

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI SUDUT ROTASI, *VOLUME FRACTION*,  
DAN ALUR TAPAK BAN NON-PNEUMATIK  
SEPEDA MOTOR TERHADAP DEFORMASI  
DAN *ROLLING RESISTANCE***



*Intelligentia - Dignitas*

**MUHAMMAD RAFI SETYADI EKA PUTRA**

**1520621016**

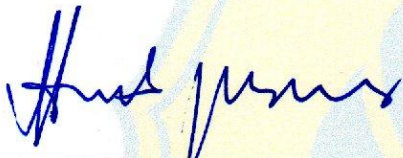
**PROGRAM STUDI  
TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
TAHUN 2025**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Variasi Sudut Rotasi, *Volume Fraction*, dan Alur Tapak  
Ban Non-Pneumatik Sepeda Motor Terhadap Deformasi dan  
*Rolling Resistance*  
Penyusun : Muhammad Rafi Setyadi Eka Putra  
NIM : 1520621016  
Tanggal Ujian : 31 Oktober 2025

### Disetujui oleh:

Pembimbing I,



**Dr. Eng. Agung Premono, M.T.**  
NIP. 197705012001121002

Pembimbing II,



**Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T.**  
NIP. 197911142012121001

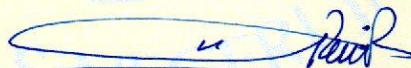
### Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,



**Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM.**  
NIP. 197911022012121001

Sekretaris Penguji,



**Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.**  
NIP. 197604222006041001

Penguji Ahli,



**Dr. Imam Basori, M.T.**  
NIP. 197906072008121003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mesin



**Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM.**  
NIP. 197911022012121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 27 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



1000  
METRAI  
TEMPEL  
E9592AMX453430394

Muhammad Rafi Setyadi Eka Putra

No. Reg. 1520621016

*Intelligentia - Dignitas*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Rafi Setyadi Eka Putra  
NIM : 1520621016  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin  
Alamat email : [rafi.styd@gmail.com](mailto:rafi.styd@gmail.com)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi    ☐ Tesis    ☐ Disertasi    ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

Pengaruh Sudut Rotasi, *Volume Fraction*, dan Alur Tapak Ban Non-Pneumatik Sepeda Motor Terhadap Deformasi dan *Rolling Resistance*

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 07 November 2025

Penulis

Muhammad Rafi Setyadi Eka Putra

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Sudut Rotasi, *Volume Fraction*, dan Alur Tapak Ban Non-Pneumatik Sepeda Motor Terhadap Deformasi dan *Rolling Resistance*”**. Skripsi ini disusun untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik atas dukungan, bantuan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Agung Premono, M.T. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik penulis yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM. selaku koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama berkuliah.
5. Kedua orang tua penulis yang telah mendoakan, mendukung, dan membantu penulis selama masa studi.
6. Seluruh rekan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta angkatan 2021 yang telah memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini.

*Intelligentia - Dignitas*

Penulis menyadari terdapatnya kekurangan dalam penulisan skripsi ini karena keterbatasan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka untuk kritik dan saran dari berbagai pihak agar lebih baik di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 27 Oktober 2025

Penyusun

Muhammad Rafi Setyadi Eka Putra  
NIM. 1520621016



*Intelligentia - Dignitas*

# PENGARUH VARIASI SUDUT ROTASI, *VOLUME FRACTION*, DAN ALUR TAPAK BAN NON-PNEUMATIK SEPEDA MOTOR TERHADAP DEFORMASI DAN *ROLLING RESISTANCE*

Muhammad Rafi Setyadi Eka Putra

Dosen Pembimbing: Dr. Eng. Agung Premono, M.T. dan Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T.

## ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi sudut rotasi *spoke*, *volume fraction* sel RPAS (*Rotated Primitive-based Auxetic Structure*), dan tipe alur tapak terhadap kinerja mekanik ban non-pneumatik ukuran 130/70 R13 untuk sepeda motor. Model geometri didesain menggunakan Autodesk Inventor 2025, sedangkan analisis numerik dilakukan pada ANSYS *Static Structural*. Simulasi statis dilakukan pada beban sebesar 1.600 N dengan penyederhanaan jumlah simulasi menggunakan Taguchi L16 untuk kombinasi ketiga faktor tersebut. Hasil yang dianalisis meliputi deformasi maksimum dan gaya *rolling resistance* yang dikonversi menjadi koefisien *rolling resistance*. Hasil menunjukkan bahwa *volume fraction* merupakan faktor dominan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap variasi deformasi (50,64%) dan koefisien *rolling resistance* (56%), sedangkan sudut rotasi dan tipe alur tapak memberikan pengaruh lebih kecil untuk optimasi desain. Secara umum, sudut rotasi yang semakin tinggi akan semakin menurunkan deformasi, tetapi meningkatkan koefisien *rolling resistance*. *Volume fraction* optimal berada di tingkat -1,30 berdasarkan deformasinya dan -1,20 berdasarkan koefisien *rolling resistance*-nya. Alur tapak terbaik adalah jenis *lug* kompleks berdasarkan deformasi dan koefisien *rolling resistance*-nya. Meskipun uji ANOVA pada tingkat signifikansi 0,05 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar level, analisis kontribusi faktor memperjelas prioritas untuk optimasi kedepannya. Temuan penelitian merekomendasikan fokus awal pada penentuan *volume fraction* optimal untuk RPAS sebelum melakukan penyesuaian sudut rotasi dan pengembangan pola alur tapak.

**Kata Kunci:** Ban Non-pneumatik, Deformasi, Elemen Hingga, *Rolling Resistance*.

*Intelligentia - Dignitas*

# **THE EFFECT OF VARIATIONS IN ROTATION ANGLE, VOLUME FRACTION, AND TREAD GROOVE OF NON-PNEUMATIC MOTORCYCLE TYRES ON DEFORMATION AND ROLLING RESISTANCE**

**Muhammad Rafi Setyadi Eka Putra**

**Supervisor: Dr. Eng. Agung Premono, M.T. and Dr. Eng. I Wayan Sugita,  
M.T.**

## **ABSTRACT**

This study analyzes the effect of variations in the spoke rotation angle, the volume fraction of the RPAS (Rotated Primitive-based Auxetic Structure) cell, and the tread groove type on the mechanical performance of a 130/70 R13 non-pneumatic tire for motorcycles. The geometry model was designed using Autodesk Inventor 2025, while the numerical analysis was performed on ANSYS Static Structural. Static simulations were performed at a load of 1,600 N with a simplified number of simulations using Taguchi L16 for the combination of the three factors. The analyzed results include maximum deformation and rolling resistance force converted into rolling resistance coefficient. The results show that the volume fraction is the dominant factor that gives the largest contribution to the variation of deformation (50.64%) and rolling resistance coefficient (56%), while the rotation angle and tread groove type have a smaller influence on design optimization. In general, a higher rotation angle will further reduce deformation, but increase the rolling resistance coefficient. The optimal volume fraction is at -1.30 based on its deformation and -1.20 based on its rolling resistance coefficient. The best tread pattern was a complex lug type based on its deformation and rolling resistance coefficient. Although ANOVA at the 0.05 significance level did not show significant differences between levels, factor contribution analysis clarified priorities for future optimization. The study findings recommend an initial focus on determining the optimal volume fraction for RPAS before adjusting the rotation angle and developing the tread pattern.

**Keywords:** Deformation, Finite Element, Non-pneumatic Tyre, Rolling Resistance

*Intelligentia - Dignitas*

## DAFTAR ISI

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>                              | <b>i</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>                                      | <b>ii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                          | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                              | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                           | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                           | <b>xii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                        | <b>xiv</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                       | <b>1</b>   |
| 1.1. Latar Belakang.....                                            | 1          |
| 1.2. Identifikasi Masalah .....                                     | 5          |
| 1.3. Batasan Masalah .....                                          | 5          |
| 1.4. Rumusan Masalah.....                                           | 6          |
| 1.5. Tujuan Penelitian.....                                         | 6          |
| 1.6. Manfaat Penelitian .....                                       | 6          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                 | <b>7</b>   |
| 2.1. Ban Non-Pneumatik .....                                        | 7          |
| 2.1.1. Struktur <i>Spoke</i> .....                                  | 8          |
| 2.2. <i>Triply Periodic Minimal Surface</i> .....                   | 9          |
| 2.2.1. <i>Spoke Rotated Primitive-based Auxetic Structure</i> ..... | 11         |
| 2.2.2. Sudut Rotasi RPAS .....                                      | 12         |
| 2.2.3. Arah Deformasi RPAS .....                                    | 13         |
| 2.2.4. <i>Volume fraction</i> RPAS .....                            | 15         |
| 2.2.5. Material <i>Spoke</i> RPAS .....                             | 16         |
| 2.3. Alur Tapak Ban .....                                           | 17         |
| 2.3.1. Bentuk Alur Tapak Ban.....                                   | 17         |
| 2.3.2. Material Alur Tapak Ban.....                                 | 18         |

