

**IMPLEMENTASI FREKUENSI PRIBADI PADA DETEKSI KERETAKAN  
SUDU KIPAS (FAN) MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2021

## LAPORAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI FREKUENSI PRIBADI PADA DETEKSI KERETAKAN  
SUDU KIPAS (FAN) MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA



Disusun Oleh:

Nama : Miftah Nova Iskandar  
NIM : 41319110064  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
AGUSTUS 2021

## HALAMAN PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI FREKUENSI PRIBADI PADA DETEksi KERETAKAN SUDU KIPAS (FAN) MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Disusun Oleh:

Nama : Miftah Nova Iskandar  
NIM : 41319110064  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 21 Agustus 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA  
*Dedi*  
24/6/2021  
(Dedik Romahadi, ST., M.Sc)  
NIP. 116910542

Penguji Sidang I  
25 Agustus 2021  
*Subekti*  
(Subekti, MT)  
NIP. 323117307

MERCU BUANA

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III

*Muhamad Fitri*  
(Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD)  
NIP. 118690617

*Nurato*  
(Nurato, MT)  
NIP. 197580211

Mengetahui,

*YAYASAN MENARA BHAKTI*  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
aprodi Teknik Mesin  
(Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD )  
NIP. 118690617

Koordinator TA  
*Juw*  
(Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng )  
NIP. 116910555

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Miftah Nova Iskandar  
NIM : 41319110064  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Frekuensi Pribadi Pada Deteksi Keretakan Sudu Kipas (*Fan*) Menggunakan Metode Elemen Hingga

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 21 Agustus 2021



(Miftah Nova Iskandar)

## **PENGHARGAAN**

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena telah diberikan rahmat dan anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul Implementasi Frekuensi Pribadi Pada Deteksi Keretakan Sudu Kipas (Kipas) Menggunakan Metode Elemen Hingga

Puji syukur dengan adanya bimbingan dan bantuan dari pembimbing maupun rekan - rekan, penulis dapat melaksanakan tugas akhir dan menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir. Pada kesempatan ini juga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan anugerah.
2. Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Alieff Avicenna Luthfie, ST., M.Eng selaku koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana
6. Bapak Dedi Romahadi, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
7. Keluarga dan sahabat, yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik mesin Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

Melalui lembar penghargaan ini saya menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Penulis



(Miftah Nova Iskandar)

## ABSTRAK

Kipas (*Fan*) adalah mesin fluida yang didesain untuk mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat lain dalam fase gas seperti udara. Sudu kipas merupakan bagian penting kipas yang terkadang mengalami keretakan. Keretakan kecil pada Kipas sulit diketahui jika hanya menggunakan indera manusia. Banyak metode yang bisa digunakan dalam mendekripsi keretakan kipas, salah satunya menggunakan software *FEM*. Metode elemen hingga sendiri menggunakan metode numerik untuk mengatasi masalah nilai batas yang di karakteristik dengan persamaan diferensial parsial dan kondisi batas. Dimulai dari pembuatan model kipas, lalu ke tahap penentuan material, diskritisasi kipas menjadi elemen-elemen kecil, sampai akhirnya didapatkan nilai frekuensi pribadi di setiap *mode shape*. Studi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh keretakan kipas terhadap nilai frekuensi pribadi di setiap *mode shape*. Dalam penelitian tugas akhir ini pengujian dilakukan dengan 10 variasi panjang keretakan dan 5 *mode shape*. Pada *mode shape* 1,2, dan 3 tidak adanya perubahan nilai yang signifikan, nilai frekuensinya hampir sama, sehingga tidak ada pengaruh terhadap nilai *natural frequency*. Hal tersebut dipengaruhi oleh arah tekuk vertikal yang terjadi pada area sudu tersebut. Akan tetapi ada pengaruh yang signifikan pada harga harga natural frekuensi *mode 4 & 5*. Sedangkan pada mode shape 4 harga *natural frequency* menurun berbanding lurus dengan panjang keretakan yang di modelkan, disebabkan arah tekuk secara horizontal mengakibatkan pada area sudu yang retak mengalami defleksi secara bergantian.. Sudu kipas dengan 10 variasi keretakan tidak beresonansi dengan eksitasi motor karena besarnya nilai frekuensi alami sudu kipas tidak ada yang bernilai sama atau hampir sama dengan frekuensi eksitasi motor.

**Kata Kunci:** Sudu kipas, Metode elemen hingga, *Software solidworks*, Frekuensi pribadi, Aksial.



## ***Implementation of Natural Frequency on Detection Cracking the Kipas Blade Using the Element Method***

### **ABSTRACT**

*Fan (Fan) is a fluid machine designed to flow fluid from one place to another in the gas phase such as air. Fan blades are an important part of fans who have experienced cracks. Small cracks in the fan are difficult to detect if only using the human senses. There are many methods that can be used to detect the fan, one of which is using FEM software. The finite element method itself uses numerical methods to solve boundary value problems characterized by partial differential equations and boundary conditions. Starting from making a fan model, then to the stage of making materials, discretizing the fan into small elements, until finally getting a personal frequency value in each shape mode. This study aims to determine the effect of the fan on the personal frequency value in each mode. In this final project, the test is carried out with 10 variations of train length and 5 shape modes. In shape mode 1, 2, and 3 there is no significant change in value, the frequency value is almost the same, so there is no effect on the natural frequency value. This is influenced by the direction of vertical buckling that occurs in the blade area. However, there is a significant effect on the natural frequency mode 4 & 5. While in shape 4 mode, the natural frequency value decreases in a straight line with the modeled crack length, due to the horizontal buckling direction causing the fractured blade area to deflect alternately. The fan blades with 10 cracks do not resonate with the motor excitation because there is no natural frequency variation of the fan blades. which is equal to or nearly the same as the motor excitation frequency.*

