

**SKRIPSI**

**SIMULASI STRUKTUR KOMPONEN KATUP DASAR  
PADA MEKANISME *TWIN TUBE SHOCK ABSORBER* MOBIL  
TERHADAP KEGAGALAN KELELAHAN**



**RAFI BIODIANSYAH**

**1520620029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2024**

## ABSTRAK

Perkembangan alat transportasi yang semakin canggih ini, menimbulkan daya tarik bagi masyarakat untuk mulai menggunakan alat transportasi pribadi, hal itu menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah kendaraan. Berdasarkan fungsinya dalam menjaga stabilitas kendaraan dan menyerap getaran, maka terdapat komponen yang berperan penting dalam hal tersebut, yaitu peredam kejut. Pada dasarnya dalam mengatur kecepatan piston dan peredaman kejut tetap stabil terdapat komponen yang berperan penting yaitu, katup. Untuk menghindari kegagalan tersebut maka dibutuhkan sebuah pemodelan yang dapat memprediksi umur dari komponen katup dasar itu sendiri serta melihat pada bagian katup yang mengalami kondisi terburuk, yaitu pemodelan Interaksi Fluida Struktur. Kondisi tersebut dapat disimulasikan dalam sebuah software numerik ANSYS, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi yang dialami oleh struktur akibat adanya interaksi yang disebabkan oleh fluida. Hasil simulasi aliran oli pada mekanisme *Twin Tube Shock Absorber*, mengalami kenaikan kecepatan maksimal yang konstan terhadap kecepatan awal fluida, hal ini terjadi akibat ruang oli mengalir semakin sempit. Simulasi struktur terhadap tegangan Von-Mises dengan variasi ketebalan cakram katup dasar, maka jangkauan tegangan terendah yang dialami struktur terdapat pada katup model 2, nilai jangkauan tegangannya sebesar 633,79 Mpa, jumlah siklus yang mampu diterima oleh katup model 2 adalah yang terbanyak, yaitu 352 siklus pada kecepatan awal oli 2 m/s. Berdasarkan hasil simulasi struktur terhadap tegangan Von-Mises dengan variasi ketinggian celah dinding, maka jangkauan tegangan terendah yang dialami oleh struktur terdapat pada katup model 1, nilai jangkauan tegangannya sebesar 422,74 Mpa, jumlah siklus yang mampu diterima oleh katup model 1 menjadi yang terbanyak, yaitu 2280 siklus pada kecepatan awal oli 2 m/s. Berdasarkan hasil simulasi interaksi fluida struktur dengan variasi model katup, maka jangkauan terendah dan jumlah siklus terbanyak terdapat pada katup model 1, nilai jangkauan tegangannya sebesar 549,75 Mpa dan jumlah siklus nya sebanyak 1130 siklus pada kecepatan oli 2 m/s berdasarkan kurva S-N.

**Kata Kunci :** Tegangan Von-Mises, Kurva S-N, Siklus, ANSYS

## ABSTRACT

The development of increasingly sophisticated means of transportation has created an attraction for people to start using private means of transportation, this has led to an increase in the number of vehicles. Based on its function in maintaining vehicle stability and absorbing vibrations, there are components that play an important role in this matter, namely shock absorbers. Basically, in regulating piston speed and shock absorption to remain stable, there are components that play an important role, namely, valves. To avoid this failure, modeling is needed that can predict the age of the basic valve components themselves and look at the parts of the valve that experience the worst conditions, namely Fluid-Structure Interaction modeling. These conditions can be simulated in the ANSYS numerical software, which aims to determine the conditions experienced by structures due to interactions caused by fluids. The results of the oil flow simulation in the Twin Tube Shock Absorber mechanism show a constant increase in maximum speed relative to the initial fluid speed, this occurs because the space for the oil to flow becomes narrower. Simulating the structure of Von-Mises stress with variations in the thickness of the basic valve disc, the lowest stress range experienced by the structure is found in model 2 valves, the stress range value is 633.79 Mpa, the number of cycles that can be accepted by model 2 valves is the highest, namely 352 cycles at an initial oil speed of 2 m/s. Based on the results of structural simulations of Von-Mises stress with variations in wall gap height, the lowest stress range experienced by the structure is found in the model valve, the stress range value is 422.74 MPa, the number of cycles that model 1 valve can accept is the highest, namely 2280 cycles at an initial oil speed of 2 m/s. Based on the simulation results of fluid-structure interaction with various valve models, the lowest range and highest number of cycles are found in valve model 1, the stress range value is 549.75 Mpa and the number of cycles is 1130 cycles at an oil speed of 2 m/s based on the S-N curve.