|                                            |                                                                      |           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.                                       | Interaksi <i>Spoke</i> dan Alur Tapak Ban Non-Pneumatik .....        | 19        |
| 2.5.                                       | Deformasi Struktur Ban .....                                         | 19        |
| 2.6.                                       | <i>Rolling Resistance</i> .....                                      | 21        |
| 2.7.                                       | Autodesk Inventor .....                                              | 22        |
| 2.8.                                       | ANSYS.....                                                           | 23        |
| 2.8.1.                                     | ANSYS <i>Static Structural</i> .....                                 | 23        |
| 2.9.                                       | Kerangka Berpikir .....                                              | 24        |
| 2.10.                                      | Penelitian Relevan.....                                              | 25        |
| 2.10.1.                                    | Sudut rotasi <i>Spoke</i> RPAS pada Ban Non-pneumatik.....           | 25        |
| 2.10.2.                                    | Volume fraction pada struktur TPMS .....                             | 26        |
| 2.10.3.                                    | Variasi Alur Tapak Ban Terhadap <i>Rolling Resistance</i> .....      | 26        |
| 2.10.4.                                    | Simulasi <i>Finite Element Analysis</i> pada Ban Non-Pneumatik ..... | 27        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |                                                                      | <b>29</b> |
| 3.1.                                       | Tempat dan Waktu Penelitian .....                                    | 29        |
| 3.2.                                       | Alat dan Bahan Penelitian .....                                      | 29        |
| 3.2.1.                                     | Perangkat Keras.....                                                 | 29        |
| 3.2.2.                                     | Perangkat Lunak.....                                                 | 29        |
| 3.3.                                       | Diagram Alir .....                                                   | 30        |
| 3.3.1.                                     | Diagram Alir Penelitian .....                                        | 30        |
| 3.3.2.                                     | Diagram Alir Simulasi .....                                          | 32        |
| 3.4.                                       | Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data .....                           | 39        |
| 3.4.1.                                     | <i>Boundary Condition</i> .....                                      | 39        |
| 3.4.2.                                     | Model <i>Rigid Hub</i> .....                                         | 42        |
| 3.4.3.                                     | Model <i>Flexible Spoke</i> .....                                    | 43        |
| 3.4.4.                                     | Model <i>Shear Band</i> .....                                        | 44        |
| 3.4.5.                                     | Model <i>Tread</i> .....                                             | 45        |

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.6. Matriks Penelitian .....                      | 45        |
| 3.5. Teknik Analisis Data .....                      | 47        |
| 3.5.1. Deformasi .....                               | 47        |
| 3.5.2. <i>Rolling Resistance</i> .....               | 48        |
| 3.5.3. Uji <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) ..... | 48        |
| 3.6. <i>Workflow</i> Simulasi .....                  | 49        |
| 3.7. Asumsi Penelitian.....                          | 49        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>             | <b>50</b> |
| 4.1. Hasil Simulasi Ban Non-Pneumatik.....           | 50        |
| 4.1.1. Distribusi Tegangan Spoke .....               | 50        |
| 4.1.2. Hasil Simulasi Deformasi.....                 | 51        |
| 4.1.3. Hasil Simulasi Rolling resistance.....        | 54        |
| 4.2. Analisis Statistik.....                         | 55        |
| 4.2.2. Hasil Uji Anova Deformasi.....                | 55        |
| 4.2.2. Hasil Uji ANOVA Rolling resistance .....      | 56        |
| 4.3. Pembahasan.....                                 | 57        |
| 4.3.1. Pengaruh Sudut Rotasi .....                   | 57        |
| 4.3.2. Pengaruh Volume fraction .....                | 60        |
| 4.3.3. Pengaruh Alur Tapak Ban .....                 | 63        |
| 4.3.4. Faktor Dominan.....                           | 66        |
| 4.3.5. Perbandingan Dengan Ban Pneumatik.....        | 67        |
| 4.4. Validasi Hasil .....                            | 68        |
| 4.4.1. Validasi Hasil Sudut Rotasi.....              | 68        |
| 4.4.2. Validasi Hasil <i>Volume Fraction</i> .....   | 69        |
| 4.4.3. Validasi Hasil Alur Tapak Ban .....           | 70        |
| 4.5. Rekomendasi Model Optimal.....                  | 71        |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>72</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....                   | 72        |
| 5.2. Saran.....                         | 72        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>              | <b>74</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    | <b>80</b> |



