



**OPTIMASI DESAIN LENGAN AYUN TIPE DUA  
LENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE  
ELEMEN HINGGA**

**SKRIPSI**

**GANJAR ATHA DHAFIN**

**2010311076**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

**2025**



**OPTIMASI DESAIN LENGAN AYUN TIPE DUA  
LENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE  
ELEMEN HINGGA**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**GANJAR ATHA DHAFIN**

**2010311076**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

**2025**



## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

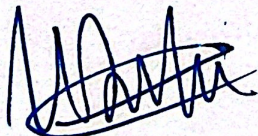
Nama : Ganjar Atha Dhafin  
NIM : 2010311076  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN LENGAN AYUN TIPE DUA  
LENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE  
ELEMEN HINGGA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.



**(Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M., M.T.)**

Penguji Utama



**(Muhammad Arifudin Lukmana S.T.,  
M.T.)**

Penguji Lembaga

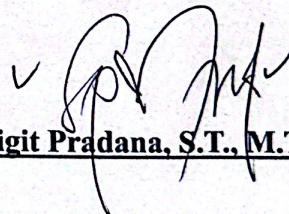


**(Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,  
M.T., IPM., ASEAN. Eng)**

Plt. Dekan Fakultas Teknik

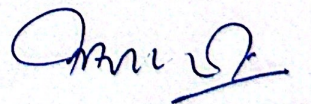
Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 29 Juli 2025



**(Sigit Pradana, S.T., M.T.)**

Penguji III (Pembimbing)



**(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)**

Kepala Program Studi Teknik Mesin



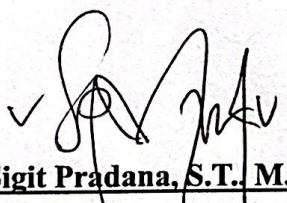
## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Ganjar Atha Dhafin  
NIM : 2010311076  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN LENGAN AYUN TIPE DUA  
LENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE  
ELEMEN HINGGA

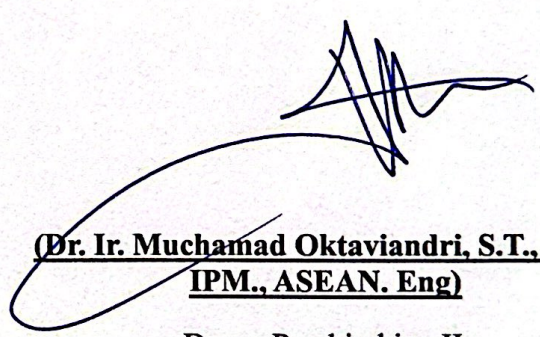
Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai dengan arahan yang diberikan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Menyetujui



(Sigit Pradana, S.T., M.T.)

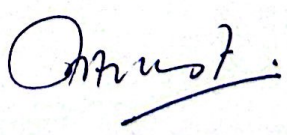
Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T.,  
IPM., ASEAN. Eng)

Dosen Pembimbing II

Mengetahui



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)

Kepala Program Studi Teknik Mesin

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ganjar Atha Dhafin

NIM : 2010311076

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 29 Juli 2025

Yang Menyatakan



Ganjar Atha Dhafin



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ganjar Atha Dhafin

NIM : 2010311076

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul:

**“OPTIMASI DESAIN LENGAN AYUN TIPE DUA LENGAN  
MENGUNAKAN PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 29 Juli 2025



