

## **TUGAS AKHIR**

# **STUDI ANALISA MODEL PATAHAN PADA KOMPOSIT ALUMINIUM ABU DASAR BATU BARA SEBAGAI BAHAN DASAR PROPELLER 3 DAUN YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS T6 DAN ARTIFICAL AGING**



**Disusun oleh:**

**STEPHANUS GAUDENSIUS TANI**

**1421504698**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : STEPHANUS GAUDENSIUS TANI  
NBI : 1421504698  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : Studi Analisa Model Patahan Pada Komposit Aluminium Abu Dasar Batu Bara Sebagai Bahan Dasar *Propeller* 3 Daun Yang Mendapat Perlakuan Panas T6 Dan *Artifical Aging*

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc  
NPP. 20420860073

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

Dr. Ir. Sajjo, M.Kes.  
NPP. 20420900197

Ir. Ichlas Wahid, M.T.  
NPP. 20420900207

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Saya mengucapkan syukur kepada TYM atas karunia dan rahmatnya, terima kasih kepada orang-orang yang kusanyangi :

Ayah ibu tercinta, motivator terbesar dalam hidupku yang tak pernah jenu mendo'akan dan menyayangiku, atas semua pergorbanan dan kesabaran mengantarku sampai kini. Tak pernah cukup ku membalas cinta ayah dan ibu padaku.

Saudara/ri ku yang memyuportku sehingga ku tak pernah menyerah dalam menyusun tugas akhir ini.

Keluarga besar Tani Mali, keluarga besar Balela, keluarga besar Maximus Moa, Naga Mali, Bhujoo Mali, Kara Kaju, yang memberiku kelonggaran waktu sehingga aku dapat melaksanakan perkuliahan hingga penyusunan skripsi sampai tuntas.

Sahabat-sahabatku seperjuangan dan semua teman-teman yang tak mungkin penulis sebutkan satu-persatu, for u all I miss u forefer.

## MOTTO

*Jangan pernah mengeluh karena orang sukses tidak pernah mengeluh, teruslah berusaha hingga sukses.*

*Hadapilah cobaan dengan hati yang penuh semangat.*

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:  
**Studi Analisa Model Patahan Pada Komposit Aluminium Abu Dasar Batu Bara Sebagai Bahan Dasar Propeller 3 Daun Yang Mendapat Perlakuan Panas T6 Dan Artificial Aging**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 4 Juli 2019

Stephanus Gaudensius Tani

1421504698



U N I V E R S I T A S  
**17 AGUSTUS 1945**  
S U R A B A Y A

**BADAN PERPUSTAKAAN**  
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TLP. 031 593 1800 (EX 311)  
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : STEPHANUS GAUDENSIUS TANI  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

### STUDI ANALISA MODEL PATAHAN PADA KOMPOSIT ALUMINIUM ABU DASAR BATU BARA SEBAGAI BAHAN DASAR PROPELLER 3 DAUN YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS T6 DAN ARTIFICIAL AGING

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal : 30 Juli 2019

Yang Menyatakan



( STEPHANUS GAUDENSIUS TANI )

## ABSTRAK

### **Studi Analisa Model Patahan Pada Komposit Aluminium Abu Dasar Batu Bara Sebagai Bahan Dasar *Propeller* 3 Daun Yang Mendapat Perlakuan Panas T6 Dan *Artifical Aging***

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari karakteristik abu batu bara dan menganalisa porositas pada patahan dari uji fatigue melalui foto makro dan SEM – EDX. Dalam penelitian akan dilakukan tentang model patahan komposit aluminium abu dasar batu bara sebagai bahan dasar *propeller* 3 daun pada perlakuan panas T6 pada suhu 510<sup>0</sup>C dengan variasi waktu tahan pelarutan 1 jam dan 2 jam. Setelah itu dengan proses aging pada temperature 120<sup>0</sup>C ,140<sup>0</sup>C, dan 160<sup>0</sup>C. Persentase bahan komposit aluminium paduan 89%, magnesium 1%, dan Abu dasar batu bara 10%. Sehingga penelitian mendapat hasil siklus tertinggi pada spesimen K3 dengan siklus 25400.

