

**ANALISA KEGAGALAN PADA EXHAUST ENGINE  
VALVE G3406 CATERPILLAR UNTUK PENGGERAK  
POMPA MINYAK**



**SKRIPSI**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum  
Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang**

**Oleh :  
Muhammad Irfan  
15 22 11 05 13**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI  
PALEMBANG  
2020**

**ANALISA KEGAGALAN PADA EXHAUST ENGINE VALVE  
G3406 CATERPILLAR UNTUK PENGGERAK  
POMPA MINYAK**



Oleh :

Muhammad Irfan  
1522110513

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I



Ir. Iskandar Husin, MT

Pembimbing II



Martin Luther King, ST. MT

Mengetahui  
Ketua Program Studi



Ir. H. M. Ali, MT

---

**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**SKRIPSI**

**ANALISA KEGAGALAN PADA EXHAUST ENGINE VALVE  
G3406 CATERPILLAR UNTUK PENGGERAK  
POMPA MINYAK**

Oleh :

Muhammad Irfan

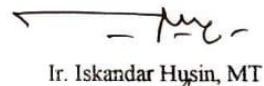
1522110513

Mengetahui, Diperiksa dan disetujui oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing I

  
Ir. H. M. Ali, MT

  
Ir. Iskandar Husin, MT

Dosen Pembimbing II

  
Martin Luther King, ST. MT

Disahkan Oleh :

  
Dekan  
  
Ir. H. Ashak Effendi, MT

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

**Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,**

Nama : Muhammad Irfan  
NPM : 1522110513  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin  
Bid. Kajian Skripsi : Metalurgi

Dengan ini menyatakan bahwa judul artikel ilmiah,

**Analisa Kegagalan pada Exhaust Engine Valve G3406 Caterpillar  
untuk penggerak pompa minyak**

benar bebas dari publikasi ganda, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

**Palembang,  
Yang Menyatakan,**



**Muhammad Irfan**

**Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Irfan  
NPM : 1522110513  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin  
Jenis Karya : SKRIPSI  
Bid. Kajian Skripsi : Metalurgi

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Analisa Kegagalan pada Exhaust Engine Valve G3406 Caterpillar**  
**untuk penggerak pompa minyak**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

**Dibuat di Palembang,**

**Tanggal Oktober 2020**

**Yang Menyatakan**



**Muhammad Irfan**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

**Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,**

Nama : Muhammad Irfan  
NPM : 1522110513  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin  
Bidang Kajian Skripsi : Metalurgi  
Judul Skripsi :

**Analisa Kegagalan pada Exhaust Engine Valve G3406 Caterpillar  
untuk penggerak pompa minyak**

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/ Plagiat. Dan telah melewati proses *Plagiarism Checker* yang dilakukan pihak Jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

**Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Mesin UTP**



Ir. H. M. Ali, MT

**Palembang,  
Yang Menyatakan,**



Muhammad Irfan

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator



# Plagiarism Checker X Originality Report

**Similarity Found: 0%**

Date: Sabtu, Oktober 17, 2020

Statistics: 10 words Plagiarized / 3929 Total words

Remarks: No Plagiarism Detected - Your Document is Healthy.

---

1 ANALIS KEAGALPADEXHAGI VALVEG346LAR U PENGE POMPA SKRIPSI Disun Un Memi S yarat Kuum Pada Programdiik Universitas Tridanti Palembang Oleh : Muhammmfan 15 22 11 05 13 FS TEKNIK UERANTI PNG 2 20 2 BAB I PDAHU 1.1. Latar Belakang Pada pengeboran minyak gas, kemampuan dalam penyaluran asil minyak ri pengumpul ke stasiun pengumpul berikutnya sangat penting untuk proses olahan selanjutnya.

Perusahaan yang rakam pengeboran minyak gas, mengalami kegagalan operasi pada penggerak yang digunakan. Dari yang dapat, penggerak tersebut Engine Caterpillar memiliki 325 Hp pada putaran 1800 Rpm. Engine dapat digambarkan sebagai sistem yang terdiri beberapa sistem pendukung bekerja secara terintegrasi. Engine didalamnya ada sistem yang bekerja secara ekologis.

