

SKRIPSI

**ANALISIS SIMULASI PENGARUH GEOMETRI INLET
ORIFICE TERHADAP KEKUATAN LELAH PIRINGAN
UTAMA KATUP GLOBE UNTUK APLIKASI DI PLTN**



FRANSDITO RAFLISYAH

1520620015

PROGRAM STUDI

TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025


HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Analisis Simulasi Pengaruh Geometri Inlet Orifice Terhadap Kekuatan Lelah Piringan Utama Katup Globe untuk Aplikasi di PLTN
Penyusun : Fransdito Raflisyah
Nomor Registrasi : 1520620015
Tanggal Ujian : 23 Januari 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


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



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


Pengesahan Panitia Ujian Skripsi


Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,

Anggota Penguji II,


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


Ahmad Kholil, M.T.
NIP. 197908312005011001


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

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mesin


Dr. Ir. Ragil Sukarno, S.T., M.T.
NIP. 197902112012121001

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, 23 Januari 2025

Yang membuat
pernyataan



Fransdito Raflisyah

No. Reg. 1520620015



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

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

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

Nama : Fransdito Raflisyah
NIM : 1520620015
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik / Teknik Mesin
Alamat email : dito5060@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 :

Analisis Simulasi Pengaruh Geometri Inlet Orifice Terhadap Kekuatan Lelah Piringan Utama

Katup Globe Untuk Aplikasi di PLTN

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, 23 Januari 2025

Penulis

(Fransdito Raflisyah)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji Puji syukur dihaturkan kehadirat Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, hanya karena tuntunan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. dan Dr. Eng. Agung Premono, M.T. yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Dr. Imam Basori, M.T., Ahmad Kholil, M.T., dan Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis tentang Tugas Akhir ini.
3. Segenap dosen dan karyawan Program Studi Teknik Mesin FT UNJ, atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
4. Orangtua penulis, khususnya Bapak Alm. Ali Nafiah dan Ibu Suratmi yang senantiasa mendoakan, mendorong, dan menjadi sumber semangat penulis dalam menyelesaikan pendidikan tinggi. Terima kasih karena telah menjadi bapak dan ibu bagi penulis.
5. Saudara kandung penulis, Rey Fanza yang selalu sabar dengan *tough love* penulis. Terimakasih telah menjadi saudara yang membanggakan.
6. Kamu, yang selalu menjadi semangat dan selalu menyemangati penulis dalam segala hal untuk menjadi lebih baik. Semoga kita bisa berakhir bersama.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan pertama yang senantiasa memberi motivasi, menemani, dan meninggalkan banyak cerita indah bagi penulis selama 4.5 tahun ini.
8. Teman Grup Whatsap Rex Regum Madu sekaligus teman seperjuangan dari SMA yang selalu meluangkan waktu ketika libur semester tiba, dan meninggalkan banyak cerita indah bagi penulis selama 4.5 tahun ini.

9. Para sahabat dari tingkat SD sampai perkuliahan yang telah memberikan banyak pelajaran hingga membentuk pribadi penulis sampai akhir masa perkuliahan di Program Studi Teknik Mesin FT UNJ ini.

Dengan segala keterbatasan kemampuan serta pengetahuan penulis, tidak menutup kemungkinan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 23 Januari 2025

Penyusun



Fransdito Raflisyah

No. Reg. 1520620015



ABSTRAK

ANALISIS SIMULASI PENGARUH GEOMETRI INLET ORIFICE TERHADAP KEKUATAN LELAH PIRINGAN UTAMA KATUP GLOBE UNTUK APLIKASI DI PLTN

Fransdito Raflisyah

Dosen Pembimbing: Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. dan Dr. Eng. Agung
Premono, M.T.

