

LAPORAN TUGAS AKHIR

**EKSPERIMEN DAN SIMULASI GETARAN DENGAN MENGGUNAKAN  
SOFTWARE ANSYS 18.1 AKIBAT ALIRAN *FLUIDA* PADA PIPA**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Nurmassaid  
NIM : 41315120051  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STARTA SATU (S1)  
MEI 2020

HALAMAN PENGESAHAN

EKSPERIMEN DAN SIMULASI GETARAN DENGAN MENGGUNAKAN  
SOFTWARE ANSYS 18.1 AKIBAT ALIRAN FLUIDA PADA PIPA



Disusun Oleh:

Nama : Nurmassaid

NIM : 41315120051

Program Studi : Teknik Mesin



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 31 Agustus 2020

Mengetahui:

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir



(Dr. Abdul Hamid B.Eng., M.Eng.)

(Alief Avicenna Lutfie ST., M.Eng.)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nurmassaid

NIM : 41315120051

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Eksperimen dan simulasi getaran dengan menggunakan Ansys 18.1 pada pipa akibat aliran *fluida*.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila di kemudian hari hasil penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Mei 2020



(Nurmassaid)

## PENGHARGAAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Eksperimen dan Simulasi Getaran Dengan Menggunakan Ansys 18.1 Pada Pipa Akibat Aliran *Fluida*”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan *study* Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Oleh karenanya penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayahnya.
2. Kedua orang Tua dan mertua serta istri tercinta Astrie Anggraini SE., doa, dukungan dan kasih sayang.
3. Bapak Dr. Abdul Hamid B.Eng., M.Eng. Serta Bapak Subekti ST., MT. selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas kesabaran, waktu dan ilmu dalam membimbing serta pengarahan. Penulis mohon maaf atas segala kekhilafan dan kesalahan.
4. Bapak Ir. Nanang Ruhkiyat ST., MT. selaku ketua program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Alief Avicenna Lutfie ST., M.Eng. selaku ketua koordinator skripsi dan seluruh dosen tim penguji skripsi yang telah bersedia mengevaluasi seluruh pengerjaan skripsi ini.
6. Teman-teman Fakultas Teknik yang telah mendukung dan memberikan doa untuk kelancaran Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang belum sempat disebut di atas, kami ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwasanya dalam pengerjaan serta pendokumentasian skripsi masih jauh dari kata kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan masukan serta saran yang membangun, guna menambah kelengkapan dan kesempurnaan untuk masa yang akan datang, semoga laporan skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 20 Mei 2020

Penulis



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ABSTRAK

Setiap stuktur mempunyai masa dan elastisitas sehingga menimbulkan permasalahan getaran. Pada struktur perpipaan pembangkit listrik pikohidro mengalami pembebanan akibat pengaruh dari tekanan, massa jenis *fluida*, aliran *fluida* dan massa pipa itu sendiri sehingga mengakibatkan timbulnya getaran. Pada penelitian ini membahas mengenai simulasi dan eksperimen getaran pada pipa jenis PVC (Polli vinil klorida). Simulasi dilakukan dengan variasi kecepatan aliran *fluida* sebesar 0.068 m/s, 0.136 m/s, dan 0.204 m/s<sup>2</sup> menggunakan Ansys. Eksperimen dilakukan menggunakan variasi kecepatan putaran pompa yaitu sebesar 450 rpm, 900 rpm, dan 1340 rpm. Pengambilan data getaran dengan alat sensor getaran yang diletakan pada setiap segmen pipa pada sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Hasil pengolahan data simulasi dan eksperimen dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* dalam bentuk grafik getaran yang menunjukkan pada putaran pompa 450 rpm dan kecepatan *fluida* 0.013 m/s mengakibatkan nilai amplitudo menjadi tinggi dan pada putaran pompa 1430 rpm dengan kecepatan *fluida* 0.206 m/s mengakibatkan puncak frekuensi resonansi yang berlebih.

