

**ANALISIS *FRAME* ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR DENGAN  
MENGUNAKAN SIMULASI ANSYS**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS *FRAME* ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR DENGAN  
MENGUNAKAN SIMULASI ANSYS



Disusun Oleh:

Nama : Naufal Waliy Ishlah  
Nim : 41320010036  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
MARET 2024

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Naufal Waliy Ishlah  
NIM : 41320010036  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Laporan Skripsi : Analisis *Frame* Alat Pengubah Udara Menjadi Air Dengan Menggunakan Simulasi ANSYS

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Stata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Subekti, S.T., M.T

NIDN : 0323117307

Ketua Penguji : Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T

NIDN : 0320029602

Anggota Penguji : Dafit Feriyanto, S.T, M.Eng., Ph.D

NIDN : 0310029004

( Subekti )

( Gilang )

( Dafit )

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Juni 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT  
NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST, MT.  
NIDN : 0005087502

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Naufal Waliy Ishlah

NIM : 41320010036

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis *Frame* Alat Pengubah Udara Menjadi Air Dengan Menggunakan Simulasi ANSYS

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 di kemudian 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.

Jakarta, 24 Juni 2024

UNIVERSIT  
MERCU BUANA



Naufal Waliy Ishlah

## PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, atas segala limpahan berkat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Sastra Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral dan langsung.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrunasari, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Ir. Joni Hardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT, selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Subekti, ST., MT. selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia memberikan arahan dan motivasi dalam proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini.
7. Kedua orang tua saya Bapak Suparno dan Ibu Rusmi Suwarti yang selalu memberikan saya dukungan serta memanjatkan do'a kepada saya dengan penuh keikhlasan.

8. Teman-teman Tugas Akhir, dan teman-teman satu angkatan lainnya yang telah membantu dalam segala hal.
9. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan dan jauh dari kata sempurna. Hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.



Jakarta, 24 Juni 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Naufal' followed by a stylized surname.

Naufal Waliy Ishlah

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ABSTRAK

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia memprediksi bahwa semua wilayah di Pantai Utara Jawa, mulai dari Banten sampai Surabaya, akan menjadi wilayah urban yang berpotensi mengalami defisit ketersediaan air pada tahun 2040. Salah satu solusi untuk mengatasi krisis air bersih adalah mengubah udara menjadi air. Pertimbangan pemilihan udara sebagai bahan baku yaitu karena udara merupakan sumber yang tidak terbatas. Salah satu yang perlu dilakukan desain yang baik adalah struktur. Hal ini dikarenakan struktur perlu menopang keseluruhan sistem serta sumber energi terbarukan dari sistem yang dibuat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui aman tidaknya kerangka mesin dengan melihat hasil tegangan maksimum baik dengan metode teoritis menggunakan ANSYS *Workbench*. Metode yang digunakan pada penelitian ini, menggunakan metode elemen hingga pada material ASTM A36 dengan pembebanan vertikal menggunakan *software* ANSYS 2021 R1. Setelah dilakukan simulasi poros dan rangka alat pengubah udara menjadi air ini masih dalam keadaan aman. Terlihat dari tegangan maksimum terbesar poros dari simulasi numerik ANSYS yaitu 3,8096 MPa dan tegangan maksimum terbesar rangka yaitu 4,8868 MPa yang masih dibawah tegangan ijin. Selain itu, *safety factor* yang diperoleh dari poros sebesar 1,6043 dan *safety factor* yang diperoleh rangka sebesar 1,7986 selisih *safety factor* antara perhitungan teoritis ataupun simulasi poros 0,9694 dan rangka 0,3486.

**Kata kunci :** Simulasi, Rangka, Elemen Hingga, ANSYS



## **ANALYSIS OF THE FRAME OF A DEVICE TO CONVERT AIR INTO WATER USING SIMULATION ANSYS**

### **ABSTRACT**

*The Indonesian Institute of Sciences (LIPI) predicts that all areas on the North Coast of Java, from Banten to Surabaya, will become urban areas that have the potential to experience a deficit in water availability by 2040. One solution to overcome the clean water crisis is to convert air into water. The consideration for choosing air as a raw material is because air is an unlimited source. One thing that needs to be done in a good design is the structure. This is because the structure needs to support the entire system as well as renewable energy sources from the system being created. The aim of this research is to determine whether the machine frame is safe or not by looking at the maximum stress results using theoretical methods using ANSYS Workbench. The method used in this research uses the finite element method on ASTM A36 material with vertical loading using ANSYS 2021 R1 software. After simulating the shaft and frame of the air to water converter, it is still in a safe condition. It can be seen from the largest maximum stress on the shaft from the ANSYS numerical simulation, namely 3.8096 MPa and the largest maximum stress on the frame, namely 4,8868 MPa, which is still below the allowable stress. Apart from that, the safety factor obtained from the shaft is 1,6043 and the safety factor obtained by the frame is 1.7986, the difference in safety factor between theoretical calculations or simulations of the shaft is 0,9694 and the frame is 0,3486.*