***Kata kunci : Komposit Al, abu dasar batu bara, patah lelah, foto makro, SEM-EDX***

## ABSTRACT

### **Analysis Study of Fault Models on Aluminum Composites Coal Base Ash As 3 Leaf Propeller Base That Gets T6 Heat Treatment And Artificial Aging**

The purpose of this study is to study the characteristics of coal ash and analyze porosity in faults from the fatigue test through Macro photo and SEM - EDX. In this study, the coal ash aluminum composite fracture model will be carried out as a 3 leaf propeller base material on T6 heat treatment at 510<sup>0</sup>C with a variation of 1 hour and 2 hours dissolution time. After that with the aging process at temperatures of 120<sup>0</sup>C, 140<sup>0</sup>C, and 160<sup>0</sup>C. Percentage of composite materials of aluminum alloy 89%, magnesium 1%, and coal base ash 10%. So the research got the highest cycle results in K3 specimens with a cycle of 25400.

**Keywords:** Al Composite, bottom ash, fatigue, macro structure, SEM-EDX



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Tuhan YME. karena berkat rahmat, hidayah kami dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Analisa Model Patahan Pada Komposit Aluminium Abu Dasar Batu Bara Sebagai Bahan Dasar *Propeller* 3 Daun Yang Mendapat Perlakuan Panas T6 Dan *Artificial Aging*”. Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan Tugas Akhir pada program Strata-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Penulis menyadari dalam menyusun proposal tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan YME. Atas kemudahan dan kelancaran yang telah memberikan kesehatan, keteguhan hati, kemudahan dan kelancaran dalam pembuatan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Orang tua, keluarga besar Tani Mali dan Ballela, saudara/saudari kami, atas doa, bimbingan, serta kasih sayang yang selalu tercurahkan untuk kami selama ini.
3. Bapak Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc. Selaku dosen pembimbing dan Wakil Dekan 1 Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, atas bimbingan, sarandan motivasinya yang diberikan.
4. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 195 surabaya.
5. Bapak Ir. Zainun Achmad, M.T., selaku dosen pembimbing dan kepala Laboratorium CAD-CAM / CNC Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, atas bimbingan, saran dan motivasinya yang diberikan.
6. Bapak Harjo Seputro, S.T., M.T atas bimbingan, saran dan motivasinya yang diberikan.
7. Bapak Maula Nafi., MT., selaku Koordinator Tugas Akhi Program Studi Teknik Mesin FT – UNTAG Surabaya.
8. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin FT – UNTAG Surabaya yang telah memberikan ilmunya kepada kami.
9. Kakak-kakak S1, kakak Osti soares S1 dan S2 kakak Ernesto Nggesu atas saran dan bantuannya.
10. Rekan-rekan IKM NTT, kakak Edom, kaka Odang, kaka Arien, Oswaldus, Rendi, Beriman, Brendos, Fendos, Nensi, Yolana, Elti, Vanesa, Inggrid, dan

Bapak Pembina IKM NTT UNTAG Surabaya atas kerja sama dan dukungan dan motifasinya.

11. Rekan-rekan Butterfly UNTAG Surabaya atas kerja sama, dukungan dan motivasinya.
12. DPL UNTAG dan Rekan - rekan KKN JREBENG UNTAG Surabaya atas kerja sama dukungan dan motifasinya.
13. Keluarga Besar Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, khususnya teman-teman seperjuangan kami dalam penyusunan Proposal ini.
14. Seluruh civitas akademi Program Studi Teknik Mesin FT – UNTAG Surabaya yang telah memberikan dukungan moril kepada kami.

Kami menyadari keterbatasan ilmu, tentu Proposal Tugas Akhir ini masih dari jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga Proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bias dikembangkan lagi lebih lanjut. Amin.

Surabaya, 11 April 2019

Peneliti

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Halaman Persembahan .....	iii
Motto .....	iv
Halaman Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	v
Abstrak .....	vi
Abstract .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel .....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Komposit .....	3
2.1.1 Penyusun Komposit .....	3
2.1.2 Metal Matrix Composit .....	6
2.2 Aluminium .....	7
2.2.1 Standart dan Kodefikasi Aluminium .....	10
2.2.2 Sifat Mekanik dan Fisik Aluminium .....	11
2.3 Proses Pengecoran .....	12
2.3.1 Gravity Die Casting .....	12
2.4 Abu Dasar Batu Bara .....	13
2.5 Perlakuan Panas Pada Aluminium .....	14
2.5.1 Tahap Perlakuan Panas Pelarutan .....	15
2.5.2 Tahap Pengejukan / Pendinginan (Quenching) .....	16
2.5.3 Tahap Penuaan (Aging) .....	17
2.6 Fatigue .....	19