**Kata Kunci :** Stress Von-Mises, S-N Curve, Cycle, ANSYS

## LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Simulasi Struktur Komponen Katup Dasar Pada Mekanisme Twin Tube Shock Absorber Mobil Terhadap Kegagalan Kelelahan.  
Penyusun : Rafi Biodiansyah  
NIM : 1520620029

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

Dr. Imam Basori, M.T.

NIP. 197705012001121002

NIP. 197906072008121003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mesin



Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP. 197911022012121001

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Simulasi Struktur Komponen Katup Dasar Pada Mekanisme Twin Tube Shock Absorber Mobil Terhadap Kegagalan Kelelahan.  
Penyusun : Rafi Biodiansyah  
NIM : 1520620029  
Tanggal Ujian : Jum'at, 12 Juli 2024

### Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

Dr. Imam Basori, M.T.

NIP. 197705012001121002

NIP. 197906072008121003

### Pengesahan Panitia Ujian Skripsi


Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,

Anggota Penguji II,



Ahmad Kholil, S.T., M.T.  
NIP. 19790831200501101



Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.  
NIP. 197602052006041001



Dr. Ragil Sukarno, M.T.  
NIP. 197911022012121001

Mengatahui,  
Koordinator Program Studi Teknik Mesin



Dr. Ragil Sukarno, M.T.  
NIP. 197911022012121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan 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 ketidakbenaran, 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, 16 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



Rafi Biodiansyah

No. Reg. 1520620029



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
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 : Rafi Biodiansyah  
NIM : 1520620029  
Fakultas/Prodi : Teknik / Teknik Mesin  
Alamat email : biodiansyah@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 :

“Simulasi Struktur Komponen Katup Dasar Pada Mekanisme *Twin Tube Shock Absorber*  
Terhadap Kegagalan Kelelahan”

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, 25 Juli 2024

Penulis

(Rafi Biodiansyah)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Yang Maha ESA karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Proposal skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam mengerjakan skripsi pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyusun dan menyelesaikan proposal skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Agung Premono, M.T. selaku Dosen Pembimbing pertama dalam penulisan proposal skripsi.
2. Bapak Dr. Imam Basori, M.T. selaku Dosen Pembimbing kedua dalam penulisan proposal skripsi.
3. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
4. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi S1 Teknik Mesin yang telah memberi ilmu dan membantu penulis dalam pelaksanaan kuliah.
5. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan motivasi dan dukungan agar Penulis dapat menyusun laporan proposal skripsi dengan baik
6. Kakak yang telah memberi dukungan dan motivasi kepada Penulis dalam menyusun proposal skripsi.
7. Kepada sahabat-sahabat teknik mesin yang selalu mendukung Penulis dalam mengerjakan laporan proposal skripsi.
8. Kepada Bang Boston yang sudah memberikan penulis komponen katup dasar dan komponen *shock absorber* lainnya.



Penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat memberikan masukan yang bermanfaat bagi penulis dan para pembaca serta teman-teman mahasiswa pada khususnya. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Jakarta, 04 Maret 2024

Rafi Biodiansyah

NIM 1520620029



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 <i>Shock Absorber</i> .....	6
2.1.1 Mekanisme <i>Twin Tube Shock Absorber</i> .....	7
2.1.2 Komponen <i>Twin Tube Shock Absorber</i> .....	8
2.2 <i>Fluid Structure Interaction</i> .....	10
2.2.1 Model Fluida.....	11
2.2.2 Model Struktur.....	14
2.3 <i>ANSYS Workbench</i> .....	16
2.3.1 <i>ANSYS Spaceclaim</i> .....	16
2.3.2 <i>ANSYS Fluent and Meshing</i> .....	17
2.3.3 <i>ANSYS Static Structural</i> .....	18
2.4 <i>Fatigue Failure</i> .....	19
2.4.1 Kurva S-N.....	19
2.5 Kerangka Pemikiran .....	21
2.6 Penelitian Relevan .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.2.1 Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	24
3.2.2 Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	24
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	24
3.3.1 Model Geometri.....	24
3.3.1 Model Katup Dasar .....	25
3.3.2 Oli .....	26
3.4 <i>Boundary Conditions</i> .....	27
3.4.1 <i>Negative Conditions</i> .....	29
3.5 Diagram Alir.....	30
3.5.1 Diagram Alir Penelitian .....	30
3.5.2 Diagram Alir Simulasi .....	32
3.6 Matriks Penelitian.....	34
3.6.1 Variasi Ketebalan Cakram Katup Dasar .....	34
3.6.2 Variasi Ketinggian Celah Dinding Pembatas .....	36
3.6.3 Variasi Model Katup Dasar .....	38
3.7 <i>Workflow Simulation</i> .....	41
3.8 Asumsi Penelitian.....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1 Hasil Simulasi Aliran Fluida .....	42
4.1.1 Hasil Simulasi Fluida Variasi Ketebalan Cakram Katup Dasar .....	42
4.1.2 Hasil Simulasi Fluida Variasi Ketinggian Celah Dinding Pembatas....	45
4.1.3 Hasil Simulasi Fluida Variasi Model Katup Dasar.....	48
4.2 Hasil Simulasi Tegangan Von-Mises .....	51
4.2.1 Hasil Simulasi Tegangan Von-Mises Variasi Ketebalan Cakram Katup .....	51
4.2.2 Hasil Simulasi Tegangan Von-Mises Variasi Ketinggian Celah Dinding Pembatas .....	54
4.2.3 Hasil Simulasi Tegangan Von-Mises Variasi Model Katup Dasar .....	57
4.3 Hasil Simulasi <i>Fatigue</i> .....	59
4.3.1 Hasil Simulasi <i>Fatigue</i> Variasi Ketebalan Cakram Katup Dasar .....	60
4.3.2 Hasil Simulasi <i>Fatigue</i> Variasi Ketinggian Celah Dinding Pembatas .	62
4.3.3 Hasil Simulasi <i>Fatigue</i> Variasi Model Katup Dasar .....	64