Yang Menyatakan,  
Ganjar Atha Dhafin

# **OPTIMASI DESAIN LENGAN AYUN TIPE DUA LENGAN MENGUNAKAN PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA**

**Ganjar Atha Dhafin**

## **ABSTRAK**

Lengan ayun merupakan salah satu komponen penting pada sepeda motor yang berfungsi menopang roda belakang dan peredam kejut, serta berperan dalam menjaga stabilitas dan kenyamanan berkendara. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi desain lengan ayun tipe dua lengan dengan peredam ganda pada sepeda motor 125cc menggunakan pendekatan simulasi Metode Elemen Hingga. Proses simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Ansys Workbench R1 dengan membandingkan dua desain berbahan aluminium 6061-T6 dan 6063-T6. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan maksimum, deformasi, faktor keamanan, dan frekuensi alami, serta melakukan optimasi massa terhadap desain awal. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain optimasi berhasil menurunkan massa lengan ayun lebih dari 10% dengan tetap mempertahankan nilai tegangan, deformasi, dan faktor keamanan di bawah batas aman, serta frekuensi alami yang jauh dari frekuensi kerja mesin. Desain optimasi dengan material aluminium 6061-T6 menjadi desain paling optimal karena menghasilkan massa terendah, tegangan yang aman, dan karakteristik dinamis yang stabil.

**Kata Kunci :** lengan ayun, optimasi desain, metode elemen hingga, pengurangan massa, faktor keamanan.

# **DESIGN OPTIMIZATION OF DOUBLE-SIDED SWING ARM USING FINITE ELEMENT METHOD APPROACH**

**Ganjar Atha Dhafin**

## **ABSTRACT**

*The swing arm is one of the most essential components in a motorcycle, functioning to support the rear wheel and shock absorbers while contributing to riding stability and comfort. This study aims to optimize the design of a dual-sided swing arm with twin shock absorbers for a 125cc motorcycle using a Finite Element Method simulation approach. The simulation was performed using Ansys Workbench R1 software by comparing two designs made from aluminum 6061-T6 and 6063-T6. The parameters analyzed include maximum stress, deformation, safety factor, natural frequency, and mass optimization of the initial design. The simulation results show that the optimized design successfully reduced the swing arm mass by more than 10% while maintaining stress, deformation, and safety factor values within safe limits, and ensuring that the natural frequency remains significantly higher than the engine operating frequency. The optimized design using aluminum 6061-T6 was found to be the most effective, as it yielded the lowest mass, safe stress levels, and stable dynamic characteristics.*

**Keywords :** swing arm, design optimization, finite element method, mass reduction, safety factor.



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis telah menyelesaikan proposal skripsi dengan baik dan tepat waktu. Adapun penulisan proposal skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S1 Teknik Mesin.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini pun tak lepas dari bantuan berupa materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, di kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa puji syukur dan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Ayahanda Tri Wilastono dan Ibunda Esther Indahwati serta saudara – saudara yang senantiasa memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
3. Bapak Sigit Pradana, S.T, M.T selaku dosen pembimbing I yang sudah membantu penulis dalam penulisan skripsi.
4. Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng selaku pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi ini.
5. Cindy Dwi Pramesti yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Putra Yudha Pratama yang telah memberikan dukungan moril dan membantu proses pembelajaran dan diskusi dalam mengerjakan skripsi ini.
7. Sahabat-sahabat penulis yang sudah sangat membantu secara moril dan non moril dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Teruntuk sahabat Teknik Mesin Angkatan 2020 seperjuangan yang lulus 5 tahun, Revka, Evan, Bhanu, Furqon, Zahran, Rizki terima kasih setulusnya yang sudah menemani penulis untuk berjuang bersama mengerjakan skripsi.  
*Proud of us and Proud of you.*

9. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan juga doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini.

Dengan rendah hati penulis pun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan proposal skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, Juli 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                             |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                                                                  | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>                                                       | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>                                                   | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>                                                 | <b>iv</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK<br/>KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b> | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                                        | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                       | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                                  | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                                     | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                                  | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                                   | <b>xv</b>   |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                                                              | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                    | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                                   | 2           |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                                                    | 2           |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                                                                  | 3           |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....                                                              | 3           |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                                         | <b>5</b>    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....                                                              | 5           |
| 2.2 Rangka Sepeda Motor .....                                                               | 6           |
| 2.3 Suspensi.....                                                                           | 6           |
| 2.3.1 Lengan Ayun Dua Lengan.....                                                           | 9           |
| 2.4 Analisis Statik .....                                                                   | 10          |
| 2.4.1 Tegangan .....                                                                        | 10          |
| 2.4.2 Regangan.....                                                                         | 11          |
| 2.4.3 Kekuatan Luluh .....                                                                  | 11          |
| 2.4.4 Deformasi .....                                                                       | 12          |
| 2.4.5 <i>Von Misses Theory</i> .....                                                        | 13          |
| 2.4.6 <i>Safety Factor</i> .....                                                            | 13          |
| 2.5 <i>Finite Element Method</i> .....                                                      | 14          |
| 2.5.1 Modal analisis .....                                                                  | 14          |
| 2.5.2 Frekuensi Natural .....                                                               | 15          |