**Keyword :** *Simulation, Frame, Finite Elements, ANSYS*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## DAFTAR ISI

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>            | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b>            | <b>ii</b>   |
| <b>PENGHARGAAN</b>                   | <b>iii</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>xii</b>  |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b>                 | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR SINGKATAN</b>              | <b>xiv</b>  |
| <br>                                 |             |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>             | <b>1</b>    |
| 1.1. LATAR BELAKANG                  | 1           |
| 1.2. RUMUSAN MASALAH                 | 2           |
| 1.3. TUJUAN                          | 2           |
| 1.4. MANFAAT                         | 2           |
| 1.5. BATASAN MASALAH PENELITIAN      | 3           |
| 1.6. SISTEMATIKA PENULISAN           | 3           |
| <br>                                 |             |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>       | <b>5</b>    |
| 2.1. PENELITIAN TERDAHULU            | 5           |
| 2.2. METODE ELEMEN HINGGA            | 9           |
| 2.3. GAYA REAKSI                     | 11          |
| 2.4. GAYA GESER DAN MOMEN LENTUR     | 12          |
| 2.5. MOMEN INERSIA                   | 12          |
| 2.6. TEGANGAN NORMAL MAKSIMUM        | 13          |
| 2.7. REGANGAN                        | 13          |
| 2.8. DEFLEKSI                        | 13          |
| 2.9. FAKTOR KEAMANAN (SAFETY FACTOR) | 14          |
| 2.10. RANGKA                         | 15          |
| 2.11. POROS                          | 16          |

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| 2.12.          | KOMPONEN UTAMA ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR                     | 16        |
| 2.12.1.        | Termoelektrik Cooler (TEC)   | 16        |
| 2.12.2.        | Heatsink   | 17        |
| 2.12.3.        | Kipas DC 12 V  | 18        |
| 2.12.4.        | Box Pendingin  | 19        |
| 2.12.5.        | Sudu Turbin  | 19        |
| 2.12.6.        | Motor Generator  | 20        |
| 2.12.7.        | Pulley   | 20        |
| 2.12.8.        | Pillow Block Bearing   | 21        |
| 2.12.9.        | Akumulator   | 21        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN</b>   | <b>22</b> |
| 3.1.           | DIAGRAM ALIR   | 22        |
| 3.2.           | ALAT DAN BAHAN   | 23        |
| 3.2.1.         | Laptop Asus VivoBook Max   | 23        |
| 3.2.2.         | Computer Aided Design (CAD) versi 2020                             | 23        |
| 3.2.3.         | Software ANSYS R1 2021   | 24        |
| 3.2.4.         | Tabel Spesifikasi / Sifat Mekanik Bahan                            | 24        |
| 3.3.           | PENULISAN LAPORAN TUGAS AKHIR                                      | 25        |
| 3.3.1          | Studi Literatur  | 25        |
| 3.3.2          | Perencanaan Model Struktur Rangka Mesin                            | 25        |
| 3.3.3          | Perhitungan Tegangan Maksimum Secara Teoritis                      | 25        |
| 3.3.4          | Perhitungan Tegangan Maksimum dengan Software ANSYS Workbench 21.1 | 26        |
| 3.3.5          | Data-data yang dibutuhkan  | 26        |
| 3.3.6          | Menggambar Rangka dalam Software Solidwork                         | 26        |
| 3.3.7          | Simulasi Beban Statis dengan ANSYS                                 | 26        |

