



**OPTIMASI TOPOLOGI *BRACKET* TRANSMISI PADA
MOBIL HEMAT ENERGI SOEDIRMAN 2.0 DENGAN
METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

ARYA DWI YUNANTO

2110311054

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2026



**OPTIMASI TOPOLOGI *BRACKET* TRANSMISI PADA
MOBIL HEMAT ENERGI SOEDIRMAN 2.0 DENGAN
METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana teknik**

ARYA DWI YUNANTO

2110311054

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Arya Dwi Yunanto
NIM : 2110311054
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : OPTIMASI TOPOLOGI *BRACKET* TRANSMISI
PADA MOBIL HEMAT ENERGI SOEDIRMAN
2.0 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para 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.



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng

Penguji Utama



Sigit Pradana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



M. Arifudin Lukmana, S.T., MT.

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T., M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 6 Januari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Arya Dwi Yunanto
NIM : 2110311054
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : OPTIMASI TOPOLOGI *BRACKET* TRANSMISI
PADA MOBIL HEMAT ENERGI SOEDIRMAN
2.0 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

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

Menyetujui,



M. Arifudin Lukmana, S.T., MT.

Pembimbing 1



Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M.,
M.T.

Pembimbing 2

Mengetahui,



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi Teknik Mesin

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil pemikiran serta penelitian saya sendiri, dan dan sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arya Dwi Yunanto

NIM : 2110311054

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 6 Januari 2026



Arya Dwi Yunanto

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arya Dwi Yunanto

NIM : 2110311054

Fakultas : Teknik

Program studi : S.1 Teknik Mesin

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

” OPTIMASI TOPOLOGI *BRACKET* TRANSMISI PADA MOBIL HEMAT ENERGI SOEDIRMAN 2.0 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Jakarta, 6 Januari 2026

Yang Menyatakan



(Arya Dwi Yunanto)

OPTIMASI TOPOLOGI *BRACKET* TRANSMISI PADA MOBIL HEMAT ENERGI SOEDIRMAN 2.0 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

ARYA DWI YUNANTO

ABSTRAK

Bracket transmisi merupakan salah satu komponen struktural penting dalam sistem pemindahan tenaga pada kendaraan hemat energi, khususnya mobil supermileage Soedirman 2.0 yang berpartisipasi dalam ajang seperti Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan *Shell Eco-Marathon*. Komponen ini harus mampu menahan beban statis maupun dinamis, terutama gaya tarik mendadak dari rantai saat akselerasi awal. Penelitian ini menggunakan metode analisis elemen hingga (*Finite Element Analysis*) untuk menganalisa pembebanan dan optimasi topologi berbasis *SIMP method* dengan menggunakan perangkat lunak *ANSYS Mechanical*. Dua material dibandingkan dalam penelitian ini, yaitu ASTM A36 dan Al 6061-T6, untuk menentukan material paling efisien berdasarkan massa, kekuatan struktural, dan faktor keamanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa konfigurasi optimal untuk material ASTM A36 menghasilkan massa akhir sebesar 1,3177 Kg, sedangkan material Al 6061-T6 memiliki massa 0,49623 Kg dan desain akhir dengan pertimbangan manufaktur adalah 1,343 Kg dan 0,499 Kg. Simulasi pembebanan menghasilkan tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 147,71 MPa dan 136,94 MPa untuk masing-masing material dengan *safety factor* 2,031 dan 2,0154, sedangkan untuk desain akhir adalah 140,93 MPa dan 132,5 MPa dengan *safety factor* 2,128 dan 2,0831. Dimana nilai deformasi totalnya 0,0638 mm dan 0,18033 mm, sedangkan untuk desain akhir 0,064238 mm dan 0,18132 mm untuk masing-masing material yang dimana masih berada dalam rentang elastis. Berdasarkan hasilnya, material Al 6061-T6 layak dipertimbangkan sebagai pengganti material *bracket* transmisi karena mampu menghasilkan massa yang jauh lebih ringan dengan performa struktural yang mirip.

Kata kunci: *bracket* transmisi, kendaraan hemat energi, optimasi topologi, metode elemen hingga.

TOPOLOGY OPTIMIZATION OF THE TRANSMISSION BRACKET IN THE SOEDIRMAN 2.0 ENERGY-EFFICIENT VEHICLE USING THE FINITE ELEMENT METHOD