|              |                                                                       |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6          | Pembebanan Pada Lengan Ayun .....                                     | 15        |
| 2.7          | Aluminium .....                                                       | 15        |
| <b>BAB 3</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>                                        | <b>17</b> |
| 3.1          | Diagram Alir.....                                                     | 17        |
| 3.2          | Studi Literatur .....                                                 | 18        |
| 3.3          | Spesifikasi Lengan Ayun .....                                         | 18        |
| 3.3.1        | Dimensi Lengan Ayun .....                                             | 18        |
| 3.3.2        | Material .....                                                        | 18        |
| 3.4          | Pemodelan Desain .....                                                | 19        |
| 3.5          | Penentuan Variasi Penelitian .....                                    | 19        |
| 3.6          | Simulasi <i>Finite Element Method</i> .....                           | 20        |
| 3.6.1        | Simulasi Statis.....                                                  | 20        |
| 3.6.2        | Modal Analisis .....                                                  | 20        |
| 3.7          | Optimasi Desain .....                                                 | 20        |
| 3.8          | Analisis Optimasi Desain .....                                        | 21        |
| <b>BAB 4</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                     | <b>22</b> |
| 4.1          | <i>Overview</i> Dimensi Lengan Ayun.....                              | 22        |
| 4.2          | Variasi Penelitian.....                                               | 22        |
| 4.3          | Analisa Statis Pada Lengan Ayun.....                                  | 23        |
| 4.4          | Uji Konvergensi .....                                                 | 24        |
| 4.4.1        | Hasil Uji Konvergensi Desain A .....                                  | 25        |
| 4.4.2        | Hasil Uji Konvergensi Desain B .....                                  | 26        |
| 4.5          | Hasil Pengujian Beban Vertikal.....                                   | 27        |
| 4.5.1        | Desain A .....                                                        | 27        |
| 4.5.2        | Desain B .....                                                        | 29        |
| 4.3.1        | Optimasi Desain .....                                                 | 31        |
| 4.6          | Rekapitulasi Simulasi dan Perhitungan.....                            | 34        |
| 4.6.1        | Rekapitulasi Simulasi dan Perhitungan Tegangan <i>Von Mises</i> ..... | 34        |
| 4.6.2        | Rekapitulasi Simulasi dan Perhitungan Deformasi.....                  | 35        |
| 4.6.3        | Rekapitulasi Simulasi dan Perhitungan <i>Safety Factor</i> .....      | 36        |
| 4.6.4        | Rekapitulasi Simulasi dan Perhitungan Massa Lengan Ayun .....         | 37        |
| 4.6.5        | Nilai Natural Frekuensi Optimasi Desain Lengan Ayun .....             | 38        |
| <b>BAB 5</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                     | <b>39</b> |
| 5.1          | Kesimpulan.....                                                       | 39        |

|                |    |
|----------------|----|
| 5.2 Saran..... | 39 |
|----------------|----|