4.4 Hasil Simulasi <i>Fluid Structure Interaction</i> .....	67
4.4.1 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Ketebalan Cakram Katup Dasar .....	67
4.4.2 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Ketinggian Celah Pembatas.....	69
4.4.3 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Model Katup Dasar.....	71
4.5 Komparasi Data .....	73
4.5.1 Perhitungan siklus dengan kecepatan awal oli 0,5 m/s.....	73
4.5.2 Perhitungan siklus dengan kecepatan awal oli 1 m/s.....	74
4.5.3 Perhitungan siklus dengan kecepatan awal oli 1,5 m/s.....	74
4.5.4 Perhitungan siklus dengan kecepatan awal oli 2 m/s.....	75
4.5.5 Perbandingan data perhitungan dengan data simulasi .....	75
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>76</b>
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran .....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>82</b>

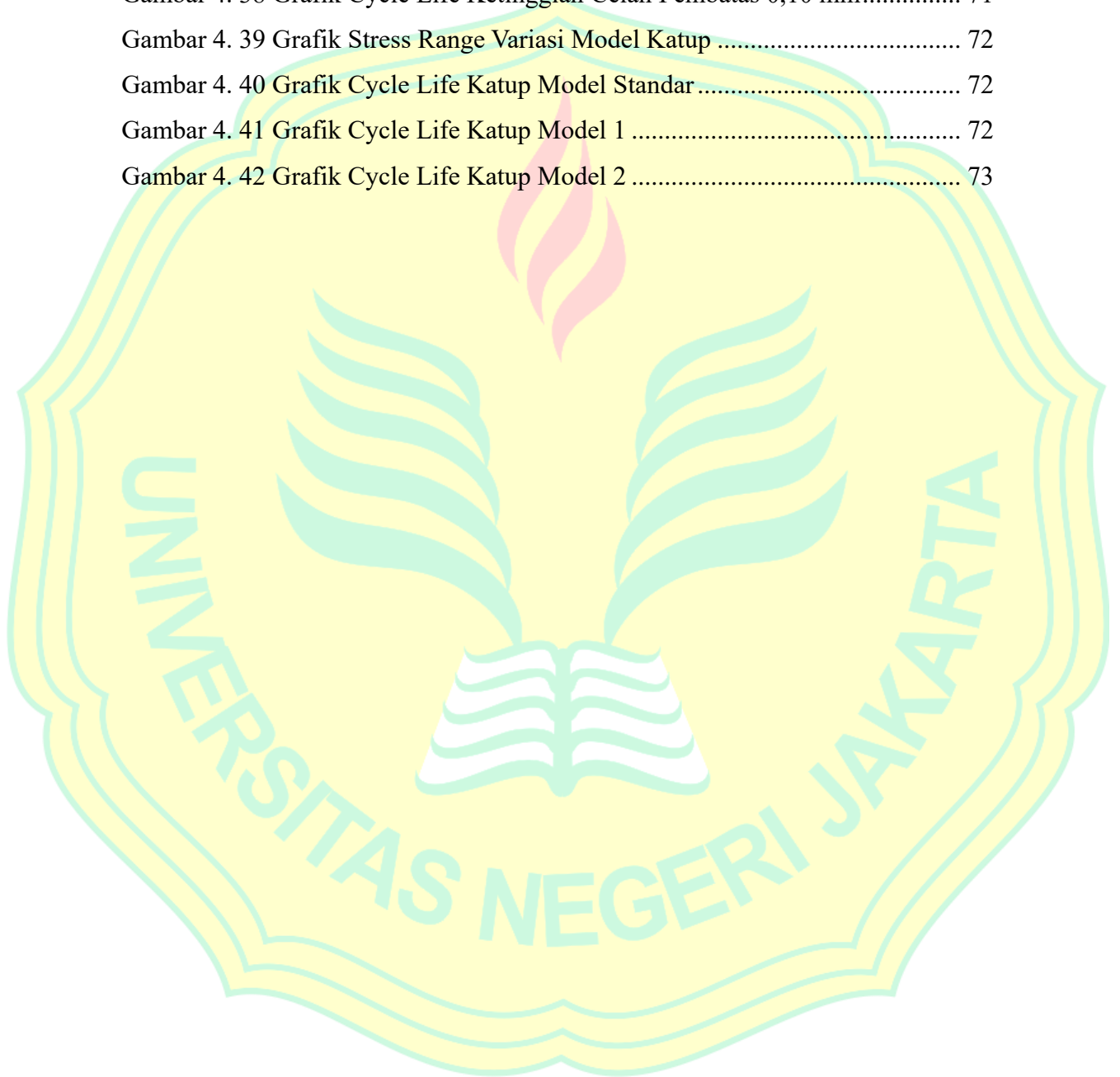


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis-Jenis <i>Shock Absorber</i> .....	6
Gambar 2. 2 Mekanisme <i>Shock Absorber</i> .....	7
Gambar 2. 3 Komponen <i>Shock Absorber</i> .....	8
Gambar 2. 4 Pemodelan <i>Fluid Structure Interaction</i> .....	10
Gambar 2. 5 Gaya-Gaya pada Mekanisme <i>Shock Absorber</i> .....	12
Gambar 2. 6 <i>Assembly Base Shock Absorber</i> .....	14