|                                    |  |           |
|------------------------------------|--|-----------|
| 3.4.                               | PERMODELAN PEMBEBANAN  | 26        |
| 3.5.                               | KONVERGENSI DAN MESH QUALITY                                     | 28        |
| 3.6.                               | LANGKAH-LANGKAH SIMULASI PERHITUNGAN DENGAN ANSYS WORKBENCH 21.1 | 29        |
| 3.7.                               | SIMULASI STATIC STRUCTURAL                                       | 30        |
|                                    | 3.7.1 Engineering Data   | 30        |
|                                    | 3.7.2 Geometry   | 31        |
|                                    | 3.7.3 Model  | 31        |
|                                    | 3.7.4 Setup  | 33        |
|                                    | 3.7.5 Solution dan Result  | 33        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> |  | <b>35</b> |
| 4.1.                               | HASIL PERHITUGAN TEORITIS  | 35        |
|                                    | 4.1.1. Perhitungan Rangka  | 35        |
|                                    | 4.1.2. Perhitungan Poros   | 40        |
| 4.2.                               | HASIL ANALISIS DENGAN SOFTWARE ANSYS                             | 45        |
| 4.3.                               | SIMULASI PADA POROS  | 45        |
| 4.4.                               | SIMULASI PADA FRAME  | 48        |
| 4.5.                               | VALIDASI SAFETY FACTOR HITUNGAN TEORITIS DAN ANSYS               | 52        |
| <b>BAB V PENUTUP</b>               |  | <b>53</b> |
| 5.1.                               | KESIMPULAN   | 53        |
| 5.2.                               | SARAN  | 53        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>              |  | <b>54</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>                    |  | <b>56</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Logo software ANSYS  | 9  |
| Gambar 2.2 Tahapan pengerjaan   | 10 |
| Gambar 2.3. Kerangka Mesin  | 16 |
| Gambar 2.4. Termoelektrik Cooler (Akbar, 2021)  | 17 |
| Gambar 2.5. Heatsink (Satria et al., 1945)  | 18 |
| Gambar 2.6. Kipas DC  | 19 |
| Gambar 2.7. Box Pendingin   | 19 |
| Gambar 2.8. Sudu turbin   | 20 |
| Gambar 2.9. Pulley  | 21 |
| Gambar 2.10. Pillow block bearing   | 21 |
| Gambar 3.1 Diagram alir   | 22 |
| Gambar 3.2 Laptop ASUS Vivobook X441B   | 23 |
| Gambar 3.3. Letak center of gravity frame   | 27 |
| Gambar 3.4 Posisi komponen  | 27 |
| Gambar 3.5. Meshing geometri frame  | 29 |
| Gambar 3.6. Langkah simulasi static structural Ansys Workbench                        | 30 |
| Gambar 3.7. Input engineering data  | 31 |
| Gambar 3.8. Geometry frame  | 31 |
| Gambar 3.9. Connection  | 32 |
| Gambar 3.10. Proses meshing   | 32 |
| Gambar 3.11. Pembebanan terhadap kerangka   | 33 |
| Gambar 3.12. Solusi pembebanan vertikal   | 34 |
| Gambar 4.1 Situasi pembebanan batang penyangga tengah rangka                          | 35 |
| Gambar 4.2 Diagram benda bebas batang penyangga tengah rangka                         | 36 |
| Gambar 4.3 Potongan 1 batang penyangga tengah rangka                                  | 36 |
| Gambar 4.4 Potongan 2 gambar penyangga tengah rangka                                  | 37 |
| Gambar 4.5 Diagram gaya geser dan diagram momen lentur batang penyangga tengah rangka | 38 |
| Gambar 4.6 Gaya yang bekerja pada poros   | 40 |
| Gambar 4.7 Diagram benda bebas poros  | 41 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.8 Potongan 1 poros                                   | 42 |
| Gambar 4.9 Potongan 2 poros                                   | 42 |
| Gambar 4.10 Potongan 3 poros                                  | 43 |
| Gambar 4.11 Diagram gaya geser dan diagram momen lentur poros | 44 |
| Gambar 4.12. Pemberian gaya pada poros                        | 46 |
| Gambar 4.13. Tegangan maksimum poros                          | 46 |
| Gambar 4.14. Total deformasi poros                            | 47 |
| Gambar 4.15. Nilai equivalent von misess (stress)             | 47 |
| Gambar 4.16 Konsentrasi tegangan                              | 48 |
| Gambar 4.17. Nilai safety factor poros                        | 48 |
| Gambar 4.18. Pemberian beban pada rangka                      | 49 |
| Gambar 4.19. Tegangan maksimum rangka                         | 49 |
| Gambar 4.20. Total deformasi rangka                           | 50 |
| Gambar 4.21. Nilai equivalent von mises (stress)              | 50 |
| Gambar 4.22. Konsentrasi tegangan                             | 51 |
| Gambar 4.23. Nilai safety factor rangka                       | 51 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu                                | 5  |
| Tabel 2.2 Faktor keamanan yang disarankan                      | 15 |
| Tabel 3.1. Material Properties ASTM A36                        | 24 |
| Tabel 3.2. Ringkasan sifat mekanik untuk paduan aluminium 6061 | 25 |
| Tabel 3.3. Komponen, Jumlah dan Berat                          | 29 |
| Tabel 4.3. Hasil validasi perhitungan manual dan simulasi      | 52 |



## DAFTAR SIMBOL

| <b>Simbol</b>  | <b>Keterangan</b>             |
|----------------|-------------------------------|
| $\sigma_{max}$ | Tegangan maksimum ( $N/m^2$ ) |
| M              | Momen lentur (Nm)             |
| C              | Jarak titik pembebanan (m)    |
| I              | Momen Inersia ( $m^4$ )       |
| $\eta$         | <i>safety factor</i>          |
| S              | <i>yield strength</i> (Mpa)   |
| $\tau$         | Tegangan (Mpa)                |



## DAFTAR SINGKATAN

| <b>Singkatan</b> | <b>Keterangan</b>                                |
|------------------|--|
| LIPI             | Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia               |
| FEA              | <i>Finite Element Analysis</i>                   |
| CAD              | <i>Computer Aided Design</i>                     |
| TEC              | <i>Thermoelectric Cooler</i>                     |
| DC               | <i>Direct Current</i>                            |
| ASTM             | <i>American Society For Testing And Material</i> |
| AISI             | <i>American Iron and Steel Institute</i>         |
| API              | <i>Application Programming Interface</i>         |
| AMD              | <i>Advanced Micro device</i>                     |
| COG              | <i>Center Of Gravity</i>                         |