2.6.1	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fatigue Life .....	21
2.6.1.1	Dimensi (Size) .....	21
2.6.1.2	Efek Permukaan .....	22
2.6.2	Pengujian Fatigue .....	22
2.6.3	Perambatan Retak Lelah .....	22
2.7	Mekanisme Patahan .....	22
2.8	Ciri – ciri Patah Lelah .....	25
2.9	Model – model Perambatan Retak .....	27
2.10	Hasil Patahan .....	27
2.11	SEM-EDX (Scanning Electron Microscope) .....	27
2.11.1	Kegunaan SEM-EDX.....	28
2.11.2	Prinsip kerja SEM EDX .....	28

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Rencana dan Penelitian .....	31
3.2	Penjelasan Diagram Alir Penelitian .....	34
3.2.1	Mulai .....	34
3.2.2	Persiapan Bahan dan Alat Proses Pembuatan Komposit .....	35
3.2.2.1	Alat dan Bahan Penelitian .....	35
3.3	Proses Electroless Abu Dasar Batu Bara .....	42
3.4	Menimbang Bahan Komposit .....	43
3.5	Proses Pengecoran Komposit Metode Gravity Casting .....	43
3.6	Pembuatan Spesimen .....	44
3.7	Proses Perlakuan Panas T6 .....	45
3.8	Patahan .....	46
3.9	Pengamatan Material dengan Foto Makro .....	47
3.10	Pengamatan Hasil Patahan dengan SEM .....	47
3.11	Dimensi .....	48
3.12	Alat Uji yang Digunakan .....	48

### **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Data dan Pembahasan .....	49
4.1.1	Data Hasil Pengamatan dengan Struktur Makro Pada Spesimen G3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 1 Jam Dan T. Aging 120 <sup>0</sup> Cselama 2 Jam Dengan Siklus 1786,6 Dengan Tegangan (psi) 32241,9.....	49
4.1.2	Data Hasil Pengamatan dengan SEM Pada Spesimen G3	

	Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 1 Jam Dan T. Aging 120 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 1786,6 Dengan Tegangan (psi) 32241,9 .....	50
4.1.3	Data Hasil Pengamatan dengan Struktur Makro Pada Spesimen H3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 1 Jam Dan T. Aging 140 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 3256,6 Dengan Tegangan (psi) 31154,1 .....	51
4.1.4	Data Hasil Pengamatan dengan SEM Pada Spesimen H3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 1 Jam Dan T. Aging 140 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 3256,6 Dengan Tegangan (psi) 31154,1 .....	52
4.1.5	Data Hasil Pengamatan dengan Struktur Makro Pada Spesimen 13 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 1 Jam Dan T. Aging 160 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 1133,3 Dengan Tegangan (psi) 32633,5 .....	53
4.1.6	Data Hasil Pengamatan dengan SEM Pada Spesimen 13 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 1 Jam Dan T. Aging 160 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 1133,3 Dengan Tegangan (psi) 32633,5 .....	54
4.1.7	Data Hasil Pengamatan dengan Struktur Makro Pada Spesimen J3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 2 Jam Dan T. Aging 120 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 20600 Dengan Tegangan (psi) 30370,9 .....	55
4.1.8	Data Hasil Pengamatan dengan SEM Pada Spesimen J3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 2 Jam Dan T. Aging 120 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 20600 Dengan Tegangan (psi) 30370,9 .....	56
4.1.9	Data Hasil Pengamatan dengan Struktur Makro Pada Spesimen K3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 2 Jam Dan T. Aging 140 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 25400 Dengan Tegangan (psi) 29674,7 .....	57
4.1.10	Data Hasil Pengamatan dengan SEM Pada Spesimen K3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 2 Jam Dan T. Aging 140 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 25400 Dengan Tegangan (psi) 29674,7 .....	58
4.1.11	Data Hasil Pengamatan dengan Struktur Makro Pada Spesimen L3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 2 Jam Dan T. Aging 160 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 15000 Dengan Tegangan (psi) 28993 .....	59
4.1.12	Data Hasil Pengamatan dengan SEM Pada Spesimen L3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 2 Jam Dan T. Aging 160 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 15000 Dengan Tegangan (psi) 28993 .....	60
4.1.13	Hasil Pengamatan dengan SEM EDX Pada Spesimen B3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 1 Jam Dan T. Aging 140 <sup>0</sup> C selama	

