwa bagian dalam tidak mengalami pengerasan

4.3 Hasil Dari Pengujian

4.3.1 Komposisi Kimia Material

Setiap bahan material memiliki sifat yang berbeda-beda sesuai dengan komposisi unsur kimia yang dikandung. Berikut tabel hasil pengujian komposisi kimia material pada as roda.

Tabel 4.2. Hasil pengujian Komposisi pada As Roda

No	Unsur	Nilai (%)	No	Unsur	Nilai (%)
1	Carbon (C)	0.418	11	Wolfram (W)	0.003
2	Silicon (Si)	0.253	12	Titanium (Ti)	0.020
3	Sulfur (S)	0.017	13	Tin (Sn)	0.001
4	Phosphorus (P)	0.022	14	Aluminium (Al)	0.034
5	Manganesa (Mn)	1.665	15	Plumbun (Pb)	0.000
6	Nickel (Ni)	0.02	16	Antimony (Sb)	0.000
7	Chromium (Cr)	0.20	17	Nioboum (Nb)	0.000
8	Molybdenum (Mo)	0.007	18	Zirconium (Zr)	0.001
9	Vanadium (V)	0.004	19	Zinc (Zn)	0.001
10	Copper (Cu)	0.009	20	Ferron/ Iron (Fe)	97.327

Pada tabel 4.2 hasil pengujian komposisi dilakukan di politeknik manufaktur Negeri Bandung. Menunjukkan bahwa material poros belakang memiliki jenis baja Aisi SAE 1541. Menurut literatur baja yang sering

digunakan dalam pembuatan axle shaft adalah baja SAE 1541. Dimana kandungan mangan dalam axle shaft cukup besar.

Tabel 4.3 hasil analisa komposisi kimia dengan standar acuan

Unsur	Hasil uji (%)	Standart SAE 1541 (%)
Carbon	0.418	0.36 – 0.44
Silikon	0.253	0.15 – 0.35
Manganese	1.66	1.35 – 1.65
Phosphours	0.022	<0.030
Sulfur	0.017	<0.050

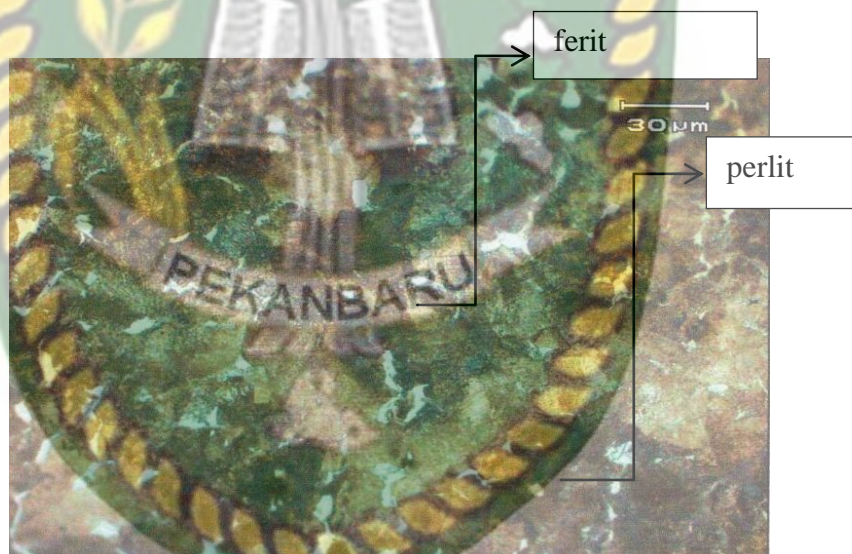
Dari tabel 4.3 dari hasil uji material unsur-unsur yang terdapat pada axle shaft masih sesuai standar SAE 1541. Sehingga axle shaft masih memenuhi kriteria standart SAE 1541 dan kemungkinan kegagalan poros belakang disebabkan faktor lain

4.3.2 Pengamatan Metalografi

Dari pengamatan mikro yang dilakukan dipermukaan patahan *axle shaft*. Dan hasil dari pengamatan bahwa bagian luar dari poros belakang adalah martensite dan bagian terdalam ferit dan perlit. Untuk lebih jelasnya terlihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6.



