

**ANALISIS MODEL SPOKES PADA BAN TANPA UDARA
(AIRLESS TIRE) TERHADAP KEKUATAN STRUKTUR BAN
UNTUK MOBIL MPV DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Nama : MOCHAMAD ANDIK EFENDI

NIM : 1911105

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
INSTITUT TEKNOLOGI MALANG**

2023

**ANALISIS MODEL *SPOKES* PADA BAN TANPA UDARA
(*AIRLESS TIRE*) TERHADAP KEKUATAN STRUKTUR BAN
UNTUK MOBIL MPV DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin

Disusun Oleh :

NAMA : MOCHAMAD ANDIK EFENDI

NIM : 19.11.105

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

ANALISIS MODEL SPOKES PADA BAN TANPA UDARA (AIRLESS TIRE) TERHADAP KEKUATAN STRUKTUR BAN UNTUK MOBIL MPV DENGAN METODE ELEMEN HINGGA



Disusun Oleh :

NAMA : MOCHAMAD ANDIK EFENDI

NIM : 19.11.105

Diperiksa dan Disetujui

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP. Y. 1030400405

Sibut, ST., MT.

NIP. Y. 1030300379



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : MOCHAMAD ANDIK EFENDI
NIM : 1911105
Program Studi / Bidang : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : **ANALISIS MODEL SPOKES PADA BAN TANPA UDARA (AIRLESS TIRE) TERHADAP KEKUATAN STRUKTUR BAN UNTUK MOBIL MPV DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Hari / Tanggal : Rabu / 9 Agustus 2023

Dengan Nilai : 86,25 (A)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y.1030400405

Sekretaris

Febi Rahmadianto, ST., MT.

NIP.P.1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

Dr. Eko Yohanes S, ST., MT.

NIP.P. 1031400477

Penguji II

Arif Kurniawan, ST., MT.

NIP.P. 1031500491

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mochamad Andik Efendi

NIM : 1911105

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya

Malang, 24 Agustus 2023

Yang Membuat Pernyataan



Mochamad Andik Efendi

NIM. 1911105

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

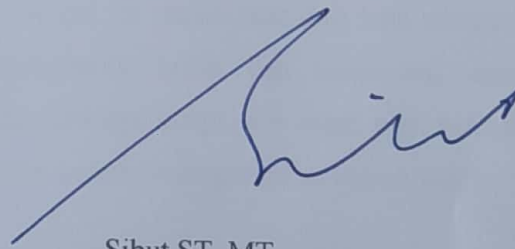
Nama : Mochamad Andik Efendi
NIM : 1911105
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisis Model Spokes Pada Ban Tanpa Udara
(*Airless Tire*) Terhadap Kekuatan Struktur Ban Untuk
Mobil MPV Dengan Metode Elemen Hingga
Dosen Pembimbing : Sibut, ST.,MT. (Pembimbing)

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	10 Maret 2023	
2.	Konsultasi BAB I	13 Maret 2023	
3.	Konsultasi BAB II	18 Maret 2023	
4.	Konsultasi BAB III	27 Maret 2023	
5.	Pendaftaran Seminar Proposal	3 April 2023	
6.	Seminar Proposal	4 April 2023	
7.	Proses Perancangan Desain	23 Mei 2023	
8.	Proses Simulasi	23 Juni 2023	
9.	Konsultasi BAB IV	30 Juni 2023	
10.	Konsultasi BAB V	30 Juni 2023	
11.	Daftar Seminar Hasil	24 Juli 2023	
12.	Seminar Hasil	25 Juli 2023	
13.	Perbaikan BAB IV dan BAB V	26 Juli 2023	
14.	UJIAN Skripsi	9 Agustus 2023	
15.			

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Mochamad Andik Efendi
NIM : 1911105
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisis Model Spokes Pada Ban Tanpa Udara
(*Airless Tire*) Terhadap Kekuatan Struktur Ban Untuk
Mobil MPV Dengan Metode Elemen Hingga
Dosen pembimbing : Sibut, ST.,MT. (Pembimbing 1)
Tanggal Pengajuan Skripsi : 10 Maret 2023
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 24 Agustus 2023
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 96

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



Sibut, ST., MT.