ARYA DWI YUNANTO

ABSTRACT

The transmission bracket is one of the critical structural components in the power transmission system of energy-efficient vehicles, particularly the Soedirman 2.0 supermileage car that participates in competitions such as the Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) and the Shell Eco-Marathon. This component must be capable of withstanding both static and dynamic loads, especially the sudden tensile force generated by the chain during initial acceleration. This study employs the Finite Element Analysis (FEA) method to analyze loading conditions and perform topology optimization based on the SIMP method using ANSYS Mechanical software. Two materials are compared in this research, namely ASTM A36 and Al 6061-T6, to determine the most efficient material in terms of mass, structural strength, and safety factor. The analysis results indicate that the optimal configuration for ASTM A36 yields a final mass of 1.3177 kg, while Al 6061-T6 results in a mass of 0.49623 kg. The final designs incorporating manufacturing considerations have masses of 1.343 kg and 0.499 kg, respectively. The loading simulations produce maximum von Mises stresses of 147.71 MPa and 136.94 MPa for each material, with safety factors of 2.031 and 2.0154, respectively. For the final designs, the maximum von Mises stresses are 140.93 MPa and 132.5 MPa, with safety factors of 2.128 and 2.0831. The total deformations are 0.0638 mm and 0.18033 mm for the optimized designs, and 0.064238 mm and 0.18132 mm for the final designs, respectively, all of which remain within the elastic range. Based on these results, Al 6061-T6 is considered a viable alternative material for the transmission bracket, as it provides a significantly lower mass while maintaining comparable structural performance.

Keywords: *transmission bracket, energy-efficient vehicle, topology optimization, finite element method.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal tugas akhir yang berjudul “OPTIMASI DESAIN *BRACKET* TRANSMISI PADA MOBIL SOEDIRMAN 2.0 DENGAN MENGGUNAKAN *TOPOLOGI OPTIMIZATION* BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Selama proses penyusunan proposal ini, penulis memperoleh banyak ilmu dan pengalaman yang sangat berharga. Pengalaman ini tentunya memberikan kontribusi besar dalam pengembangan dan keterampilan bagi penulis.

Penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih dan apresiasi kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam mengerjakan proposal ini:

1. Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu.
2. Orang tua penulis, yang selalu memberikan dukungan moral dan materil dalam segala hal selama pembuatan skripsi ini.
3. Bapak M. Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing satu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Budhi Martana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M., M.T., selaku selaku dosen pembimbing dua pengganti yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini.
6. Bapak Ir. Fahrudin S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jakarta atas persetujuan terhadap penulisan tugas akhir ini.
7. Para Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.

8. Teman teman Angkatan 2021 Teknik Mesin yang selalu memberi dukungan dan bimbingan dalam proses penulisan tugas akhir ini.
9. Teman teman rumah yang selalu menemani dan memberi dukungan dalam proses penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari iv berbagai pihak guna penyempurnaan proposal ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi semua pihak.

Bekasi, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Literatur.....	4
2.1.1 <i>Modelling Of A Shell Eco-Marathon Vehicle Based On Drive-Train Characteristic And Driver Modes To Predict Fuel Consumption Of The Vehicle On A Specific Track</i>	4
2.1.2 <i>A Comparative Study of the Application of Different Commercial Software for Topology Optimization</i>	4
2.1.3 <i>Optimasi Topologi Frame Sepeda Listrik Menggunakan Software Ansys dan Metode Back Propagation Neural Network - Genetic Algorithm</i>	5
2.2 Kompetisi Supermileage	6
2.2.1 <i>Shell Eco-Marathon</i>	6
2.2.2 <i>Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE)</i>	6
2.3 Transmisi	7
2.3.1 <i>Rantai</i>	7

2.3.2 Sabuk (Belt and Pulley)	8
2.3.3 Roda Gigi	8
2.4 Gaya yang Terjadi pada <i>Bracket</i> Transmisi	9
2.4.1 Gaya Tarik Rantai	9
2.4.2 Gaya Traksi Kendaraan	9
2.5 Tegangan <i>Von Mises</i>	12
2.6 Analisis Statik	12
2.6.1 Tegangan	13
2.6.2 Regangan	13
2.6.3 Kekuatan Luluh	13
2.7 Faktor Keamanan	14
2.8 Optimasi Topologi	15
2.8.1 Optimasi Topologi <i>Solid Isotropic Material with Penalization</i>	15
2.9 Metode Elemen Hingga	17
2.9.1 Meshing	18
2.9.2 Uji Konvergensi	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir	20
3.2 Studi Literatur	20
3.3 Desain <i>Bracket</i> Transmisi Soedirman 2.0	21
3.4 Data Pembebanan	21
3.5 Analisis Elemen Hingga	24
3.5.1 Material	24
3.5.2 <i>Meshing</i>	25
3.5.3 <i>Boundary Condition and Load</i>	27
3.5.4 Proses Optimasi Desain <i>Bracket</i> Transmisi	28
3.5.5 Parameter Hasil Simulasi	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Penelitian	30
4.1.1 Validasi Properti Material	30
4.1.2 Validasi Data Finite Elemen Analysis	32
4.1.3 Hasil Simulasi Pembebanan	33
4.1.4 Hasil Optimasi Topologi	34
4.2 Pembahasan	37