Gambar 2. 7 Tampilan ANSYS <i>Workbench R1</i> .....	16
Gambar 2. 8 Tampilan ANSYS <i>Spaceclaim</i> .....	17
Gambar 2. 9 Tahapan-Tahapan ANSYS <i>Fluent</i> .....	17
Gambar 2. 10 Tahapan-Tahapan ANSYS <i>Static Structural</i> .....	18
Gambar 2. 11 Fenomena Kegagalan Kelelahan Katup Dasar.....	19
Gambar 2. 12 Kurva S-N.....	20
Gambar 2. 13 Kerangka Pemikiran.....	21
Gambar 3. 1 Geometri <i>Assembly Base Body &amp; Section View</i> .....	25
Gambar 3. 2 Pemodelan Katup Dasar.....	25
Gambar 3. 3 Geometri 120°.....	27
Gambar 3. 4 <i>Boundary Condition Geometry</i> 120°.....	28
Gambar 3. 5 <i>Negative Conditions</i> .....	29
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3. 7 Diagram Alir Simulasi.....	32
Gambar 3. 8 Ketebalan Cakram 0,20 mm.....	35
Gambar 3. 9 Ketebalan Cakram 0,15 mm.....	35
Gambar 3. 10 Ketebalan Cakram 0,20 mm.....	35
Gambar 3. 11 Ketinggian Celah Dinding Pembatas 0,15 mm.....	37
Gambar 3. 12 Ketinggian Celah Dinding Pembatas 0,20 mm.....	37
Gambar 3. 13 Ketinggian Celah Dinding Pembatas 0,10 mm.....	38
Gambar 3. 14 Ketebalan Cakram 0,20 mm & Ketinggian Celah 0,15 mm.....	39
Gambar 3. 15 Ketebalan Cakram 0,15 mm & Ketinggian Celah 0,20 mm.....	40
Gambar 3. 16 Ketebalan Cakram 0,25 mm & Ketinggian Celah 0,10 mm.....	40
Gambar 3. 17 <i>Workflow Simulation</i> .....	41
Gambar 4. 1 Kecepatan Aliran Fluida.....	42