**Keywords:** *Fan, Finite element method, Solidworks software, Personal frequency, Axial.*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xv</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	 <b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	 <b>5</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. PENGERTIAN <i>FAN</i>	7
2.2.1     Klasifikasi <i>Fan</i>	7
2.3. RESONANSI	10
2.4. FREKUENSI PRIBADI	10
2.4.1     Frekuensi Pribadi Benda Berputar	13

2.4.2	Metode Analitis	14
2.4.3	Metode Iterasi Matriks	15
2.4.4	Frekuensi Eksitasi	18
2.4.5	Ragam Bentuk ( <i>Mode Shapes</i> )	19
2.5.	METODE ELEMEN HINGGA	19
2.5.1	Pengertian	19
2.5.2	Elemen	20
2.5.3	<i>Mesh</i>	21
2.5.4	<i>Modal Analysis</i>	22
2.5.5	Langkah Metode Elemen Hingga	23
<b>BAB III METODOLOGI</b>		<b>26</b>
3.1.	DIAGRAM ALIR	26
3.2.	ALAT DAN BAHAN	31
3.2.1	Mistar	32
3.2.2	Laptop	32
3.2.3	<i>Software Solidworks</i>	33
3.2.4	Kipas Angin	34
3.3.	PROSEDUR PENYELESAIAN METODE ELEMEN HINGGA	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>41</b>
4.1.	HASIL ANALISIS ELEMEN HINGGA	41
4.2.	PERBANDINGAN FREKUENSI ALAMI DENGAN FREKUENSI EKSITASI	49
<b>BAB V PENUTUP</b>		<b>50</b>
5.1.	KESIMPULAN	50
5.2.	SARAN	51
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tiga jenis <i>blade axial fan</i>	8
Gambar 2.2. Tiga jenis <i>blade axial fan</i>	9
Gambar 2.3. Sistem getaran 1 DOF	11
Gambar 2.4. <i>Bode Plot</i> (Scheffer, 2004)	13
Gambar 2.5. <i>Polar Plot</i> (Scheffer, 2004)	14
Gambar 2.6. Tipe <i>Finite Element</i> (Fitriawan, 2011)	20
Gambar 2.7. Tipe <i>Mesh</i> (Deust, 2013)	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2. 3D Sudu Kipas Angin	28
Gambar 3.3. Area Keretakan Sudu	30
Gambar 3.4. Mistar	32
Gambar 3.5. Laptop	33
Gambar 3.6. <i>Solidworks 2016</i>	34
Gambar 3.7. Kipas Angin	34
Gambar 3.8. <i>Material Properties</i>	35
Gambar 3.9. <i>Fixture</i>	36
Gambar 3.10. <i>External Load</i>	36
Gambar 3.11. Pemilihan <i>Mesh</i>	37
Gambar 3.12. Hasil <i>Mesching</i>	38
Gambar 3.13. <i>Solver</i>	38
Gambar 3.14. Nomor sudu kipas	39
Gambar 3.15. <i>Running Simulasi</i>	40
Gambar 4.1. Simulasi <i>Mode 1</i> Sudu Kipas	41
Gambar 4.2. Arah Tekuk <i>Mode 1</i>	42
Gambar 4.3. Simulasi <i>Mode 2</i> Sudu Kipas	42
Gambar 4.4. Arah Tekuk <i>Mode 2</i>	43
Gambar 4.5. Simulasi <i>Mode 3</i> Sudu Kipas	43
Gambar 4.6. Arah Tekuk <i>Mode 3</i>	44
Gambar 4.7. Simulasi <i>Mode 4</i> Sudu Kipas	44
Gambar 4.8. Arah Tekuk <i>Mode 4</i>	45

Gambar 4.9. Simulasi <i>Mode 5</i> Sudu Kipas	45
Gambar 4.10. Arah Tekuk <i>Mode 5</i>	46
Gambar 4.11. Grafik <i>Natural Frequency Variasi Panjang Keretakan.</i>	48



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 3.1. Spesifikasi alat dan bahan	32
Tabel 3.2. Tipe <i>mesh</i> untuk sudu dengan panjang keretakan	37
Tabel 3.3. <i>Mode Shape</i> yang digunakan	39
Tabel 4.1. Hasil Natural Frequency Simulasi Variasi Panjang Keretakan	47



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$m$	Massa
$a$	Percepatan
$k$	Pegas
$y$	Simpangan Benda
$A$	Amplitudo
$\varphi_0$	Fasa Getaran
$\omega$	Frekuensi Sudut Getar
$f$	Frekuensi
$n$	Nilai
$\lambda$	Panjang Gelombang
RPM	Putaran motor
Hz	Hertz
$[M]$	Structural Mass Matrix
$[C]$	Nodal Acceleration Vector
$[K]$	Structural Damping Matrix
$\{F\}$	Nodal Velocity Vector
$\{\ddot{x}\}$	Structural Stiffness Matrix
$\{\dot{x}\}$	Nodal Displacement Vector
$\{x\}$	Applied Load Vector

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
FEA	<i>Finite Element Analysis</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
2 D	2 dimensi
3 D	3 dimensi
PP	Polypropylene
DOF	Degree of Freedom