Gambar 4.5. Struktur mikro bagian terluar



Gambar 4.6. Struktur mikro bagian terdalam

Dalam perancangan poros roda pada bagian belakang kendaraan umumnya telah di desain dan diperhitungkan dengan sangat matang oleh para perancang yang sangat ahli pada bidang tersebut. Pada saat pembuatan poros, poros akan mengalami yang namanya, proses pengerasan pada bagian terluar dengan kedalaman tertentu. Pada material dasar pada poros yang mengalami proses pengerasan ini dimaksudkan agar dapat meningkatkan sifat-sifat dari material

tersebut seperti meingkatkan kekuatan (*strength*), ketahanan aus (*wear resistance*) dan kekakuan (*stiffness*). Sebab pada material poros roda pada bagian belakang adalah merupakan baja yang berupa fasa ferit - perlit yang mempunyai sifat lunak dan ulet terlihat pada gambar 4.6, maka dari itu akan dilakukan proses pengerasan yaitu pada bagian terluar dari poros roda tersebut. Pada Proses ini di fungsikan agar pada permukaan atau bagian terluar poros fasanya akan berubah yaitu akan menjadi fasa *martensit* temper yaitu fasa yang bersifat keras tetapi getas, yaitu dengan cara *Induction hardening* yaitu mengeraskan sisi permukaan *axle shaft* yang terkena induksi yaitu pada bagian diameter shaft (spline sampai sisi sebelum flange). Panas yang di timbulkan dari mesin ini berasal dari panas induksi listrik berfrekuensi tinggi sehingga kekuatan poros roda meningkat. terlihat pada gambar 4.5. jika terdapat adanya batas butir yaitu ferit yang memiliki sifat lunak yang terdapat pada martensit maka hal ini akan dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan dan hal ini dapat menyebabkan poros roda mengalami kegagalan, hal ini terjadi karena proses pengerasan yang kurang sempurna. Pada gambar 4.5 terlihat tidak adanya fasa ferit yang ada hanya martensite dan ini sesuai dengan prosedur pembuatan. Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa pada proses pengerasan pada permukaan poros roda belakang sesuai yaitu semuanya mengalami fasa martensit (*full martensit*) karena tidak tercampurnya ferit dan perlit pada fasa martensite.

4.3.3 Analisa Shear Stress Pada Axle Shaft

Simulasi perhitungan nilai torsi dan tegangan geser axle shaft pada kendaraan mitsubishi colt diesel 125 ps. Dengan spesifikasi mesin terlihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Spesifikasi mesin mitsubishi colt diesel

Jenis Mesin 4D34-2AT8	
Tenaga maxsimal (PS/rpm)	125/2900
Momen puntir maxsimal (Kgm/rpm)	33/1600
Perbandingan gigi 1	5.380
Perbandingan gigi 2	3.028
Perbandingan gigi akhir	6.333

Dari tabel 4.4 diatas dapat dicari:

1. Torsi di mesin.

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi \times N}$$

$$P = fc \times p \text{ (Kw)}$$

$$P = 1.0 \times (125 \times 0.735)$$

$$P = 91.87 \text{ Kw}$$

$$P = 91.87 \text{ w} \times 10^3 \text{ maka}$$

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi \times N}$$

$$T = \frac{91.87 \text{ w} \times 10^3 \times 60}{2\pi \times 2900} = \frac{5512200}{18212} \text{ maka}$$

$$T = 302.66 \text{ Nm}$$

2. Torsi pada poros

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{pd}{n^2}$$

N_1 = putaran output pada transmisi

$$N_1 = \frac{n}{lr1}$$

$$N_1 = \frac{2900}{5.380}$$

$$N_1 = 539 \text{ rpm}$$

N_p = putaran pada poros

$$N_p = \frac{n1}{ig}$$

$$N_p = \frac{539}{6.333}$$

$$N_p = 85 \text{ rpm}$$

Maka:

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{pd}{n^2}$$

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{91,87}{85}$$

$$T = 10,527 \times 10^5 \text{ kg.mm}$$

$$T = 10,527 \times 10^5 \text{ kg.mm} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times \frac{1 \text{ M}}{10^3 \text{ mm}}$$