2 Jam Dengan Siklus 833,3 Dengan Tegangan (psi) 39116,7 .....	61
4.1.14 Hasil Pengamatan dengan SEM Pada Spesimen K3 Sesudah T6 510 <sup>0</sup> C Selama 2 Jam Dan T. Aging 140 <sup>0</sup> C selama 2 Jam Dengan Siklus 25400 Dengan Tegangan (psi) 29674,7 .....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
<b>LAMPIRAN</b> .....	69
<b>BIOGRAFI PENULIS</b> .....	81

## DAFTAR GAMBAR

2.1	<i>Particle Reinforced Composite</i> .....	5
2.2.	<i>Fiber Reinforced Composite</i> .....	6
2.3.	<i>Laminar Reinforced Composite</i> (Sumber, Google) .....	6
2.4.	Grafik waktu dan temperature perlakuan panas T6 .....	14
2.5.	Diagram fase pemanasan logam paduan .....	15
2.6.	(a) super saturated solute solution, (b) fasa $\theta''$ mulai terbentuk precipitate Al Cu), (c) fasa keseimbangan $\theta$ Al-Cu .....	18
2.7.	Hubungan antara lamanya waktu (aging) dengan kekuatan dan kekerasan paduan aluminium (Smith,1995) .....	19
2.8.	Kurva S – N .....	20
2.9.	Pembentukan retakan karena adanya slip (a) Terbentuknya intrusi,(b) Terbentuknya ekstrusi akibat beban kelelahan .....	23
2.10.	Penggambaran skematik perambatan retak tahap I dan tahan II dari retak lelah .....	24
2.11.	Garis striasi yang menyatakan garis perambatan retak persiklus beban pada retak lelah .....	24
2.12.	Bidang patah lelah garis pantai nampak jelas pada daerah patah lelah .....	25
2.13.	Garis pantai tidak Nampak karena beban uji lelah amplitudonya tidak berubah – ubah. Bidang patah pada paduan Ti .....	26
2.14.	Bidang patah dari garis chevron menunjukka awal retakan .....	27
2.15.	Skema dasar mikrostruktur SEM .....	29
3.1.	Skema proses <i>electroless</i> .....	33
3.2.	Proses pencampuran bahan komposit .....	44
3.3	Prosess Penuangan .....	44
3.4.	Alat untuk melakukan perlakuan panas.....	45
3.5.	Proses perlakuan panas T6 pada komposit Al-Abu dasar batu bara .....	45
3.6.	Proses perlakuan panas T6 pada komposit Al-Abu dasar batu bara .....	46
3.7	Proses perlakuan panas T6 pada komposit Al-Abu dasar batu bara .....	46
3.8	Dimensi Spesimen Uji SEM – EDX .....	48
3.9	Mesin Scanning Electron Microscope .....	48
4.1.	Patahan Struktur Makro Spesimen G3 .....	49
4.2.	Patahan SEM Spesimen G3.....	50
4.3.	Patahan Struktur Makro Spesimen H3 .....	51
4.4.	Patahan SEM Spesimen H3.....	52
4.5.	Struktur Makro Spesimen I3 .....	53

4.6. Patahan SEM Spesimen I3 .....	54
4.7. Patahan Struktur Makro Spesimen J3 .....	55
4.8. Patahan SEM Spesimen J3.....	56
4.9. Struktur Makro Spesimen K3 .....	57
4.10. Patahan SEM Spesimen K3.....	58
4.11. Patahan Struktur Makro Spesimen L3 .....	59
4.12. Patahan SEM Spesimen L3 .....	60
4.13. SEM – EDX Spesimen B3 .....	61
4.14. SEM – EDX Spesimen K3 .....	63



## DAFTAR TABEL

2.1	Keuntungan dan kerugian dari Komposit (Mochtar, dkk, 2007). .....	4
2.2.	Karakteristik Aluminium.....	9
2.3.	Sifat fisik Aluminium .....	11
3.1.	Keterangan gambar <i>electroless</i> . .....	34
3.2.	Alat-alat yang digunakan pada proses electroless. ....	35
3.3.	Alat-alat yang digunakan untuk pengecoran .....	39
3.4.	Bahan yang digunakan dalam proses electroless. ....	41