



**PERANCANGAN ULANG *BUSHING ARM MULTI
PURPOSE VEHICLE* MENGGUNAKAN *FINITE
ELEMENT METHOD***



OLEH

ANA NUR OCTAVIANI

55823010001

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2025**



**PERANCANGAN ULANG *BUSHING ARM MULTI
PURPOSE VEHICLE* MENGGUNAKAN *FINITE
ELEMENT METHOD***

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi
Magister Teknik Mesin**

OLEH

ANA NUR OCTAVIANI

55823010001

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Ana Nur Octaviani

NIM : 55823010001

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Judul Tesis : Perancangan Ulang *Bushing Arm Multi Purpose Vehicle*

Menggunakan Metode *Finite Element Analysis*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **Strata S2** pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D

NIDN : 0310029004

Ketua Penguji : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D

NIDN : 1013126901

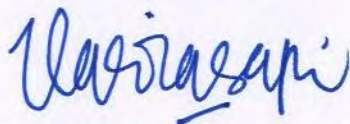
Anggota Penguji : Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini

NIDN : 8812480018

Jakarta, 15 Juli 2025

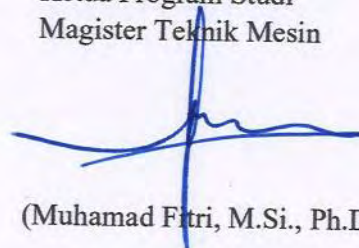
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D)

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Ana Nur Octaviani
NIM : 55823010001
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Perancangan Ulang Bushing Arm Multi Purpose Vehicle Menggunakan Metode Finite Element Analysis

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 10 Juli 2025** dengan hasil presentase sebesar **18 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 10 Juli 2025

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul Tesis : Perancangan Ulang *Bushing Arm Multi Purpose Vehicle*

Menggunakan Metode *Finite Element Analysis*

Nama : Ana Nur Octaviani

NIM : 55823010001

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 15 Juli 2025

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Juli 2025



(Ana Nur Octaviani)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat serta kelancaran yang telah diberikan dalam proses penyelesaian Tesis yang berjudul “*Perancangan Ulang Bushing arm Multi Purpose Vehicle Menggunakan Finite Element Methode.*” Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Magister Teknik Mesin di Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang konstruktif untuk penyempurnaan di masa mendatang. Harapannya, semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, para akademisi khususnya di bidang Teknik Mesin, serta dunia industri manufaktur.

Dalam proses penyusunan Tesis ini, penulis menerima banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan penuh kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Dafit Feriyanto, M.Eng., Ph.D., selaku pembimbing yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
5. Seluruh Dosen dan Staf Program Magister Teknik Mesin Universitas Mercu

Buana.

6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi yang sangat berarti bagi penulis.
7. Dikri Syahri Ramadhan Amd.T, yang senantiasa memberikan dukungan dan kasih sayang dalam proses penyelesaian Tesis ini.
8. Teman-teman Mahasiswa Program Magister Teknik Mesin angkatan 2023 Universitas Mercu Buana.



ABSTRAK

Bushing arm sering kali mengalami kegagalan akibat berbagai faktor seperti penggunaan material yang tidak sesuai, kualitas jalan yang buruk, dan kurangnya perawatan rutin serta faktor eksternal seperti suhu ekstrem, paparan korosi, dan tekanan berlebih. Penelitian ini melakukan perancangan dan optimasi material terhadap *bushing arm* untuk jenis mobil MPV, dengan tujuan merancang *bushing arm* inovatif dengan ketahanan lebih baik serta faktor keamanan yang lebih tinggi dibandingkan *design* sebelumnya. Penelitian ini dilakukan pada dua jenis material yaitu *Natural Rubber* (NR) dan *Ethylene Propylene Diene Monomer* (EPDM) dimana kedua jenis material tersebut diterapkan pada tiga rancangan baru dari *bushing arm*. Kedua material tersebut mendapat perlakuan asam fosfat dengan konsentrasi 15%. Analisis yang dilakukan pada Material NR dan EPDM terdiri dari analisis kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro, sedangkan rancangan *bushing arm* diuji tegangan, regangan, deformasi, dan *safety factor* serta *lifecycle* menggunakan *Finite Element Method* (FEM) pada *Software* ANSYS. Hasilnya eksperimen pada material karet kekuatan tarik tegangannya NR sebesar 20,44% dan EPDM sekitar 23,8% setelah perendaman, dan untuk nilai regangannya penurunan NR sebesar 38,3% dan EPDM sekitar 17,43% . Penurunan kekerasan NR mencapai 19,2%, sedangkan EPDM hanya sekitar 4,81%. Hasil struktur mikro dengan perbesaran 20x, 50x dan 100x dari kedua jenis karet pun menunjukkan bahwa tidak banyak perubahan yang dapat teramati dan simulasi rancangan baru menunjukkan *design C* hasilnya lebih efektif disemua parameter struktural yakni deformasi total -20,27%, *equivalent elastic strain* -60,8%, *maximum shear elastic*