**Kata Kunci:** Analisis getaran, Ansys 18.1, Pipa, Fast Fourier Transform.



## **ABSTRACT**

*Every structure that has mass and elasticity is not free from vibration problems, one of which is the pycohydro power plant piping structure which cannot be separated from loading due to the influence of pressure, fluid density, fluid flow and the mass of the pipe itself, which causes vibrations. This study discusses simulations and experiments regarding the vibration characteristics of PVC (Polli vinyl chloride) pipes. Simulations were carried out with variations in fluid flow velocity of 0.068 m/s, 0.136 m/s and 0.204 m/s using Ansys. Experiments were carried out using variations in the pump rotation speed of 450 rpm, 900 rpm, and 1340 rpm. Retrieval of vibration data using a vibration sensor that is placed on each pipe segment on the x-axis, y-axis and z-axis. The results of simulation and experimental data are in the form of a vibration graph which shows the pump rotation of 450 rpm and the fluid speed of 0.013 m/s resulting in a high amplitude value and at 1430 rpm with a fluid speed of 0.206 m/s resulting in excessive peak resonance frequency.*

*Keywords: Vibration analysis, Ansys 18.1, Pipe, Fast Fourier Transform.*



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	2
1.5 MANFAAT	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>FLUIDA</i>	4
2.1.1 <i>Fluida Newtonian</i>	4
2.1.1 <i>Fluida Non-Newtonian</i>	5
2.2 SIFAT-SIFAT <i>FLUIDA</i>	6
2.2.1 Densitas	6
2.2.2 Viskositas	7
2.2.3 Bilangan Reynolds	8



2.3 ALIRAN <i>FLUIDA</i>	9
2.3.1 Aliran Laminer dan Turbulen	9
2.3.2 Koefisien Gesek	11
2.3.3 Laju Aliran Volume	12
2.3.4 Distribusi Kecepatan	13
2.3.5 Persamaan-Persamaan Gerak Untuk <i>Fluida</i> Viskos	14
2.4 GETARAN	16
2.4.1 Amplitudo	17
2.4.2 Domain waktu	18
2.4.3 Domain frekuensi	18
2.5 KARAKTERISITK GETARAN	19
2.5.1 Frekuensi getaran	20
2.5.2 Perpindahan getaran ( <i>Vibration Displacement</i> )	20
2.5.3 Kecepatan getaran ( <i>Vibration Velocity</i> ).	20
2.5.4 Phase getaran	21
2.6 SISTEM PERPIPAAN	21
2.6.1 Jenis-jenis Pipa	21
2.6.2 Bahan-bahan pipa secara umum	22
2.6.3 Bahan-bahan pipa secara khusus	22
2.6.4 Pembebanan sustain	22
2.6.5 Getaran perpipaan	23
BAB III METODOLOGI	25
3.1 DIAGRAM ALIR	25
3.2 METODOLOGI PENELITIAN	26
3.3 MENENTUKAN JUDUL	27
3.4 RUMUSAN MASALAH	27
3.5 STUDI LITERATUR	27

3.6 ALAT DAN BAHAN	27
3.6.1 Alat dan bahan eksperimen	28
3.6.2 Alat dan bahan simulasi	30
3.7 DATA EKSPERIMEN	30
3.7.1 Pengolahan data eksperimen	32
3.8 DATA SIMULASI	33
3.8.1 Pengolahan data simulasi	34
3.8.2 CFD ( <i>Computational fluid dynamic</i> )	34
3.8.3 <i>Static structural analysis</i>	38
3.8.4 <i>Modal analysis</i>	39
3.8.5 <i>Harmonic response analysis</i>	41
3.9 Perbandingan simulasi dan eksperimen	41
BAB IV PEMBAHASAN	42
4.1 EKSPERIMEN GETARAN PIPA	42
4.1.1 Analisis getaran pipa vertikal sumbu x	42
4.1.2 Analisis getaran pipa vertikal sumbu y	44
4.1.3 Analisis getaran elbow 1 sumbu x	45
4.1.4 Analisis getaran elbow 1 sumbu y	46
4.1.5 Analisis getaran elbow 1 sumbu z	48
4.1.6 Analisis getaran pipa horisontal sumbu x	49
4.1.7 Analisis getaran pipa horisontal sumbu z	50
4.1.8 Analisis getaran elbow 2 sumbu x	52
4.1.9 Analisis getaran elbow 2 sumbu y	53
4.1.10 Analisis getaran elbow 2 sumbu Z	54
4.2 SIMULASI GETARAN PIPA	56
4.2.1 Analisis simulasi getaran pipa vertikal sumbu x	56
4.2.2 Analisis simulasi getaran pipa vertikal sumbu y	57