NIP. Y. 1030300379

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, atas Rahmat karunia serta hidayah yang telah diberikan. penulis sebagai mahasiswa Institut Teknologi Nasional Malang dapat menyelesaikan tugas akhir berupa Skripsi dengan berjudul “**Analisis Model Spokes Pada Ban Tanpa Udara (Airless Tire) Terhadap Kekuatan Struktur Ban Untuk Mobil MPV Dengan Metode Elemen Hingga**” sebagai syarat kelulusan dan sebagai penerapan ilmu selama masa perkuliahan.

Atas dukungan yang diberikan dalam penyelesaian Skripsi ini. saya mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D., Selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT., Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang.
3. Bapak Dr. I komang Astana Widi, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Sibut, ST., MT., Selaku Dosen Pembimbing Satu Skripsi.
5. Ibu Rosadilla Febritasari, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing Dua Penyusunan Skripsi.
6. Kedua orang tua beserta keluarga yang telah memberi dukungan baik melalui Doa maupun kebutuhan finansial penyusunan,
7. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik mesin S-1 yang telah banyak membantu terkait dengan penyusunan skripsi maupun penelitian.

Penulisan menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulisan sangat mengharap kritik dan saranyang membangun demi penyempuranaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Atas perhatiannya, penulis mengucapkan terima kasih.

Malang, Maret 2023

Penulis

ANALISIS MODEL SPOKES PADA BAN TANPA UDARA (*AIRLESS TIRE*) TERHADAP KEKUATAN STRUKTUR BAN UNTUK MOBIL MPV DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Mochamad Andik Efendi¹⁾, Sibut²⁾, Rosadila Febritasari³⁾.

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : andikefendi111@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan yang muncul dari penggunaan ban *pneumatic* rentan terhadap kebocoran, ban meletus, harus mengatur tekanan agar mendapatkan kondisi berkendara yang nyaman. Didalam penelitian ini spokes (jari-jari) merupakan kombinasi antara kekakuan dan ketahanan di bawah beban kompresi-tegangan siklik pada spokes ban tanpa udara. Metode yang digunakan adalah Metode Elemen Hingga. Dengan melalui proses perancangan dengan software Autodesk inventor lalu dianalisis dengan ansys workbench untuk mengetahui nilai deformasi, equivalent stress, dan nilai safety factor yang ada pada airless tire (ban tanpa udara) tipe *tweel* dan *honeycomb* untuk mobil jenis MPV berdimensi 185/65 Ring 15 Inchi. Hasil simulasi static structure dengan pembebanan yang mengacu pada mobil Toyota Avanza dengan massa 1.085 kg. Didapatkan nilai rata-rata *stress* pada airless tire tipe *tweel* 1.151 Mpa lebih besar dibandingkan dengan airless tire tipe *honeycomb* dengan nilai distribusi tegangan 0.84635 Mpa. Untuk nilai rata-rata deformasi ban tanpa udara tipe spokes *tweel* yaitu 878.35 mm dan untuk ban tanpa udara tipe spokes *honeycomb* nilai rata-rata deformasi 150,83 mm. Nilai deformasi semakin besar maka tingkat kerusakannya semakin tinggi. Pada airless tire tipe *honeycomb* memiliki nilai rata-rata faktor keamanan minimal sebesar 10.533 dibandingkan dengan ban tanpa udara tipe spokes *tweel* dengan nilai rata-rata faktor keamanan sebesar 8.8338. Dapat disimpulkan bahwa spokes tipe *honeycomb* direkomendasikan untuk mobil MPV dengan dimensi ban 185/65 Ring 15 Inchi.

Kata Kunci: *Static Structure, Spokes, Airless Tire*, Ban tanpa Ban tanpa udara tipe *Tweel*, Ban tanpa udara tipe *honeycomb*.

**ANALYSIS OF THE SPOKES MODEL ON TIRE WITHOUT AIR
(AIRLESS TIRE) ON THE STRENGTH OF TIRE STRUCTURE FOR
MPV CARS USING THE FINITE ELEMENT METHOD**

Mochamad Andik Efendi¹⁾, Sibut²⁾, Rosadila Febritasari³⁾.