Sistem-sistem tersebut ada sistem tenaga listrik, sistem bahan bakar, sistem pelumasan, sistem air dan sistem pendinginan. Sistem-sistem tersebut secara bersamaan sehingga ke engine yang merupakan output dari mesin itu sendiri. Dalam laporan engine dengan apasit silindernya, mengalami kegagalan masalah silindernya.

Dari yang telah patahan akedua 6 exhaust serta isi intake yang sudah akibat dari exhaust yang ke ruang mesin benturan. Kegagalan terjadi pada exhaust valve pembakalam (Intake Combustion) yang berdampak ada inersia kasar, bergetarnya mesin, tidak normal dan sebagainya. Berdasarkan atas, perlu diteliti mencari penyebab patahan pada exhaust valve sebagai penyebab kegagalan, sehingga dapat merumuskan langkah-langkah penanggulangan mencegah adanya kerusakan sejenis.

Analisa kegagalan (Failure Analysis) dengan sifat material seperti fraktografi, metalografi, dan uji mekanis. Hasil dari penelitian diharapkan dapat untuk menentukan tingkat kegagalan pada exhaust valve. 7 1.2.

## PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Sabtu, Oktober 17, 2020
Words	10 Plagiarized Words / Total 3929 Words
Sources	More than 4 Sources Identified.
Remarks	No Plagiarism Detected - Your Document is Healthy.



## *MOTTO :*

*Awali setiap perkara dengan basmalah, agar amal tidak terputus  
dari Allah Subhanahu Wata'ala*

*Ringan dilakukan, mudah diucapkan, dan semoga pertolongan  
Allah Subhanahu Wata'ala senantiasa kita dapatkan.*

## *Kupersembahkan untuk :*

- ❖ *Kedua orang tuaku Umi & Ayah yang selalu mendo'akan Ku*
- ❖ *Saudara – saudari Ku Tercinta*
- ❖ *Istri dan Anak Ku Tercinta*
- ❖ *Rekan-rekan kerja di perusahaan*
- ❖ *All Of My Friend (Teknik Mesin 2015)*
- ❖ *Almamater Ku*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas limpahan berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program strata satu Teknik Mesin Fakultas Teknik di Universitas Tridinanti Palembang, penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan skripsi ini, namun tentunya masih banyak kekurangan disana-sini baik dari segi isi maupun penyajiannya. Maka demi kesempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca, yang bersifat konstruktif.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, Penulis banyak menerima bimbingan dan bantuan dari semua pihak, dan untuk itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Umi dan Ayah Ku, yang selalu mendo'akan serta memberiku semangat dalam menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Ir. Iskandar Husin, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan Skripsi ini.
3. Bapak Martin Luther King, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing II yang mengoreksi dan memberi masukan serta saran yang membangun dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Hj. Rita Maria Veranika, ST, MT, selaku Pembimbing Akademik

5. Ibu Dr. Ir. Hj. Manisah, MP. selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
6. Bapak Ir. H. Ishak Effendi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
7. Bapak Ir. H. M. Ali, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang
8. Seluruh Staff Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
9. Rekan-rekan kerja di Workshop PT. Trakindo Utama Palembang
10. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang, Angkatan 2015 yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala, melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi sumbangan dan bermanfaat baik bagi pembaca juga menjadi bahan pelajaran untuk penulis di masa yang akan datang.

Palembang, Oktober 2020

Penulis

Muhammad Irfan

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	v
LEMBAR MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Analisa Kegagalan.....	6
2.1.1 Penyebab Kegagalan .....	6
2.1.2 Sifat-sifat Material.....	10
2.1.3 Pengamatan Makroskopik .....	11
2.1.4 Pengamatan Mikroskopik.....	12
2.1.5 Uji Kekerasan .....	14
2.1.6 Katup (Valve).....	17

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Metodologi Penelitian .....	23
3.2 Fokus Penelitian .....	25
3.3 Lokasi dan Obyek Penelitian.....	25
3.4 Teknik Pengambilan data .....	25
3.4.1. Informasi Kegagalan .....	25
3.4.2. Pemeriksaan Awal dan Pengamatan Makro .....	29
3.4.3 Identifikasi Komposisi Kimia .....	29
3.4.4. Pengamatan Struktur Mikro .....	30
3.4.5. Pengujian Kekerasan .....	33