*Intelligentia - Dignitas*

## DAFTAR TABEL

| Nomor       | Judul Tabel                                          | Halaman |
|-------------|------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2. 1  | Material Properties Polyurethane                     | 17      |
| Tabel 2. 2  | Material Properties <i>Butyl Rubber</i>              | 19      |
| Tabel 3. 1  | Jumlah Mesh Pada Setiap Model                        | 36      |
| Tabel 3. 2  | Dimensi <i>Rigid Hub</i>                             | 42      |
| Tabel 3. 3  | <i>Material Properties Aluminium Alloy 7075-T6</i>   | 42      |
| Tabel 3. 4  | Dimensi <i>Flexible Spoke</i>                        | 43      |
| Tabel 3. 5  | <i>Material Properties Polyurethane</i>              | 43      |
| Tabel 3. 6  | Dimensi Shear Band                                   | 44      |
| Tabel 3. 7  | <i>Material Properties Aluminium Alloy 7075 – T6</i> | 44      |
| Tabel 3. 8  | Dimensi Tread                                        | 45      |
| Tabel 3. 9  | <i>Material Properties Butyl Rubber</i>              | 45      |
| Tabel 3. 10 | Model Taguchi untuk Simulasi                         | 46      |
| Tabel 3. 11 | Matriks Penelitian                                   | 46      |
| Tabel 4. 1  | Hasil Simulasi Deformasi                             | 52      |
| Tabel 4. 2  | Hasil Simulasi <i>Rolling resistance</i>             | 54      |
| Tabel 4. 3  | Rata-rata Faktor per Level dan Persentase Kontribusi | 66      |