strain -64,46%, *equivalent stress* -86,9%, *maximum shear stress* -86,98%, umur pakai naik 8,62%, dan *safety factor* naik sebesar 10,21%. Dapat disimpulkan *design C* cocok untuk meningkatkan kestabilan dari *bushing arm* Penelitian selanjutnya bisa difokuskan pada material *hybrid*, validasi eksperimental, *design* optimasi, pengaruh lingkungan, dan prediksi berbasis program.

Kata kunci: *Bushing arm*, NR, EPDM, *Finite Element Method*, *fatigue tool*



ABSTRACT

Bushing arms often fail due to various factors such as the use of unsuitable materials, poor road quality, and lack of regular maintenance as well as external factors such as extreme temperatures, corrosion exposure, and overpressure. This study designed and optimized material for the bushing arm for the MPV type of car, with the aim of designing an innovative bushing arm with better durability and higher safety factors than the previous design. This research was conducted on two types of materials, namely Natural Rubber (NR) and Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM) where both types of materials were applied to three new designs of bushing arms. Both materials received phosphoric acid treatment with a concentration of 15%. The analysis carried out on NR and EPDM materials consisted of analysis of tensile strength, hardness and microstructure, while the design of the bushing arm was tested for tension, strain, deformation, and safety factor as well as lifecycle using the Finite Element Method (FEM) in ANSYS Software. The results of the experiment on rubber materials have a tensile strength NR of 20.44% and EPDM of about 23.8% after immersion, and for the stretch value the NR decrease is 38.3% and EPDM is about 17.43%. The decrease in NR violence reached 19.2%, while EPDM was only around 4.81%. The results of the microstructure with magnification of 20x, 50x and 100x of both types of rubber also showed that not many changes could be observed and the new design simulation showed that design C was more effective in all structural parameters, namely total deformation -20.27%, equivalent elastic strain -60.8%, maximum shear elastic strain -64.46%, equivalent stress -86.9%, maximum shear stress -

86.98%, service life increased by 8.62%, and safety factor increased by 10.21%. It can be concluded that design C is suitable for improving the stability of the bushing arm. Further research can be focused on hybrid materials, experimental validation, design optimization, environmental influence, and program-based predictions.

Kata kunci: Bushing arm, NR, EPDM, Finite Element Method, fatigue tool



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TESIS.....	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
DAFTAR SINGKATAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 <i>Novelty</i>	5

1.5	Batasan Masalah.....	6
1.6	Manfaat Penelitian.....	7
1.7	Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		10
2.1	<i>Bushing arm</i> pada Sistem Suspensi Kendaraan.....	10
2.2	Komponen <i>Bushing arm</i>	11
2.3	Material <i>Bushing arm</i>	11
2.4	Perendaman Asam Fosfat sebagai Lingkungan Uji Material.....	15
2.5	Optimasi <i>Design Bushing arm</i>	16
2.6	<i>Finite Element Analysis</i>	17
2.7	Penelitian Sebelumnya.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1	Metode Penelitian.....	27
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	27
3.3	Prosedur Penelitian.....	28
3.3.1	Studi Pustaka.....	29
3.3.2	Pengumpulan Data.....	29
3.3.3	Pengujian Material Karet.....	29