**DAFTAR PUSTAKA**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|                     |                                                        |    |
|---------------------|--------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2. 1</b>  | Garpu Suspensi Depan.....                              | 7  |
| <b>Gambar 2. 2</b>  | Peredam Kejut .....                                    | 8  |
| <b>Gambar 2. 3</b>  | Lengan Ayun Satu Lengan.....                           | 9  |
| <b>Gambar 2. 4</b>  | Lengan Ayun Dua Lengan .....                           | 9  |
| <b>Gambar 2. 5</b>  | Ilustrasi Tegangan .....                               | 11 |
| <b>Gambar 2. 6</b>  | Kurva Tegangan – Regangan.....                         | 11 |
| <b>Gambar 2. 7</b>  | Ilustrasi Deformasi.....                               | 12 |
| <b>Gambar 3. 1</b>  | Diagram Alir Penelitian .....                          | 17 |
| <b>Gambar 3. 2</b>  | Lengan Ayun Supra X 125 FI Pada Katalog Resmi.....     | 19 |
| <b>Gambar 4. 1</b>  | Desain A.....                                          | 22 |
| <b>Gambar 4. 2</b>  | Desain B.....                                          | 23 |
| <b>Gambar 4. 3</b>  | Free Body Diagram.....                                 | 23 |
| <b>Gambar 4. 4</b>  | Boundary Condition.....                                | 24 |
| <b>Gambar 4. 5</b>  | Grafik Uji Konvergensi Desain A.....                   | 22 |
| <b>Gambar 4. 6</b>  | Grafik Uji Konvergensi Desain B.....                   | 23 |
| <b>Gambar 4. 7</b>  | Bobot Desain A.....                                    | 24 |
| <b>Gambar 4. 8</b>  | Hasil Simulasi Tegangan Maksimal Desain A.....         | 25 |
| <b>Gambar 4. 9</b>  | Hasil Simulasi Total Deformasi Desain A .....          | 25 |
| <b>Gambar 4. 10</b> | Hasil Simulasi Safety Factor Desain A.....             | 26 |
| <b>Gambar 4. 11</b> | Bobot Desain B .....                                   | 26 |
| <b>Gambar 4. 12</b> | Hasil Simulasi Tegangan Maksimal Desain A.....         | 27 |
| <b>Gambar 4. 13</b> | Hasil Simulasi Total Deformasi Desain A .....          | 27 |
| <b>Gambar 4. 14</b> | Hasil Simulasi Safety Factor Desain A.....             | 28 |
| <b>Gambar 4. 15</b> | Desain Optimasi.....                                   | 28 |
| <b>Gambar 4. 16</b> | Bobot Desain Setelah Optimasi .....                    | 29 |
| <b>Gambar 4. 17</b> | Hasil Simulasi Tegangan Maksimal Desain Optimasi.....  | 29 |
| <b>Gambar 4. 18</b> | Hasil Simulasi Total Deformasi Desain Optimasi .....   | 30 |
| <b>Gambar 4. 19</b> | Hasil Simulasi Safety Factor Desain Optimasi.....      | 30 |
| <b>Gambar 4. 20</b> | Hasil Simulasi Natural Frekuensi Desain Optimasi ..... | 31 |
| <b>Gambar 4. 21</b> | Grafik Tegangan Von Mises.....                         | 32 |
| <b>Gambar 4. 22</b> | Grafik Hasil Deformasi.....                            | 33 |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4. 23</b> Grafik Hasil Safety Factor .....     | 34 |
| <b>Gambar 4. 24</b> Grafik Hasil Perhitungan Massa ..... | 35 |



## **DAFTAR TABEL**

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 3. 1</b> Spesifikasi Aluminium 6061-T6.....         | 18 |
| <b>Tabel 3. 2</b> Spesifikasi Aluminium 6063-T6.....         | 19 |
| <b>Tabel 4. 1</b> Dimensi Lengan Ayun .....                  | 22 |
| <b>Tabel 4. 2</b> Uji Konvergensi Desain A .....             | 22 |
| <b>Tabel 4. 3</b> Uji Konvergensi Desain B .....             | 23 |
| <b>Tabel 4. 4</b> Rekapitulasi Hasil Tegangan Von Mises..... | 31 |
| <b>Tabel 4. 5</b> Rekapitulasi Hasil Deformasi .....         | 32 |
| <b>Tabel 4. 6</b> Rekapitulasi Hasil Safety Factor .....     | 33 |
| <b>Tabel 4. 7</b> Rekapitulasi Massa Lengan Ayun .....       | 34 |