ABSTRAK

Katup Globe merupakan komponen penting dalam sistem PLTN, namun memiliki masalah operasional akibat aktuator yang tidak kuat dan konsumsi energi tinggi. Gaya fluida dan berat komponen katup adalah faktor kunci konsumsi energi. Untuk mengatasi ini, dirancang sebuah katup globe novel (NGV) yang hemat energi dan memiliki respon cepat, dengan memanfaatkan perbedaan tekanan pada piringan katup kecil untuk mengontrol aliran cakram katup sekunder yang lebih besar, mengurangi gaya fluida yang diperlukan. Namun, penelitian tentang interaksi gaya fluida dengan katup NGV dan pada suhu tinggi masih terbatas. Penelitian menggunakan metode numerik yang menawarkan cara yang efisien untuk mempelajari gaya fluida pada katup, khususnya pada kondisi tekanan tinggi. Penelitian ini fokus pada NGV dengan menggunakan uap-air jenuh sebagai media kerja. Beragam analisis *tools* digunakan seperti, Total deformation, Von-mises *Stress*, dan *Stress Life* dalam menganalisa variasi variabel diameter, jumlah orifice masuk, dan model disk sekunder. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa perbandingan antara variasi diameter inlet (D_1) dan Jumlah Inlet (N_{D1}) orifice ini menunjukkan bahwa peningkatan kedua variasi tersebut secara efektif dalam mendistribusikan tekanan fluida secara lebih merata dan mengurangi konsentrasi tegangan di area kritis. Model 1 disk sekunder berhasil menjadi desain yang lebih unggul untuk meningkatkan durabilitas sistem, terutama pada aplikasi dengan siklus beban tinggi.

Kata kunci: *Globe Valve, FSI One-way, Von-Mises Stress, Stress Life, Fatigue*

**SIMULATION ANALYSIS OF THE EFFECT OF INLET ORIFICE
GEOMETRY ON THE FATIGUE STRENGTH OF THE MAIN DISC OF
THE GLOBE VALVE FOR APPLICATION IN NUCLEAR POWER
PLANTS**

Fransdito Raflisyah

**Advisory Lecturer: Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. and Dr. Eng. Agung
Premono, M.T.**

ABSTRACT

The globe valve is a critical component in nuclear power plant systems but faces operational challenges due to insufficient actuator strength and high energy consumption. Fluid forces and the weight of valve components are key factors contributing to energy consumption. To address this issue, a novel globe valve (NGV) was designed to be energy-efficient and responsive. The NGV leverages pressure differentials on a small valve disk to control the flow of a larger secondary valve disk, thereby reducing the required fluid force. However, research on the interaction of fluid forces with the NGV, particularly at high temperatures, remains limited. This study employs numerical methods to efficiently investigate fluid forces on the valve, especially under high-pressure conditions. The research focuses on the NGV using liquid-vapor as the working medium. Various analysis tools were applied, including Total Deformation, Von-Mises Stress, and Stress Life, to evaluate variations in inlet diameter, the number of inlet orifices, and secondary disk models. Overall, the study confirms that increasing the inlet diameter (D_1) and the number of inlet orifices (N_{D1}) effectively distributes fluid pressure more uniformly and reduces stress concentrations in critical areas. Model 1 of the secondary disc proved to be the superior design for enhancing system durability, particularly in high-load cycle applications. However, further design optimization is necessary to ensure a balance between stress, cycle life, and overall performance.

Keywords: *Globe Valve, FSI One-way, Von-Mises Stress, Stress Life, Fatigue*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Perumusan Masalah.....	5
1.5. Tujuan Penelitian.....	5
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Katup Globe	6
2.1.1. Bagian-bagian Katup Globe.....	7
2.1.2. Mekanisme Katup Globe Novel.....	9
2.2. Fluida.....	9
2.3. Metode Analisis Struktur.....	12
2.3.1. Analaisis Statik	12
2.3.2. Analisis von-Mises.....	14
2.3.3. Analisis <i>Fatigue Failure</i>	15
2.4. <i>Fluid-Structure Interaction (FSI)</i>	16