3.3.4	Perancangan <i>Bushing</i> yang lebih efektif.....	42
3.3.5	Persamaan Pembebanan dan <i>Center Of Gravity</i>	46
3.3.6	Pengujian <i>Bushing</i> menggunakan ANSYS.....	50
3.3.7	Analisis Data Hasil Uji.....	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Pengujian Tarik Pada Karet.....	57
4.2	Pengujian Kekerasan pada Karet.....	61
4.3	Pengujian Struktur Mikro.....	64
4.4	Simulasi Rancangan Baru.....	68
4.4.1	Definisi Material pada <i>Engineering Data</i>	68
4.4.2	Penentuan <i>Independent Meshing</i>	74
4.4.3	Hasil Simulasi <i>Static Structure Design</i> Awal material NR.....	75
4.4.4	Hasil Simulasi <i>Static Structure Design</i> Awal material EPDM....	81
4.4.5	Hasil Simulasi <i>Static Structure Design A</i> material NR.....	86
4.4.6	Hasil Simulasi <i>Static Structure Design A</i> material EPDM.....	92
4.4.7	Hasil Simulasi <i>Static Structure Design B</i> material NR.....	97
4.4.8	Hasil Simulasi <i>Static Structure Design B</i> material EPDM.....	103
4.4.9	Hasil Simulasi <i>Static Structure Design C</i> material NR.....	108

4.4.10 Hasil Simulasi <i>Static Structure Design</i> C material EPDM.....	113
4.4.11 Perbandingan Hasil Simulasi <i>Static Structure</i>	118
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	133
5.1 Simpulan.....	133
5.2 Saran.....	134
DAFTAR PUSTAKA.....	136
LAMPIRAN.....	146



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Evolusi <i>design bushing arm</i> berdasarkan dokumentasi penelitian terdahulu.....	11
Gambar 2. 2 komponen <i>Bushing arm</i> menurut Cernuda.....	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3. 2 Diagram Alir dari Proses pengujian karet	31
Gambar 3. 3 Lembaran Karet (a) <i>Natural Rubber</i> (b) EPDM	32
Gambar 3. 4 Cetakan Untuk Proses <i>Vulcanized Rubber</i> (a) Cetakan Uji Tarik (b) Cetakan Uji Shore	33
Gambar 3. 5 Ukuran untuk Profil cetakan spesimen uji Tarik.....	34
Gambar 3. 6 Ukuran untuk profil cetakan spesimen uji Shore A	34
Gambar 3. 7 Mesin <i>Hot Press</i> untuk <i>Vulcanized Rubber</i>	35
Gambar 3. 8 Spesimen ASTM D412	37
Gambar 3. 9 Alat Uji Tarik	38
Gambar 3. 10 Alat Uji Shore A.....	40
Gambar 3. 11 <i>Nomenclature Durometer</i>	41
Gambar 3. 12 Prinsip penggunaan durometer.....	41
Gambar 3. 13 <i>Metallurgical Microscope</i>	42
Gambar 3. 14 <i>Drawing</i> dari <i>Bushing arm</i>	43
Gambar 3. 15 Variasi <i>Design A</i>	44
Gambar 3. 16 Variasi <i>Design B</i>	45
Gambar 3. 17 Variasi <i>Design C</i>	46
Gambar 3. 18 <i>Free Body Diagram of MPV Vehicle</i>	48

Gambar 3. 19 <i>Project Schematic Static Structural</i>	52
Gambar 3. 20 Definisi Material pada <i>Engineering Data</i>	53
Gambar 3. 21 <i>Setting Fatigue Tool</i>	55
Gambar 3. 22 Tahap pemodelan geometri pada Ansys.....	55
Gambar 3. 23 Visualisasi beberapa ukuran <i>mesh</i>	56
Gambar 3. 24 Tahap <i>Boundary and Condition</i> pada Ansys.....	56
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Tegangan NR	59
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Regangan NR.....	59
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Tegangan EPDM.....	61
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Tegangan EPDM.....	62
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Kekerasan NR	63
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Kekerasan EPDM.....	64
Gambar 4. 7 Hasil Uji struktur mikro NR.....	66
Gambar 4. 8 Hasil Uji struktur mikro EPDM	68
Gambar 4. 9 <i>Mechanical Properties</i> dari AISI 1080	71
Gambar 4. 10 <i>Mechanical Properties</i> dari pipa ISTW SNI 0068:2013.....	72
Gambar 4. 11 <i>Mechanical Properties</i> NR.....	73
Gambar 4. 12 <i>Mechanical Properties</i> EPDM.....	74
Gambar 4. 13 Kurva S-N dari Pipa ISTW SNI 0068:2013	75
Gambar 4. 14 Kurva S-N dari AISI 1080	75
Gambar 4. 15 Kurva S-N dari <i>Natural Rubber</i>	75
Gambar 4. 16 Kurva S-N dari EPDM	76
Gambar 4. 17 <i>Total Deformation Design</i> Awal material NR	78