4.2.3 Analisis simulasi getaran elbow 1 sumbu x	59
4.2.4 Analisis simulasi getaran elbow 1 sumbu y	60
4.2.5 Analisis simulasi getaran elbow 1 sumbu z	61
4.2.6 Analisis simulasi getaran pipa horisontal sumbu x	63
4.2.7 Analisis simulasi getaran pipa horisontal sumbu z	64
4.2.8 Analisis simulasi getaran elbow 2 sumbu x	65
4.2.9 Analisis simulasi getaran elbow 2 sumbu y	67
4.2.10 Analisis simulasi getaran elbow 2 sumbu z	68
BAB V PENUTUP	71
5.1 KESIMPULAN	71
5.2 SARAN	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	74



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perilaku viskositas <i>fluida</i> Newtonian	5
Gambar 2.2 Perilaku viskositas <i>fluida</i> Non-Newtonian	5
Gambar 2.3 (a) Penggunaan dye (b) guratan aliran	10
Gambar 2.4 Diagram moody	12
Gambar 2.5 Distribusi tegangan geser dalam <i>fluida</i> dalam pipa (aliran laminar atau aliran turbulen) dan profil kecepatan tipikal.	13
Gambar 2.6 (a) Saat balok dipindahkan dari titik kesetimbangannya, daya pada pegas (sebagai hasil dari energi potensial yang tersimpan), (b) Ketika bandul diputar vertikal jauh dari posisi kesetimbangannya, momen gaya gravitasi menarik pendulum ke posisi kesetimbangan	17
Gambar 2.7 (a) Gesekan adalah non-konservatif gaya yang hilang dari energi total (b) Gaya eksternal adalah gaya non-konservatif yang bekerja pada sistem.	17
Gambar 2.8 Hubungan domain waktu dan domain frekuensi	19
Gambar 3.1 Flow Chart Pengerjaan Skripsi	26
Gambar 3.2 Objek eksperimen pembangkit listrik pikohidro	27
Gambar 3.3 Vibration Analyzer dan sensor ONOSOKI CF-3650	28
Gambar 3.4 Alat pengubah kecepatan putaran Inverter	28
Gambar 3.5 Pengambilan data eksperimen	29
Gambar 3.6 Segmentasi perpipaan	30
Gambar 3.7 Penempatan sensor accelerometer pada segmen 2 dan segmen 4	30
Gambar 3.8 Penempatan sensor accelerometer pada pipa vertikal dan horisontal	31
Gambar 3.9 Data hasil pengukuran Fast fourier <i>transform</i>	32
Gambar 3.10 Contoh hasil data grafik dari matlab	32
Gambar 3.11 Pemodelan 3D Perpipaan & <i>Fluida</i> Autodesk Inventor	32
Gambar 3.12 Hasil ekspor data Inventor ke ANSYS	33
Gambar 3.13 Kombinasi simulasi ANSYS Workbench	33
Gambar 3.14 Hasil meshing geometri pipa & <i>fluida</i> air	34
Gambar 3.15 Geometri pipa pada <i>structural analysis</i>	38
Gambar 3.16 Distribusi tekanan air	38
Gambar 3.17 <i>Total deformation</i>	39
Gambar 3.18 Contoh hasil simulasi getaran	41