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Industrial Technology

Malang National Institute of Technology

Email : andikefendi111@gmail.com

ABSTRACT

The Problems arising from the use of pneumatic tyres are prone to punctures, tyre blowouts, having to adjust the pressure in order to obtain comfortable driving conditions. In this study, the spokes are a combination of stiffness and resistance under cyclic compression-tension loads on the spokes of airless tyres. The method used is the Finite Element Method. By going through the design process with Autodesk inventor software and then analysed with ansys workbench to determine the value of deformation, equivalent stress, and the value of safety factors that exist in airless tires of tweek and honeycomb types for MPV type cars with dimensions 185/65 Ring 15 Inchi. The results of the static structure simulation with loading referring to the Toyota Avanza car with a mass of 1,085 kg. It was found that the average value of stress in the tweek type airless tyre is 1.151 Mpa greater than the honeycomb type airless tire with a stress distribution value of 0.84635 Mpa. The average deformation value of tweek spokes type airless tire is 878.35 mm and for honeycomb spokes type airless tire the average deformation value is 150.83 mm. The larger the deformation value, the higher the damage rate. The honeycomb type airless tyre has a minimum average safety factor of 10.533 compared to the tweek spokes type airless tire with an average safety factor of 8.8338. It can be concluded that honeycomb type spokes are recommended for MPV cars with tire dimensions 185/65 Ring 15 Inchi.

*Keywords: Static Structure, Spokes, Airless Tire, Type airless tire
Tweek, Type airless tire honeycomb.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Ban Tanpa Udara (Airless Tire)	7
2.3 Bagian Ban Tanpa Udara (Airless Tire).....	8
2.3 Metode Elemen Hingga.....	9
2.4 Teori Von Mises	9

2.5	Teori Displacement	10
2.6	Teori Faktor Keamanan	10
2.7	Autodesk Inventor	11
2.8	ANSYS Workbench	12
2.9.	<i>Polyurethane</i>	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		16
3.1	Diagram Alir Penelitian	16
3.2	Studi Literatur	17
3.3	Perancangan Desain Ban Tanpa Udara.....	17
3.3.1	Model Tweel.....	17
3.3.2	Model Honeycomb	19
3.4	Pre-processing	19
3.4.1	Penentuan Material.....	20
3.4.2	Penentuan Letak Titik Pembebanan Pada Ban Tanpa Udara.....	21
3.4.3	Penentuan Nilai Pembebanan Pada Tiap Titik Beban.....	21
3.4.4	Penentuan Letak Titik Tumpuan pada Ban	22
3.4.5	Pembuatan Mesh Pada Spoke Ban.....	22
3.5	Simulasi Metode Elemen Hingga.....	23
3.5.1	Analisis <i>Von Misses Strees</i>	24
3.5.2	Analisis <i>Displacement</i>	25
3.5.3	Analisis <i>safety of factor</i>	26
3.6	Post – Processing	26
3.7	Analisis Dan Pembahasan	26
3.8	Kesimpulan Dan Saran.....	26
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Proses Perancangan Desain	27