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Rincian Kegagalan Exhaust Valve .....	35
4.2 Hasil Pengujian .....	35
4.2.1 Pemeriksaan Awal dan Pengamatan Makro .....	35
4.2.2 Identifikasi Komposisi Kimia .....	37
4.2.3 Pengamatan Struktur Mikro.....	39
4.2.4 Uji Kekerasan .....	42
4.3 Pembahasan.....	46

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	49

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 2.1. Penyebab Kegagalan .....	7
2. Tabel 2.2. Standar Kekerasan Pengujian Metode Rockwell .....	15
3. Tabel 2.3. Skala Aplikasi Khas Untuk Material .....	16
4. Tabel 4.1. Komposisi Kimia Pada Exhaust Valve yang tidak patah...	37
5. Tabel 4.2. Komposisi Kimia Pada Exhaust Valve yang patah.....	38
6. Tabel 4.3. Nilai Kekerasan pada exhaust valve yang tidak patah.....	43
7. Tabel 4.4 Nilai Kekerasan pada exhaust valve yang patah.....	44

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.1. Pengujian Kekerasan Metode Rockwell .....	15
2. Gambar 2.2 Struktur Valve .....	18
3. Gambar 2.3. Valves Stem.....	19
4. Gambar 2.4. Valves Head .....	19
5. Gambar 2.5. Valve Inertial Welding.....	20
6. Gambar 3.1. Diagram Aliran Penelitian.....	24
7. Gambar 3.2. Engine G3406 Caterpillar.....	26
8. Gambar 3.3. Kegagalan Pada Cylinder Head Nomor 5 .....	26
9. Gambar 3.4. Gambar desain Cylinder Head G3406 Caterpillar .....	27
10. Gambar 3.5. Komponen dan spesifikasi Exhaust Valve G3406 Caterpillar.....	28
11. Gambar 3.6. Istilah Bagian Valve .....	28
12. Gambar 3.7. Pengujian Komposisi Alat PMI-Master Pro.....	30
13. Gambar 3.8. Spesimen Pengujian Mikro Struktur .....	31
14. Gambar 3.9. Mikroskop Optik Alat Olympus 8X15M .....	33
15. Gambar 3.10. Spesimen Pengujian Kekerasan .....	34
16. Gambar 3.11. Rockwell Hardness Tester.....	34
17. Gambar 4.1. Patahan Exhaust Valve .....	35
18. Gambar 4.2. Pengamatan Makroskopik .....	36
19. Gambar 4.3. Pengamatan Mikroskopik exhaust valve yang tidak patah pemebesaran 350X .....	39

20. Gambar 4.4. Pengamatan Mikroskopik exhaust valve yang tidak patah pemebesaran 1700X .....	39
21. Gambar 4.5. Pengamatan Mikroskopik exhaust valve yang patah pemebesaran 850X .....	40
22. Gambar 4.6. Pengamatan Mikroskopik exhaust valve yang patah pemebesaran 1700X .....	40
23. Gambar 4.7. Titik Pengujian Kekerasan exhaust valve yang ptidak patah.....	41
24. Gambar 4.8. Titik Pengujian Kekerasan exhaust valve yang patah.....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Alat Uji Komposisi .....	50
Lampiran 2. Alat Uji Mikrostruktur .....	51
Lampiran 3. Alat Uji Kekerasan .....	52
Lampiran 4. Hasil Uji Komposisi Exhaust Valve Yang Patah .....	53
Lampiran 5. Hasil Uji Komposisi Exhaust Valve Yang Tidak Patah .....	54