Gambar 4.1 Grafik pipa vertikal sumbu X putaran 450 rpm	42
Gambar 4.2 Grafik pipa vertikal sumbu X putaran 900 rpm	43
Gambar 4.3 Grafik pipa vertikal sumbu X putaran 1340 rpm	43
Gambar 4.4 Grafik pipa vertikal sumbu Y putaran 450 rpm	44
Gambar 4.5 Grafik pipa vertikal sumbu Y putaran 900 rpm	44
Gambar 4.6 Grafik pipa vertikal sumbu Y putaran 1340 rpm	45
Gambar 4.7 Grafik elbow 1 sumbu X putaran 450 rpm	45
Gambar 4.8 Grafik elbow 1 sumbu X putaran 900 rpm	46
Gambar 4.9 Grafik elbow 1 sumbu X putaran 1340 rpm	46
Gambar 4.10 Grafik elbow 1 sumbu Y putaran 450 rpm	47
Gambar 4.11 Grafik elbow 1 sumbu Y putaran 900 rpm	47
Gambar 4.12 Grafik elbow 1 sumbu Y putaran 1340 rpm	47
Gambar 4.13 Grafik elbow 1 sumbu Z putaran 450 rpm	48
Gambar 4.14 Grafik elbow 1 sumbu Z putaran 900 rpm	48
Gambar 4.15 Grafik elbow 1 sumbu Z putaran 1340 rpm	49
Gambar 4.16 Grafik pipa horisontal sumbu X putaran 450 rpm	49
Gambar 4.17 Grafik pipa horisontal sumbu X putaran 900 rpm	50
Gambar 4.18 Grafik pipa horisontal sumbu X putaran 1340 rpm	50
Gambar 4.19 Grafik pipa horisontal sumbu Z putaran 450 rpm	51
Gambar 4.20 Grafik pipa horisontal sumbu Z putaran 900 rpm	51
Gambar 4.21 Grafik pipa horisontal sumbu Z putaran 1340 rpm	51
Gambar 4.22 Grafik elbow 2 sumbu X putaran 450 rpm	52
Gambar 4.23 Grafik elbow 2 sumbu X putaran 900 rpm	52
Gambar 4.24 Grafik elbow 2 sumbu X putaran 1340 rpm	53
Gambar 4.25 Grafik elbow 2 sumbu Y putaran 450 rpm	53
Gambar 4.26 Grafik elbow 2 sumbu Y putaran 900 rpm	54
Gambar 4.27 Grafik elbow 2 sumbu Y putaran 1340 rpm	54
Gambar 4.28 Grafik elbow 2 sumbu Y putaran 450 rpm	55
Gambar 4.29 Grafik elbow 2 sumbu Z putaran 900 rpm	55
Gambar 4.30 Grafik elbow 2 sumbu Z putaran 1340 rpm	55
Gambar 4.31 Grafik pipa vertikal sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	56
Gambar 4.32 Grafik pipa vertikal sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	57

Gambar 4.33 Grafik pipa vertikal sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	57
Gambar 4.34 Grafik pipa vertikal sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	58
Gambar 4.35 Grafik pipa vertikal sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	58
Gambar 4.36 Grafik pipa vertikal sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	58
Gambar 4.37 Grafik elbow 1 sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	59
Gambar 4.38 Grafik elbow 1 sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	59
Gambar 4.39 Grafik elbow 1 sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	60
Gambar 4.40 Grafik elbow 1 sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	60
Gambar 4.41 Grafik elbow 1 sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	61
Gambar 4.42 Grafik elbow 1 sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	61
Gambar 4.43 Grafik elbow 1 sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	62
Gambar 4.44 Grafik elbow 1 sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	62
Gambar 4.45 Grafik elbow 1 sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	62
Gambar 4.46 Grafik pipa horisontal sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	63
Gambar 4.47 Grafik pipa horisontal sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	63
Gambar 4.48 Grafik pipa horisontal sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	64
Gambar 4.49 Grafik pipa horisontal sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	64
Gambar 4.50 Grafik pipa horisontal sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	65
Gambar 4.51 Grafik pipa horisontal sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	65
Gambar 4.52 Grafik elbow 2 sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	66
Gambar 4.53 Grafik elbow 2 sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	66
Gambar 4.54 Grafik elbow 2 sumbu x kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	66
Gambar 4.55 Grafik elbow 2 sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	67
Gambar 4.56 Grafik elbow 2 sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	67
Gambar 4.57 Grafik elbow 2 sumbu y kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	68
Gambar 4.58 Grafik elbow 2 sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.013 m/s	68
Gambar 4.59 Grafik elbow 2 sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.068 m/s	69
Gambar 4.60 Grafik elbow 2 sumbu z kecepatan <i>fluida</i> 0.206 m/s	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat <i>Fluida</i>	
Tabel 3.1 Spesifikasi peralatan	28
Tabel 3.2 Detail Pengaturan batasan-batasan CFD	34
Tabel 3.3 Frekuensi alami pipa tanpa aliran <i>fluida</i>	39
Tabel 3.4 Frekuensi alami pipa dengan aliran <i>fluida</i>	39
Tabel 3.5 Detail pengaturan modal <i>analysis</i>	40
Tabel 4.1 Besaran amplitudo ( $\text{mm/s}^2$ )	41



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN.....	74
---------------	----