$$T = 103,16 \times 10^2 \text{ Nm} = 10316 \text{ Nm}$$

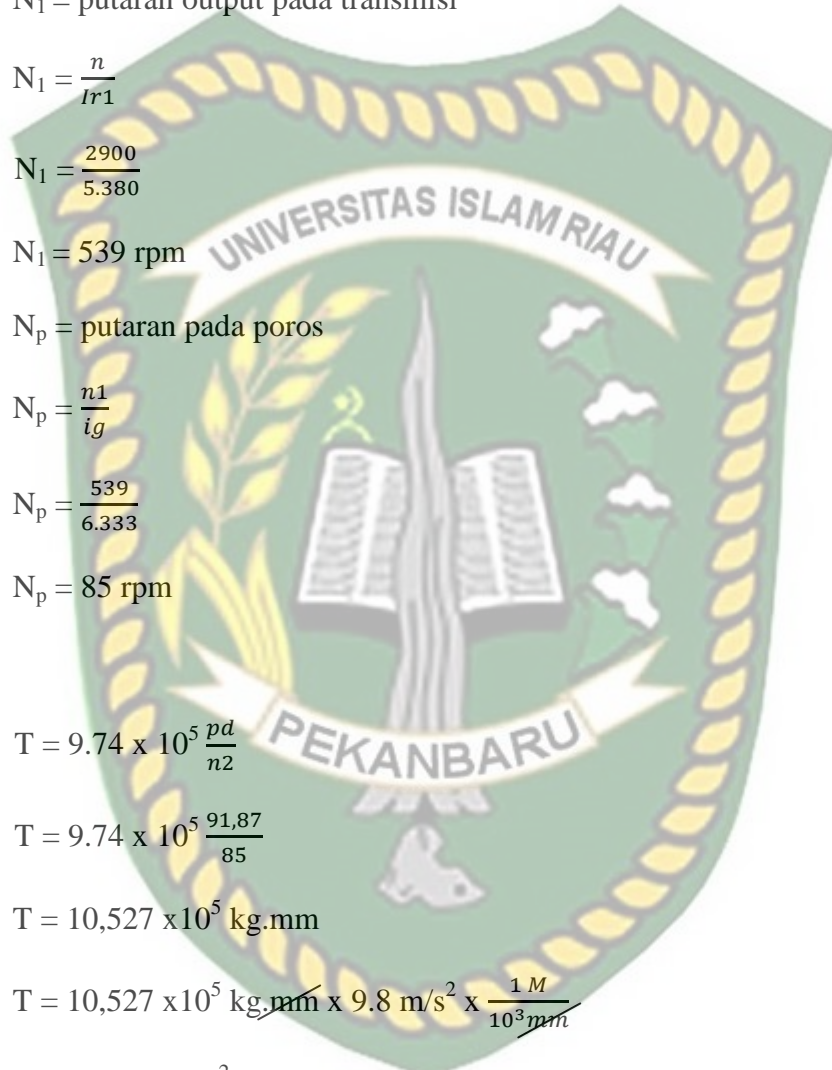
Maka *Shear stress* pada poros adalah:

$$\tau = T / \frac{\pi}{16} d^3$$

$$\tau = 10316 \text{ Nm} / \frac{3,14}{16} 38^3 \text{ mm}$$

$$\tau = 10316 \text{ Nm} / \frac{3,14}{16} 0,038^3 \text{ m}$$

$$\tau = 96,4112159 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$



Jika $\tau_{\max} \geq \frac{S_y}{2}$

Sehingga : $\tau_{\max} \geq \frac{S_y}{2}$

$$\tau = 96,4112159 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \geq 70 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

$$\tau = 96,4112159 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \geq 35 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

Dari hasil perhitungan diatas berdasarkan simulasi tegangan geser maksimum didapat nilai torsi pada poros 10316 Nm, sehingga didapat hasil

$\tau_{\max} \geq \frac{S_y}{2}$, $\tau = 96,4112159 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \geq 35 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Sehingga dapat

disimpulkan bahwa kegagalan yang terjadi pada poros adalah murni momen torsi, disebabkan karena tegangan yang bekerja pada poros telah melewati batas tegangan normalnya. Dikarenakan konstruksi gardan yang menggunakan tipe yaitu bebas memikul karena pada jenis ini poros roda itu tidak menerima beban karena beban semuanya diterima atau ditumpu oleh bearing dan fungsi poros hanya untuk menggerakkan roda. Untuk konstruksi pada poros memikul model full floating type, untuk jenis ini bantalan-bantalan dipasang antara housing dan wheel hub, untuk roda dipasangkan pada hub, maka beban seluruh kendaraan diterima oleh bearing yang dipasang pada *housing*, dan untuk poros roda hanya memutar roda.