2.4.1.	Metode Monolitik	17
2.4.2.	Metode Partisi	18
2.5.	Penggabungan (<i>Coupling</i>)	18
2.6.	ANSYS	20
2.6.1.	ANSYS Workbench	20
2.6.2.	ANSYS <i>Fluent</i>	20
2.6.3.	ANSYS <i>Static Structural</i>	21
2.7.	Kerangka Berpikir	22
2.8.	Penelitian Relevan	23
2.8.1.	Gaya fliuda akibat variasi <i>orifice</i>	23
2.8.2.	Variasi kecepatan dan diameter <i>orifice</i> terhadap hasil tekanan	24
2.8.3.	Keunggulan <i>Cast Carbon Steel</i> (WCB - ASTM A216).....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	28
3.2.1.	Perangkat keras (<i>hardware</i>)	28
3.2.2.	Perangkat lunak (<i>software</i>)	28
3.3.	Diagram Alir Penelitian.....	28
3.3.1.	Studi Literatur	30
3.3.2.	Menentukan Data Awal Simulasi.....	30
3.3.3.	Desain Geometri Menggunakan Autodesk Fusion 360	30
3.3.4.	Simulasi ANSYS <i>Fluent</i> dan <i>Static Structural</i>	30
3.3.5.	Hasil dan Pembahasan.....	30
3.3.6.	Kesimpulan	30
3.4.	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	31
3.4.1.	Diagram alir simulasi	31

3.4.2.	Tahap Pra Proses	32
3.4.3.	Tahap Proses	34
3.4.4.	Tahap Pasca Proses	34
3.4.5.	Matriks Penelitian	34
3.5.	Teknik Analisis Data	36
3.5.1.	<i>Von Mises Stress</i>	36
3.5.2.	<i>Fatigue Tool</i>	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	Hasil Simulasi Fluida	40
4.2.	Hasil Simulasi von-Mises Stress	52
4.3.	Hasil Simulasi <i>Fatigue</i>	61
4.4.	Hasil Simulasi <i>Fluid-Structure Interaction</i>	70
4.5.	Validasi Hasil Simulasi	78
BAB V KESIMPULAN		80
5.1.	Kesimpulan.....	80
5.2.	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN.....		84

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 <i>Material Properties</i>	33
Tabel 3. 2 <i>Fluid Properties</i>	34
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian	35
Tabel 4. 1 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Diameter inlet orifice	70
Tabel 4. 2 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Jumlah inlet orifice	72
Tabel 4. 3 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Diameter inlet orifice Model 1	74
Tabel 4. 4 Data Hasil Simulasi FSI Variasi Diameter inlet orifice Model 2	75



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Skematik Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir.....	1
Gambar 2. 1 Katup Globe, desain umum.....	7
Gambar 2. 2 Bagian Katup Globe.....	7
Gambar 2. 3 Katup Globe tipe dua piringan.....	9
Gambar 2. 4 Analisis Tegangan pada <i>software</i> ANSYS.....	13
Gambar 2. 5 Kegagalan Kelelahan Katup Dasar.....	15
Gambar 2. 6 Contoh Grafik kurva S-N.....	16
Gambar 2. 7 pendekatan monolitik untuk interaksi struktur fluida, di mana S^f dan S^s masing-masing menunjukkan solusi fluida dan structural.....	18
Gambar 2. 8 Pendekatan partisi untuk interaksi struktur fluida, dimana S^f dan S^s masing-masing menunjukkan solusi fluida dan struktur.....	18
Gambar 2. 9 Algoritma penyelesaian untuk FSI <i>One-way</i> dan <i>Two-way</i>	19
Gambar 2. 10 Tampilan ANSYS <i>Workbench</i>	20
Gambar 2. 11 Langkah-langkah simulasi dengan ANSYS <i>Fluent</i>	21
Gambar 2. 12 <i>Workflow</i> simulasi dengan ANSYS <i>Static structural</i>	21
Gambar 2. 13 Kerangka Berpikir Penelitian.....	22
Gambar 2. 14 Grafik variasi gaya fluida total.....	23
Gambar 2. 15 Kontur tekanan pada permukaan bawah inti katup.....	24
Gambar 2. 16 Von-mises stress dengan porosity (a) 70 dan (b) 90 kN dan Keandalan dengan tegangan akibat beban (c) 96 MPa dan (d) 123 MPa pada spring flap.....	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Diagram alir simulasi.....	31
Gambar 3. 3 Ilustrasi Katup Globe Novel.....	32
Gambar 3. 4 Detail Matrik Penelitian pada Desain Katup.....	35
Gambar 3. 5 Visualisasi tegangan von Mises.....	37
Gambar 3. 6 Amplitudo konstan (a), non-konstan (b).....	38
Gambar 4. 1 Streamline fluida dengan D1 (a) 20 mm dan (b) 30 mm.....	41
Gambar 4. 2 Grafik Kecepatan Akhir Fluida Variasi Diameter Inlet Orifice.....	42
Gambar 4. 3 Kontur volume fluida dengan D1 (a) 20 mm dan (b) 30 mm.....	43
Gambar 4. 4 Grafik tekanan maksimal fluida variasi diameter inlet orifice.....	44