## DAFTAR GRAFIK

Halaman

Grafik 1. Distribusi Kekerasan Dari Area Sambungan Head Dengan Stem

Valve Yang Tidak Patah ..... 43

Grafik 2. Distribusi Kekerasan Dari Area Sambungan Head Dengan Stem

Valve Yang Patah..... 45

## ABSTRAK

### ANALISA KEGAGALAN PADA EXHAUST ENGINE VALVE G3406 CATERPILLAR UNTUK PENGGERAK POMPA MINYAK

Kegagalan material merupakan hal yang sering dialami oleh suatu komponen mesin. Kerusakan dapat saja terjadi di semua bidang teknik, termasuk kerusakan pada komponen-komponen mesin dari elemen terkecil hingga komponen yang sangat vital. Katup (Valve) pada engine berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan juga saluran buang serta menyekat tekanan tinggi akibat pembakaran. Analisis kegagalan katup buang (*exhaust valve*) pada engine G3406 Caterpillar diawali dengan penyetelan celah valve (*adjustment valve clearance*) yang terlalu kendur membuat kecepatan penutupan valve yang berlebih, meningkatkan momentum valve serta beban tarik pada saat siklus pembakaran terjadi, yang kemudian terjadi patah lelah pada area fillet radius valve dimana stress berkonsentrasi. Untuk melakukan analisis penyebab kerusakan exhaust valve, beberapa pengujian dilakukan seperti komposisi kimia, metalografi, serta pengujian kekerasan. Analisis komposisi kimia pada jenis material valve yang digunakan adalah werkstoff / grade JIS G 3101 SS 400. Dengan hasil perbandingan metalografi exhaust valve yang tidak patah (*Perlit*) dan exhaust valve yang patah adalah (*Martensit*), serta adanya peningkatan kekerasan pada material exhaust valve yang patah HRC 38,1 sedangkan pada exhaust valve yang tidak patah HRC 34,5.

*Kata kunci : Katup buang, Penyetelan celah valve, Patah lelah*

## **ABSTRACT**

### **FAILURE ANALYSIS ON EXHAUST ENGINE VALVE G3406 CATERPILLAR FOR OIL PUMP DRIVER**

Material failure is often experienced by a machine component. Damage may occur in all areas of engineering, including damage to machine components from the smallest elements to highly vital components. The function of valves on the engine is to open and close suction and exhaust ducts, and block high pressure from combustion process. Caterpillar G3406 engine exhaust valve failure analysis begins with valve clearance adjustment that too large making the valve closure speed excessive, increasing valve momentum and tensile load during the combustion cycle, which then ensues fatigue fracture in the fillet area of the radius valve where stress concentrates. To perform this analysis of exhaust valve damage,, some tests were carried out such as chemical composition, metalography, as well as hardness testing. Chemical composition analysis on the type of valve material that used is werkstoff / grade JIS G 3101 SS 400. With the result of metalography comparison of un broken exhaust valve (Perlit) and broken exhaust valve is (Martensit), as well as increased hardness in the material exhaust valve broken HRC 38.1 while in the exhaust valve that is not broken HRC 34.5.

*Keywords : Exhaust valve, Adjustment valve clearance, Fatigue*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada industri pengeboran minyak dan gas, kemampuan pompa dalam proses penyaluran hasil pengeboran minyak dari satu stasiun pengumpul minyak ke stasiun pengumpul minyak berikutnya sangat penting untuk proses pengolahan selanjutnya. Perusahaan yang bergerak dalam bidang pengeboran minyak dan gas, mengalami kegagalan operasi pada penggerak pompa yang digunakan. Dari data yang didapat, penggerak pompa tersebut menggunakan Engine G3406 Caterpillar memiliki 325 Hp pada putaran 1800 Rpm.

*Engine* dapat digambarkan secara sederhana sebagai sebuah sistem yang terdiri dari beberapa sistem pendukung yang bekerja secara simultan dan terintegrasi. Suatu *engine* didalamnya terdapat beberapa sistem pendukung yang bekerja sekaligus. Sistem-sistem tersebut antara lain *electrical system*, *fuel system*, *lubricating system*, *air intake and exhaust system* dan *cooling system*. Sistem tersebut melakukan kerja secara bersamaan sehingga menghasilkan kerja engine yang merupakan *output* dari *engine* itu sendiri.