*Intelligentia - Dignitas*

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor        | Judul Gambar                                                      | Halaman |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2. 1  | Ban Kendaraan                                                     | 7       |
| Gambar 2. 2  | Struktur <i>Spoke Multi-hole</i>                                  | 8       |
| Gambar 2. 3  | Struktur <i>Spoke Batang</i>                                      | 8       |
| Gambar 2. 4  | Struktur <i>Spoke Convex</i>                                      | 9       |
| Gambar 2. 5  | Struktur <i>Spoke Solid</i>                                       | 9       |
| Gambar 2. 6  | Contoh Bentuk TPMS                                                | 11      |
| Gambar 2. 7  | Proses Rotasi dan Pemangkasan RPAS                                | 12      |
| Gambar 2. 8  | Proses Pencerminkan RPAS                                          | 12      |
| Gambar 2. 9  | Arah Deformasi Struktur Kisi RPAS                                 | 15      |
| Gambar 2. 10 | Jenis Alur Tapak Ban Motor                                        | 18      |
| Gambar 2. 11 | Deformasi pada Ban Non-pneumatik                                  | 20      |
| Gambar 2. 12 | Fitur Desain 3D Autodesk Inventor 2025                            | 23      |
| Gambar 2. 13 | <i>Toolbox</i> ANSYS                                              | 23      |
| Gambar 2. 14 | Fitur ANSYS <i>Static Structural</i>                              | 24      |
| Gambar 2. 15 | Kerangka Berpikir Penelitian                                      | 24      |
| Gambar 2. 16 | Deformasi Struktur RPAS dengan Sudut Rotasi Berbeda-beda          | 25      |
| Gambar 2. 17 | Hasil Pengujian Alur tapak Ban terhadap <i>Rolling Resistance</i> | 27      |
| Gambar 2. 18 | Perbandingan Hasil Simulasi FEA dengan Eksperimental              | 28      |
| Gambar 3. 1  | Diagram Alir Penelitian                                           | 30      |
| Gambar 3. 2  | Diagram Alir Simulasi                                             | 32      |
| Gambar 3. 3  | Proses Desain                                                     | 33      |
| Gambar 3. 4  | <i>Toolbox</i> Input Material                                     | 34      |
| Gambar 3. 5  | <i>Input Material Properties</i>                                  | 34      |
| Gambar 3. 6  | <i>Toolbox</i> Import Geometri                                    | 35      |
| Gambar 3. 7  | Bentuk <i>Tetrahedral Mesh</i>                                    | 35      |
| Gambar 3. 8  | <i>Design Tree Meshing</i>                                        | 36      |
| Gambar 3. 9  | <i>Design Tree Contact</i>                                        | 37      |
| Gambar 3. 10 | <i>Design Tree</i> Parameter Simulasi                             | 38      |
| Gambar 3. 11 | Contoh Hasil Simulasi Deformasi                                   | 38      |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 12 <i>Output</i> Simulasi <i>Rolling Resistance</i>                                       | 39 |
| Gambar 3. 13 Diagram Benda Bebas Simulasi                                                           | 40 |
| Gambar 3. 14 <i>Boundary Condition</i> Simulasi                                                     | 41 |
| Gambar 3. 15 Sketsa Dimensi Ban                                                                     | 41 |
| Gambar 3. 16 Gambar Potongan Ban Non-pneumatik                                                      | 42 |
| Gambar 3. 17 Struktur Sel RPAS                                                                      | 43 |
| Gambar 3. 18 Sudut Rotasi Sel                                                                       | 44 |
| Gambar 3. 19 Jenis-jenis Alur Tapak Ban                                                             | 45 |
| Gambar 3. 20 <i>Workflow</i> Simulasi                                                               | 49 |
| Gambar 4. 1 Simulasi Struktur Sel RPAS                                                              | 50 |
| Gambar 4. 2 Distribusi Tegangan <i>Spoke</i>                                                        | 51 |
| Gambar 4. 3 Hasil Simulasi Deformasi                                                                | 52 |
| Gambar 4. 4 Model Ban dengan Deformasi Terkecil                                                     | 53 |
| Gambar 4. 5 Model Ban dengan Deformasi Terbesar                                                     | 53 |
| Gambar 4. 6 Hasil Simulasi <i>Rolling resistance</i>                                                | 54 |
| Gambar 4. 7 Grafik Pengaruh Sudut Rotasi terhadap Deformasi                                         | 58 |
| Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh Sudut Rotasi terhadap <i>Rolling resistance</i>                         | 58 |
| Gambar 4. 9 Sudut Rotasi <i>Spoke</i> dengan Deformasi Tertinggi                                    | 59 |
| Gambar 4. 10 Sudut Rotasi <i>Spoke</i> dengan Deformasi Terendah                                    | 59 |
| Gambar 4. 11 Grafik Pengaruh <i>Volume fraction</i> terhadap Deformasi                              | 60 |
| Gambar 4. 12 Grafik Pengaruh <i>Volume fraction</i> Terhadap <i>Rolling resistance</i>              | 61 |
| Gambar 4. 13 <i>Volume fraction Spoke</i> dengan Deformasi Tertinggi                                | 62 |
| Gambar 4. 14 <i>Volume fraction Spoke</i> dengan Deformasi Terendah                                 | 62 |
| Gambar 4. 15 Grafik Nilai Deformasi Berdasarkan Alur Tapak Ban                                      | 63 |
| Gambar 4. 16 Grafik Nilai <i>Rolling resistance</i> Berdasarkan Alur Tapak Ban                      | 64 |
| Gambar 4. 17 Grafik Nilai <i>Contact Stress</i> Berdasarkan Alur Tapak Ban                          | 64 |
| Gambar 4. 18 Grafik Nilai <i>Contact Area</i> Berdasarkan Alur Tapak Ban                            | 65 |
| Gambar 4. 19 Perbandingan Variabel <i>Spoke</i> Dengan Tekanan                                      | 67 |
| Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Antar Sudut Rotasi                                                 | 69 |
| Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Antar <i>Volume fraction</i>                                       | 69 |
| Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Luas Area Kontak Ban dengan Koefisien<br><i>Rolling resistance</i> | 70 |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor      | Judul Lampiran                                    | Halaman |
|------------|---------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1 | Data Hasil Simulasi                               | 80      |
| Lampiran 2 | Meshing Model Ban Non-Pneumatik                   | 81      |
| Lampiran 3 | Hasil Simulasi Deformasi                          | 84      |
| Lampiran 4 | Hasil Simulasi Von-Misses Stress                  | 88      |
| Lampiran 5 | Hasil Simulasi Contact Permukaan Ban dengan Jalan | 91      |
| Lampiran 6 | Hasil Simulasi Contact Pressure                   | 94      |



*Intelligentia - Dignitas*