Gambar 4. 5 Streamline variasi $N_{D1}=8$	45
Gambar 4. 6 Grafik Kecepatan akhir fluida variasi jumlah inlet orifice.....	46
Gambar 4. 7 Kontur volume fluida variasi jumlah inlet orifice $N_{D1}=8$	47
Gambar 4. 8 Grafik Tekanan maksimal fluida variasi jumlah inlet orifice	47
Gambar 4. 9 Streamline variasi (a) Model 1 dan (b) Model 2	49
Gambar 4. 10 Grafik Kecepatan Akhir Fluida Variasi Model disk Sekunder	49
Gambar 4. 11 Kontur Tekanan Variasi (a) Model 1 (standar), & (b) Model 2	51
Gambar 4. 12 Grafik Tekanan Maksimal Fluida Variasi Model Disk Sekunder...	51
Gambar 4. 13 Streamline dan kontur tekanan pada disk primer	52
Gambar 4. 14 Tegangan von-Mises Disk primer var (a) $D1=20$ mm & (b) $D1=30$ mm	53
Gambar 4. 15 Grafik Tegangan Maksimal Disk Primer Variasi Diameter Orifice	54
Gambar 4. 16 Tegangan von-Mises disk primer var (a) $N_{D1}=4$, (b) $N_{D1}=6$, & (c) $N_{D1}=8$	56
Gambar 4. 17 Tegangan Maksimal Disk primer variasi jumlah inlet orifice.....	57
Gambar 4. 18 Tegangan von-Mises Disk primer var (a) M1, & (b) M2 disk sekunder	59
Gambar 4. 19 Tegangan Maksimal Disk Primer Variasi Model Disk Sekunder...	60
Gambar 4. 20 <i>Cycle life</i> Disk Primer var. (a) $D1=20$ mm & (b) $D1=30$ mm	61
Gambar 4. 21 <i>Cycle life</i> Minimum disk primer variasi diameter inlet orifice	63
Gambar 4. 22 <i>Cycle life</i> disk primer var (a) $N_{D1}=4$, (b) $N_{D1}=6$, & (c) $N_{D1}=8$	65
Gambar 4. 23 <i>Cycle life</i> Minimum disk primer variasi jumlah inlet orifice	66
Gambar 4. 24 <i>Cycle life</i> disk primer variasi (a) M1, & (b) M2 disk sekunder	68
Gambar 4. 25 <i>Cycle life</i> Minimum disk primer variasi model disk sekunder	69
Gambar 4. 26 Grafik S-N Variasi Diameter inlet orifice	71
Gambar 4. 27 Grafik S-N Variasi Jmlah inlet orifice $N_{D1}=4$, $N_{D1}=6$, $N_{D1}=8$	73
Gambar 4. 28 Grafik S-N Variasi Diameter Inlet Orifice ($D1$), disk sekunder Model 1 (standar)	76
Gambar 4. 29 Grafik S-N Variasi Diameter Inlet Orifice ($D1$), disk sekunder Model 2	77
Gambar 4. 30 Kontur safety factor (a) $D1=25$ mm, & (b) $D1=30$ mm.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Meshing</i> geometri Fluida pada ANSYS Fluent	84
Lampiran 2. Iterasi penyelesaian CFD Konvergen	84
Lampiran 3. <i>Meshing</i> geometri Disk Primer pada ANSYS Mechanical	85
Lampiran 4. Gambar Teknik Katup Globe	85
Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup.....	86