Gambar 4. 18 <i>Equivalen elastic strain design</i> awal material NR	79
Gambar 4. 19 <i>maximum shear elastic strain design</i> awal material NR.....	79
Gambar 4. 20 <i>equivalent stress (von mises stress) design</i> awal material NR	80
Gambar 4. 21 <i>maximum shear stress design</i> awal material NR.....	81
Gambar 4. 22 <i>Life design</i> awal material NR	81
Gambar 4. 23 <i>Safety Factor design</i> awal material NR.....	82
Gambar 4. 24 <i>Total Deformation Design</i> Awal material EPDM.....	83
Gambar 4. 25 <i>Equivalen elastic strain design</i> awal material EPDM.....	84
Gambar 4. 26 <i>maximum shear elastic strain design</i> awal material EPDM	85
Gambar 4. 27 <i>equivalent stress (von mises stress) design</i> awal material EPDM .	86
Gambar 4. 28 <i>maximum shear stress design</i> awal material EPDM	86
Gambar 4. 29 <i>Life design</i> awal material EPDM	87
Gambar 4. 30 <i>Safety Factor design</i> awal material EPDM.....	88
Gambar 4. 31 <i>Total Deformation Design</i> A material NR	89
Gambar 4. 32 <i>Equivalen elastic strain design</i> A material NR.....	90
Gambar 4. 33 <i>maximum shear elastic strain design</i> A material NR.....	90
Gambar 4. 34 <i>equivalent stress (von mises stress) design</i> A material NR.....	91
Gambar 4. 35 <i>maximum shear stress design</i> A material NR	92
Gambar 4. 36 <i>Life design</i> A material NR.....	93
Gambar 4. 37 <i>Safety Factor design</i> A material NR	94
Gambar 4. 38 <i>Total Deformation Design</i> A material EPDM	95
Gambar 4. 39 <i>Equivalen elastic strain design</i> A material EPDM	96
Gambar 4. 40 <i>maximum shear elastic strain design</i> A material EPDM	97

Gambar 4. 41 <i>equivalent stress (von mises stress) design A material EPDM</i>	98
Gambar 4. 42 <i>maximum shear stress design A material EPDM</i>	99
Gambar 4. 43 <i>Life design A material EPDM</i>	99
Gambar 4. 44 <i>Safety Factor design A material EPDM</i>	100
Gambar 4. 45 <i>Total Deformation Design B material NR</i>	101
Gambar 4. 46 <i>Equivalen elastic strain design B material NR</i>	102
Gambar 4. 47 <i>maximum shear elastic strain design B material NR</i>	103
Gambar 4. 48 <i>equivalent stress (von mises stress) design B material NR</i>	103
Gambar 4. 49 <i>maximum shear stress design B material NR</i>	104
Gambar 4. 50 <i>Life design B material NR</i>	105
Gambar 4. 51 <i>Safety Factor design B material NR</i>	105
Gambar 4. 52 <i>Total Deformation Design B material EPDM</i>	106
Gambar 4. 53 <i>Equivalen elastic strain design B material EPDM</i>	107
Gambar 4. 54 <i>maximum shear elastic strain design B material EPDM</i>	108
Gambar 4. 55 <i>equivalent stress (von mises stress) design B material EPDM</i>	108
Gambar 4. 56 <i>maximum shear stress design B material EPDM</i>	109
Gambar 4. 57 <i>Life design B material EPDM</i>	110
Gambar 4. 58 <i>Safety Factor design B material EPDM</i>	110
Gambar 4. 59 <i>Total Deformation Design C material NR</i>	112
Gambar 4. 60 <i>Equivalent elastic strain design C material NR</i>	113
Gambar 4. 61 <i>maximum shear elastic strain design C material NR</i>	113
Gambar 4. 62 <i>equivalent stress (von mises stress) design C material NR</i>	114
Gambar 4. 63 <i>maximum shear stress design C material NR</i>	114