Gambar 4. 2 Grafik Kecepatan Aliran Fluida Variasi Ketebalan Cakram .....	43
Gambar 4. 3 Kontur Tekanan Variasi Ketebalan Cakram .....	44
Gambar 4. 4 Grafik Tekanan Maksimal Fluida.....	44
Gambar 4. 5 Kecepatan Aliran Fluida Variasi Ketinggian Celah Dinding .....	45
Gambar 4. 6 Kecepatan Maksimal Fluida Celah Dinding 0,15 mm .....	46
Gambar 4. 7 Kecepatan Maksimal Fluida Celah Dinding 0,20 mm .....	46
Gambar 4. 8 Kecepatan Maksimal Fluida Celah Dinding 0,10 mm .....	46
Gambar 4. 9 Kontur Tekanan Variasi Ketinggian Celah Dinding.....	47
Gambar 4. 10 Grafik Tekanan Fluida Variasi Ketinggian Celah.....	47
Gambar 4. 11 Aliran Fluida Katup Model Standar .....	48
Gambar 4. 12 Aliran Fluida Katup Model 1 .....	49
Gambar 4. 13 Aliran Fluida Katup Model 2 .....	50
Gambar 4. 14 Tegangan Von-Mises Ketebalan Cakram Katup 0,20 mm .....	51
Gambar 4. 15 Tegangan Von-Mises Ketebalan Cakram Katup 0,15 mm .....	52
Gambar 4. 16 Tegangan Von-Mises Ketebalan Cakram 0,25 mm.....	53
Gambar 4. 17 Tegangan Von-Mises Ketinggian Celah 0,15 mm.....	54
Gambar 4. 18 Tegangan Von-Mises Ketinggian Celah 0,20 mm.....	55
Gambar 4. 19 Tegangan Von-Mises Ketinggian Celah 0,10 mm.....	56
Gambar 4. 20 Tegangan Von-Mises Katup Model 1 .....	57
Gambar 4. 21 Tegangan Von-Mises Katup Model 2.....	58
Gambar 4. 22 Cycle Life Ketebalan Cakram 0,20 mm.....	60
Gambar 4. 23 <i>Cycle Life</i> Ketebalan Cakram 0,15 mm .....	60
Gambar 4. 24 Cycle Life Ketebalan Cakram 0,25 mm.....	61
Gambar 4. 25 Cycle Life Ketinggian Celah 0,15 mm.....	62
Gambar 4. 26 Cycle Life Ketinggian Celah 0,20 mm.....	63
Gambar 4. 27 Cycle Life Ketinggian Celah 0,10 mm.....	64
Gambar 4. 28 <i>Cycle Life</i> Katup Model Standar .....	64
Gambar 4. 29 <i>Cycle Life</i> Katup Model 1 .....	65
Gambar 4. 30 <i>Cycle Life</i> Katup Model 2 .....	66
Gambar 4. 31 Grafik Stress Ranngge Variasi Ketebalan Cakram Katup Dasar.....	68
Gambar 4. 32 Grafik Cycle Life Ketebalan Cakram Katup Standar.....	68
Gambar 4. 33 Grafik Cycle Life Ketebalan Cakram 0,15 mm .....	68

Gambar 4. 34 Grafik Cycle Life Ketebalan Cakram 0,25 mm .....	69
Gambar 4. 35 Grafik Stress Range Variasi Ketinggian Celah Dinding Pembatas	70
Gambar 4. 36 Grafik Cycle Life Ketinggian Celah Pembatas Standar.....	70
Gambar 4. 37 Grafik Cycle Life Ketinggian Celah Pembatas 0,20 mm.....	70
Gambar 4. 38 Grafik Cycle Life Ketinggian Celah Pembatas 0,10 mm.....	71
Gambar 4. 39 Grafik Stress Range Variasi Model Katup .....	72
Gambar 4. 40 Grafik Cycle Life Katup Model Standar .....	72
Gambar 4. 41 Grafik Cycle Life Katup Model 1 .....	72
Gambar 4. 42 Grafik Cycle Life Katup Model 2 .....	73



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Fluida Properties</i> .....	14
Tabel 2. 2 Variasi Ukuran <i>Compression Disc Stack</i> .....	15
Tabel 2. 3 Penelitian Relevan.....	22
Tabel 3. 1 Dimensi Cakram Katup Dasar.....	26
Tabel 3. 2 <i>Material Properties CK101</i> .....	26
Tabel 3. 3 <i>Fluida Properties</i> .....	27
Tabel 3. 4 Variasi Ketebalan Cakram .....	34
Tabel 3. 5 Variasi Ketebalan Dinding Pembatas .....	36
Tabel 3. 6 Variasi Ketebalan Cakram dan Ketinggian Dinding Pembatas .....	39
Tabel 4. 1 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Ketebalan Cakram Katup Dasar67	
Tabel 4. 2 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Ketinggian Celah Pembatas.....	69
Tabel 4. 3 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Model Katup Dasar.....	71
Tabel 4. 4 Komparasi Data.....	75