Dalam data laporannya *engine* dengan kapasitas enam silinder ini, hanya mengalami kegagalan pada salah satu silindernya yaitu pada silinder nomor lima. Dari sampel yang di ambil telah terjadi patahan pada kedua *exhaust valve* serta kondisi *intake valve* yang sudah bengkok akibat patahan dari *exhaust valve* yang jatuh ke dalam ruang pembakaran dan membentur piston. Kegagalan yang terjadi

pada komponen *exhaust valve* pembakaran dalam (Internal Combustion) yang akan berdampak pada engine menjadi kasar, bergetarnya mesin, tidak normal dan kehilangan tenaga atau power.

Berdasarkan pemaparan di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari dan menentukan akar penyebab kegagalan yaitu patahan pada exhaust valve berdasarkan teori kegagalan, sehingga dapat merumuskan langkah-langkah penanggulangan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang sejenis. Analisa kegagalan (Failure Analysis) dilakukan dengan pengujian sifat mekanik material seperti pengujian fraktografi, uji komposisi, metalografi, dan uji kekerasan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk mengurangi tingkat kegagalan pada exhaust valve.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat di ambil rumusan masalah mengenai kegagalan komponen pada exhaust engine valve, yaitu:

1. Bagaimana mengetahui dampak komposisi kimia bahan pada kondisi awal dan kondisi setelah patah, dengan membandingkan nilai persentase pengujian yang dilakukan atas kedua kondisi spesimen tersebut.
2. Untuk mengetahui perbedaan struktur mikro yang terbentuk pada kedua material yang mengalami kegagalan (patah) dengan yang masih bagus.
3. Untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan yang timbul antara kedua material yang mengalami kegagalan (patah) dengan yang masih bagus.

## **1.3. Batasan Masalah**

Untuk menghindari meluasnya masalah dan mempermudah memahami permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah, yaitu:

1. Melakukan Uji Komposisi pada exhaust valve yang tidak patah dan exhaust valve yang patah.
2. Menganalisa Struktur Mikro yang terjadi pada exhaust valve tidak patah dan exhaust valve yang patah.
3. Membandingkan nilai Kekerasan pada exhaust valve tidak patah dan exhaust valve yang patah.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan analisa pada kegagalan exhaust engine valve yaitu untuk mengetahui perbedaan kondisi material akibat kegagalan material yang terjadi pada exhaust engine valve.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui penyebab serta perbedaan kondisi material akibat kegagalan pada exhaust engine valve G3406 Caterpillar.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dimana sistematika penulisan yang diterapkan dalam tugas akhir ini menggunakan urutan sebagai berikut :

##### **BAB I      Pendahuluan**

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II     Tinjauan Pustaka**

Menguraikan tentang teori dasar yang digunakan untuk mendukung pemahaman yang berhubungan dengan penelitian ini.

##### **BAB III    Metodologi Penelitian**



Menguraikan tentang tahapan-tahapan penelitian pada exhaust valve diantaranya pemeriksaan makro, komposisi kimia, metallografi, dan pengujian kekerasan.

#### BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menguraikan tentang hasil pengujian serta pembahasan hasil pengujian.

#### BAB V Penutup

Menguraikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian tentang komponen exhaust valve.

## DAFTAR PUSTAKA

1. LAPI-ITB,1995. *Material Teknik, Korosi & Failuree Analysis*, Bandung, Indonesia: Hand Book Pelatihan Ahli Korosi
2. Yuvraj K lavhale, 2014. “*Overview of failure trend of inlet & exhaust valve*” IJMET Volume 5, Issue 3, March,pp.104-113.
3. B Dinesh Prabu. 2013. “*Valve & Valve Mechanism*”. Melalui [www.google.com/ Handbook 8.html](http://www.google.com/Handbook8.html) [11/28/2013]
4. Harmer E. Davis, 1982. *The Testing of Engineering Materials*. New York: McGraw-Hill Book Company
5. ASM Handbook Committee. 2002. ASM Metals Handbook Vol. 11: *Failure Analysis and Prevention*.Ohio,USA: ASM International.
6. Service Information System. *Reuse And Salvage Guidelines*. Engine Valve Failure Modes { 1100, 1105 } Media Number- SEBF9050-01 [10/04/2006]