4.3.4 Perhitungan Defleksi Yang Terjadi Saat Pembebanan

Menurut gaya yang dipakai, defleksi (y) dapat dihitung berdasarkan rumus

1). Momen inersia

$$I = \frac{3.14}{64} D^4$$

$$I = \frac{3.14}{64} 2085136$$

$$I = 102301,98 \text{ mm}^4$$

2). Defleksi yang terjadi pada poros

$$Y = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I}$$

$$Y = \frac{71687 \text{ N} \times 79,8^3 \text{ mm}}{48 \times 190000 \text{ N/mm}^2 \times 102301,98 \text{ mm}^4}$$

$$Y = \frac{3,642915354 \times 10^{10} \text{ N.mm}}{9,329940576 \times 10^{11}}$$

$$Y = 0.039 \text{ mm.}$$

Dari perhitungan dapat disimpulkan bahwa pada saat poros mengalami pembebanan yakni dengan gaya sebesar 71687 N, maka defleksi yang terjadi masih diambang batas normal karena hanya sebesar 0.039 mm. Sebab pada kendaraan pengangkut kelapa sawit ini menggunakan gardan *full floating type* dimana semua pembebanan ditumpu pada bearing yang terpasang di slubung.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dan pembahasan yang dilakukan terhadap analisa kegagalan pada as roda sebagai penggerak pada kendaraan mitsubishi colt diesel 125 ps, maka diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Untuk beban total rata-rata yang sering dibawa oleh kendaraan colt diesel 125 ps ini adalah 14.630 kg. Sedangkan beban kendaraan standart yang dianjurkan adalah sebesar 10.010 kg.
2. Berdasarkan hasil pengujian komposisi yang dilakukan bahwa material poros yang digunakan pada kendaraan sesuai dengan standart pembuatan yaitu menggunakan baja AISI 1541.
3. Berdasarkan hasil pengamatan mikro, bahwa poros kendaraan bagian terluar adalah *full martensite*, hal ini disebabkan karena poros mengalami proses pengerasan kulit dari panas induksi listrik yang berfrekuensi tinggi dan ini sesuai dengan yang diharapkan.
4. Dari hasil perhitungan berdasarkan simulasi shear stress maksimal didapat nilai torsi 10316 Nm, sehingga didapat hasil $\tau_{\max} \geq \frac{S_y}{2}$,

$\tau = 96,4112159 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \geq 35 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ sehingga kelelahan atau kegagalan yang terjadi adalah momen torsi dan sebab pada konstruksi poros roda belakang menggunakan gardan dengan tipe bebas memikul. .

5. Faktor lain yang mempengaruhi terjadinya kegagalan pada poros roda sebelum waktunya adalah kurangnya perawatan yang dilakukan pada *bearing* yang terletak di slubung.

5.2 Saran

Adapun saran yang dikemukakan dalam analisa kegagalan pada as roda sebagai penggerak kendaraan colt diesel ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pemilik dan pengemudi kendaraan sebaiknya menghindari membawa muatan yang berlebih agar umur *bearing*, slubung dan poros roda dapat terjaga dan dapat mengurangi kerugian materi.
2. Perlu dilakukan riset lanjutan yaitu dengan menambahkan pengujian pada as roda misalkan dengan melakukan pengujian puntir, pengujian lelah.
3. Untuk pengemudi kendaraan saat melewati jalan yang berlubang hendaklah berhati-hati dan menjaga kecepatan kendaraan, dan saat melewati jalan berlumpur dan menanjak jangan memaksakan kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Van Vlack, Lawrence H. Elemen-elemen ilmu dan Rekayasa Material. Edisi keenam.
2. Smallman R.E. Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material. Edisi Keenam
3. Djaprie, Sriati. Metalurgi Mekanik. Edisi ketiga, jilid pertama
4. Sularso dan Kiyatsugua. 1991. Dasar perancangan dan Pemilihan elemen mesin. Jakarta: Paramita.
5. Dahlan, Dahmir. 2012. Elemen Mesin. Jakarta: Citra Harta Prima.
6. Zainuri, Muhib. 2008. Kekuatan Bahan. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
7. Sonawan, Hery. 2009. Perancangan Elemen Mesin. Bandung: ALFABETA.
8. Rolando Orosa, Noel. 2012. Analisa Kegagalan Real Axle Shaft Truk Kapasitas 7,5 Ton. Jakarta: Universitas Indonesia.
9. Mulyati. 2010. *Analisa Kegagalan Poros Baja Karbon*. Padang: Universitas Negeri Padang.
10. Wahab, Rifanli. 2013. Analisa Kelelahan Axle Shaft pada Truk Isuzu ELF 125 ps. Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 6 Nomor 2.
11. Syahril. 2013. Analisa kegagalan Roda Belakang.
12. Wikipedia. 2017. Baja. <http://id.wikipedia.org/wiki>.
13. Irsel, Gurken. 2017. analysis of axle shaft fatigue failure and anti-fatigue system design.

14. Mandal, Subrata. 2015. Analysis Of an Intermediate Real Axle Shaft Failuri.
15. Subagyo, Tulus. Analisa Umur Pakai poros Pada Putaran Kritis Dengan uji Defleksi. *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik-Sistim*, Vol. 9 No. 3