Gambar 4. 64 <i>Life design C material NR</i>	115
Gambar 4. 65 <i>Safety Factor design C material NR</i>	116
Gambar 4. 66 <i>Total Deformation Design B material EPDM</i>	117
Gambar 4. 67 <i>Equivalen elastic strain design C material EPDM</i>	118
Gambar 4. 68 <i>maximum shear elastic strain design C material EPDM</i>	118
Gambar 4. 69 <i>equivalent stress (von mises stress) design C material EPDM</i>	119
Gambar 4. 70 <i>maximum shear stress design C material EPDM</i>	119
Gambar 4. 71 <i>Life design C material EPDM</i>	120
Gambar 4. 72 <i>Safety Factor design C material EPDM</i>	121
Gambar 4. 73 Grafik Perbandingan Nilai <i>Total Deformation</i>	122
Gambar 4. 74 Grafik Perbandingan Nilai <i>Equivalent Elastic Strain</i>	124
Gambar 4. 75 Grafik Perbandingan Nilai <i>Maximum Shear Elastic Strain</i>	126
Gambar 4. 76 Grafik Perbandingan Nilai <i>Equivalent Stress (Von-Mises)</i>	128
Gambar 4. 77 Grafik Perbandingan Nilai <i>Maximum Shear Stress</i>	129
Gambar 4. 78 Grafik Perbandingan Nilai <i>life</i>	131
Gambar 4. 79 Grafik Perbandingan Nilai <i>Safety Factor</i>	133

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 <i>Novelty</i>	6
Tabel 2. 1 Nilai kekuatan mekanik dari Karet	14
Tabel 2. 2 Karakteristik Material Karet	15
Tabel 2. 3 Komposisi penyusun material NR	15
Tabel 2. 4 Komposisi penyusun material EPDM.....	16
Tabel 2. 5 Perbandingan Metode Pengujian	20
Tabel 2. 6 Penelitian Terkait	26
Tabel 3. 1 <i>Certificate Of Analysis Natural Rubber</i>	32
Tabel 3. 2 <i>Certificate Of Analysis EPDM</i>	33
Tabel 3. 3 Dimensi spesimen ASTM D412 Method A.....	37
Tabel 3. 4 Parameter Teknis Utama Alat Uji Tarik	38
Tabel 3. 5 Jenis Indentor Durometer.....	40
Tabel 3. 6 <i>Properties Metallurgical Microscope</i>	42
Tabel 3. 7 Data Spesifikasi Kendaraan	47
Tabel 3. 8 <i>Static Boundary and Condition Bushing Arm</i>	57
Tabel 4. 1 Tabel Material <i>Bushing</i>	70
Tabel 4. 2 <i>Mechanical Properties</i> Baja AISI 1080.....	70
Tabel 4. 3 <i>Mechanical Properties</i> pipa ISTW SNI 0068:2013.....	71
Tabel 4. 4 <i>Mechanical Properties NR</i>	72
Tabel 4. 5 <i>Mechanical Properties EPDM</i>	73
Tabel 4. 6 Perbandingan Ukuran <i>Mesh</i> terhadap Hasil Simulasi.....	77

Tabel 4. 7 Hasil Simulasi <i>Design</i> Awal material NR	83
Tabel 4. 8 Hasil Simulasi <i>Design</i> Awal material EPDM.....	88
Tabel 4. 9 Hasil Simulasi <i>Design</i> A material NR	94
Tabel 4. 10 Hasil Simulasi <i>Design</i> A material EPDM.....	100
Tabel 4. 11 Hasil Simulasi <i>Design</i> B material NR.....	106
Tabel 4. 12 Hasil Simulasi <i>Design</i> B material EPDM.....	111
Tabel 4. 13 Hasil Simulasi <i>Design</i> Awal material NR.....	116
Tabel 4. 14 Hasil Simulasi <i>Design</i> C material EPDM.....	121
Tabel 4. 15 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Penelitian Lain	134



DAFTAR SINGKATAN

AISI	<i>American Iron and Steel Institute</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BEM	<i>Boundary Element Method</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i>
EPDM	<i>Ethylene Propylene Diene Monomer</i>
FEM	<i>Finite Element Methode</i>
FEA	<i>Finite Element Analysis</i>
ISTW	<i>Indonesia Steel Tube Works</i>
HA	<i>Hardness A</i>
MBTS	<i>Dibenzothiazyl Disulfide</i>
MPV	<i>Multi Purpose Vehicle</i>
NR	<i>Natural Rubber</i>
NBR	<i>Nitrile Butadiene Rubber</i>
SBR	<i>Styrene-Butadiene Rubber</i>
TMTD	<i>Tetramethylthiuram Disulfide</i>
TMQ	<i>Trimethylquinoline</i>
UTM	<i>Universal Testing Machine</i>
VCN	<i>Vanadium-Chromium-Nickel steel</i>