4.2.1 Pengaruh Percent to Retain Terhadap Massa.....	37
4.2.2 Pengaruh Percent to Retain Terhadap Tegangan Maksimal.....	38
4.2.3 Pengaruh Percent to Retain Terhadap Deformasi	39
4.2.4 Pemilihan Optimasi Topologi Terbaik	40
4.2.5 Analisis Optimasi Topologi Terbaik	41
4.2.6 Desain Akhir Hasil Optimasi Topologi dengan Pertimbangan Manufaktur.....	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transmisi Rantai	7
Gambar 2.2 Transmisi Belt dan Pulley	8
Gambar 2.3 Transmisi Roda Gigi	9
Gambar 2.4 Diagram Gaya Traksi	10
Gambar 2.5 Diagram Tegangan dan Regangan	14
Gambar 2.6 Optimasi Topologi	15
Gambar 2.7 Contoh Elemen dan Node	17
Gambar 2.8 Jenis-Jenis Elemen	18
Gambar 2.9 Parameter Skewness	19
Gambar 2.10 Konvergensi Mesh	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Drawing Desain Bracket Transmisi	21
Gambar 3.3 Diagram Bebas Bracket Transmisi	21
Gambar 3.4 Sistem Transmisi	22
Gambar 3.5 Pemodelan Simulasi	24
Gambar 3.6 Meshing	26
Gambar 3.7 Grafik Konvergensi Mesh	27
Gambar 3.8 Boundary Condition	28
Gambar 3.9 Bagian Bracket yang dapat di Optimasi	28
Gambar 4.1 Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM E8	30
Gambar 4.2 Spesimen Uji Tarik ASTM E8	31
Gambar 4.3 Tegangan Normal Pada Titik Kritis	32
Gambar 4.4 Hasil Uji Pembebanan	33
Gambar 4.5 Hasil Optimasi Topologi Percent to Retain 70%	35
Gambar 4.6 Hasil Optimasi Topologi Percent to Retain 90%	36
Gambar 4.7 Grafik Percent to Retain VS Massa	37
Gambar 4.8 Perbandingan hasil Optimasi Topologi 90%, 80%, dan 70%	37
Gambar 4.9 Grafik Percent to Retain VS Tegangan Maksimal	38
Gambar 4.10 Grafik Percent to Retain VS Total Deformasi	39
Gambar 4.11 Grafik Percent to Retain VS Safety Factor	40
Gambar 4.12 Hasil Optimasi Topologi dengan Parameter Terbaik, (a) Material ASTM A36, (b) Material Al 6061-T6	41
Gambar 4.13 Hasil Tegangan Von Misses dengan Parameter Percent to Retain Terbaik	41
Gambar 4.14 Hasil Total Deformasi dengan Parameter Percent to Retain Terbaik	42
Gambar 4.15 Hasil Desain dengan Pertimbangan Manufaktur, (a) Material ASTM A36, (b) Material Al 6061-T6	43

Gambar 4.16 Hasil Tegangan Von Misses pada Desain dengan Pertimbangan Manufaktur.....	43
Gambar 4.17 Hasil Total Deformasi pada Desain dengan Pertimbangan Manufaktur.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Sprocket yang Digunakan	22
Tabel 3.2 Mechanical Properties ASTM A36	25
Tabel 3.3 Mechanical Properties Al 6061-T6	25
Tabel 3.4 Konvergensi Mesh	26
Tabel 4.1 Spesifikasi Alat Uji Tarik.....	30
Tabel 4.2 Hasil Uji Tarik	31
Tabel 4.3 Hasil Optimasi Topologi ASTM A36	34
Tabel 4.4 Hasil Optimasi Topologi Al 6061-T6	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Aktual Bracket Transmisi

Lampiran 2 Gambar Teknik Bracket Transmisi Soedirman 2.0

Lampiran 3 Gambar Teknik Desain dengan Pertimbangan Manufaktur Material ASTM A36

Lampiran 4 Gambar Teknik Desain dengan Pertimbangan Manufaktur Material Al 6061-T6

Lampiran 5 Hasil Uji Tensile 1

Lampiran 6 Hasil Uji Tensile 2

Lampiran 7 Hasil Uji Tensile 3

Lampiran 8 Hasil Perhitungan Tegangan Bending

Lampiran 9 Detail Hasil Topologi 90%

Lampiran 10 Hasil Detail Topologi 85%

Lampiran 11 Detail Hasil Topologi 80%

Lampiran 12 Detail Hasil Topologi 75%

Lampiran 13 Detail Hasil Topologi 70%

Lampiran 14 Detail Hasil Topologi 70,5% (ASTM A36)

Lampiran 15 Detail Hasil Topologi 76,5% (Al 6061-T6)

Lampiran 16 Hasil Perhitungan Interpolasi Linier (ASTM A36)

Lampiran 17 Hasil Perhitungan Interpolasi Linier (Al 6061-T6)