4.2	Ukuran Airless Tire 2D	29
4.3	Perhitungan Pembebanan <i>Airless Tire</i>	30
4.4	Simulasi Metode Elemen Hingga.....	31
4.4.1	Proses Pemograman Simulasi	31
1.	Engineering Data	32
2.	Geometry	33
3.	Model.....	36
4.	Setup	37
5.	Solution.....	39
6.	Result	39
4.5	Hasil Simulasi.....	39
4.5.1	Total Deformasi	39
4.5.2	Equivalent Stress.....	43
4.5.3	Safety Factor	47
4.6	Pembahasan Hasil Simulasi.....	51
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN.....		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN.....		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Penyusun Ban Tanpa Udara	8
Gambar 3. 1 Diagram Alir	16
Gambar 3. 2 Contoh Model spoke <i>Tweel</i>	17
Gambar 3. 3 Contoh Model <i>spoke Honeycomb</i>	19
Gambar 3. 4 Laptop.....	23
Gambar 3. 5 Tampilan Mulai Autodesk Inventor 2021	24
Gambar 3. 6 Tampilan mulai ANSYS Workbench.....	24
Gambar 4. 1 Komponen Airless Tire	27
Gambar 4. 2 Ban Tanpa Udara tipe <i>Tweel</i> dan <i>Honeycomb</i>	28
Gambar 4. 3 Dimensi Ukuran Airless Tire tipe <i>Tweel</i>	29
Gambar 4. 4 Dimensi ukuran Airless Tire tipe <i>Honeycomb</i>	30
Gambar 4. 5 Tampilan pemograman ANSYS workbench.....	31
Gambar 4. 6 Tampilan engineering data material	32
Gambar 4. 7 Desain Airless Tire Spokes <i>Tweel</i>	33
Gambar 4. 8 Desain Airless Tire Spokes <i>Honeycomb</i>	34
Gambar 4. 9 Desain Thread pada ban	35
Gambar 4. 10 Tampilan geometri airless tire tipe <i>honeycomb</i>	36
Gambar 4. 11 Tampilan geometri airless tire tipe <i>tweel</i>	36
Gambar 4. 12 Tampilan meshing airless tire tipe <i>tweel</i>	37
Gambar 4. 13 Tampilan depan penentuan titik pembebanan.	37
Gambar 4. 14 Tampilan penentuan titik pembebanan pada hub	38
Gambar 4. 15 Tampilan belakang penentuan titik pembebanan	38
Gambar 4. 16 Tampilan bawah penentuan titik pembebanan dan titik support....	38
Gambar 4. 17 Data nilai deformasi tampak depan airless tire tipe spokes <i>tweel</i> ..	39
Gambar 4. 18 Data nilai deformasi tampak samping airless tire tipe spokes <i>tweel</i>	40
Gambar 4.19 Data nilai deformasi tampak belakang airless tire tipe spokes <i>tweel</i>	40
Gambar 4.20 Data nilai deformasi tampak isometri airless tire tipe spokes <i>tweel</i>	40
Gambar 4.21 Data nilai deformasi tampak depan airless tire tipe spokes <i>honeycomb</i>	41

Gambar 4.22 Data nilai deformasi tampak samping airless tire tipe spokes honeycomb.....	41
Gambar 4.23 Data nilai deformasi tampak samping airless tire tipe spokes honeycomb.....	42
Gambar 4.24 Data nilai deformasi tampak atas airless tire tipe spokes honeycomb.....	42
Gambar 4.25 Data nilai distribusi tegangan tampak depan dari Airless Tire tipe Tweel.....	43
Gambar 4.26 Data nilai distribusi tegangan tampak samping dari Airless Tire tipe Tweel.....	43
Gambar 4.27 Data nilai distribusi tegangan tampak belakang dari Airless Tire tipe Tweel.....	44
Gambar 4.28 Data nilai distribusi tegangan tampak atas dari Airless Tire tipe Tweel.....	44
Gambar 4.29 Data nilai distribusi tegangan tampak depan dari airless tire tipe honeycomb.....	45
Gambar 4.30 Data nilai distribusi tegangan tampak samping dari airless tire tipe honeycomb.....	45
Gambar 4.31 Data nilai distribusi tegangan tampak belakang dari airless tire tipe honeycomb.....	46
Gambar 4.32 Data nilai distribusi tegangan tampak belakang dari airless tire tipe honeycomb.....	46
Gambar 4.33 Data nilai safety factor tampak depan dari airless tire tipe tweel....	47
Gambar 4.34 Data nilai safety factor tampak samping dari airless tire tipe tweel	47
Gambar 4.35 Data nilai safety factor tampak belakang dari airless tire tipe tweel	47
Gambar 4.36 Data nilai safety factor tampak isometri dari airless tire tipe tweel	48
Gambar 4.37 Data nilai safety factor tampak atas dari airless tire tipe tweel.....	48
Gambar 4.38 Data nilai safety factor tampak depan dari airless tire tipe honeycomb.....	49
Gambar 4.39 Data nilai safety factor tampak samping dari airless tire tipe honeycomb.....	49

Gambar 4.40 Data nilai safety factor tampak belakang dari airless tire tipe honeycomb.....	49
Gambar 4.41 Data nilai safety factor tampak isometri dari airless tire tipe honeycomb.....	50
Gambar 4.42 Data nilai safety factor tampak atas dari airless tire tipe honeycomb	50
Gambar 4.43 Data nilai total deformasi tampak depan dari airless tire tipe tweel	51
Gambar 4.44 Data nilai total deformasi tampak depan dari airless tire tipe honeycomb.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Material Properties	32
Tabel 4. 2 Data Hasil Simulasi Static Structural Ansys workbench	51