

**IDENTIFIKASI PENYUMBATAN ALIRAN AIR PADA
PIPA DENGAN METODE GETARAN**



Oleh
SUTANTO
NIM: 41316120019

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI PENYUMBATAN ALIRAN AIR PADA
PIPA DENGAN METODE GETARAN



Disusun Oleh:

UNIVERSITAS

MerCU BUANA

Nama : Sutanto

NIM : 41316120019

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JANUARI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI PENYUMBATAN ALIRAN AIR PADA PIPA
DENGAN METODE GETARAN**



Disusun Oleh:

Nama : Sutanto

NIM : 41316120019

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: Januari 2021

Mengetahui:

Dosen Pembimbing

(Subekti, ST., MT.)
NIK. 1180612

Koordinator Tugas Akhir



(Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng.)
NIK. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sutanto

NIM : 41316120019

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Identifikasi Penyumbatan Aliran Air Pada Pipa Dengan Metode Getaran

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, Januari 2021



(Sutanto)

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 tugas akhir yang berjudul “Identifikasi Penyumbatan Aliran Air Pada Pipa Dengan Metode Getaran”.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Oleh karenanya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang senantiasa mencurahkan rahmat dan hidayahnya.
2. Kedua orang Tua, mertua, Istri tercinta dan kedua anak-anakku yang selalu kusayangi, atas segala doa dan dorongan semangat yang luar biasa.
3. Bapak Subekti ST., MT. selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas kesabaran, waktu dan ilmu dalam membimbing serta pengarahan. Penulis mohon maaf yang sebesar – besarnya atas segala kekhilafan dan kesalahan.
4. Bapak Dr. Nanang Ruhyat ST., MT selaku ketua program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Alief Avicenna Luthfie ST., M. Eng selaku ketua koordinator tugas akhir dan seluruh dosen tim penguji tugas akhir yang telah bersedia mengevaluasi seluruh pengerjaan tugas akhir 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.
8. Operation Direktur PT. Tatamulia Nusantara Indah yang telah memberikan kesempatan melanjutkan studi dan beasiswa.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan serta pendokumentasian tugas

akhir 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 tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, Januari 2021

(Sutanto)



ABSTRAK

Pada struktur perpipaan pada proyek – proyek *high - rise building* baik pipa yang bertekanan maupun gravitasi akan mengalami pembebanan akibat pengaruh dari tekanan, massa jenis fluida, aliran fluida dan massa pipa. Pipa sering terjadi sumbatan yang menghalangi aliran air didalam pipa. Hal ini menjadi masalah yang paling serius untuk mengidentifikasi dimana letak sumbatan tersebut. Atas dasar tersebut dalam penelitian ini, akan menjelaskan mengenai identifikasi penyumbatan aliran air pada pipa dengan Metode getaran. Jenis pipa yang digunakan *PolyVinyl Chloride* (PVC). Pengambilan data dilakukan dengan melakukan eksperimen menggunakan pengukuran *bump test* dan aliran air dalam pipa, akibat adanya sumbatan. Selain itu, dilakukan variasi *support* dengan 2 dan 4 *support* pada pipa dan pengaturan tekanan fluida dengan merubah posisi *valve* dengan sudut 45° dan 0° (*normal open*). Pengukuran dilakukan terhadap arah horizontal (sumbu x), vertikal (sumbu y) dan ortogonal (sumbu z) dengan 4 titik pengukuran. Karakteristik dinamik pada pipa menunjukkan bahwa penyumbatan menyebabkan terjadinya peningkatan defleksi sehingga akan menyebabkan mengalami kegagalan. Pada pembukaan katup 45° menunjukkan, frekuensi pribadi pertama dengan empat *support* menunjukkan adanya penurunan *amplitudo* pada frekuensi 4 Hz. Dengan 2 *support* menunjukkan bahwa *amplitudo* sebesar $17,59 \text{ m/s}^2$ turun menjadi $8,75 \text{ m/s}^2$. Pada pembukaan katup *full* munculnya frekuensi baru pada 8 Hz pada saat penggunaan 4 *support*. Dengan pemberian *support* yang lebih banyak hanya akan mengurangi *noise* yang terjadi pada pipa tersebut. Pada frekuensi pribadi pipa tidak yang membedakan spektrum kecepatan aliran setengah dan aliran katup terbuka *full*. Secara khusus, tidak ada perbedaan kemiringan antara kedua spektrum baik akibat atau tanpa adanya penghalang. Hal ini menunjukkan bahwa penghalang tidak mempengaruhi turbulen yang menyebabkan terjadi getaran pada pipa.

Kata Kunci: fluida, sumbatan, getaran, *polyvinyl chloride*, *support*, defleksi

MERCU BUANA

ABSTRACT

In the piping structure in high-rise building projects, both pipes under pressure and gravity will experience loads due to the influence of pressure, fluid density, fluid flow and pipe mass. The pipe often has a blockage that blocks the flow of water in the pipe. This becomes the most serious problem of identifying where the blockage is. On the basis of this in this study, will explain the identification of water flow blockages in pipes with the vibration method. The type of pipe used is PolyVinyl Chloride (PVC). Data were collected by conducting experiments using the measurement of the bump test and water flow in the pipe due to a blockage. In addition, variations in support are carried out with 2 and 4 supports on the pipe and fluid pressure regulation by changing the valve position with an angle of 45° and 0° (normal open). The measurement is carried out in the horizontal (x-axis), vertical (y-axis) and orthogonal (z-axis) directions with 4 measuring points. The dynamic characteristics of the pipe indicate that the blockage causes an increase in deflection which will cause failure. At the opening of the valve 45° shows, the first personal frequency with four supports indicates a decrease in amplitude at a frequency of 4 Hz. With 2 supports, it shows that the amplitude of 17.59 m / s² drops to 8.75 m / s². At full opening of the valve a new frequency appears at 8 Hz when using 4 supports. By providing more support, it will only reduce the noise that occurs in the pipe. On the private frequency of the pipe there is no differentiating between half and full flow velocity spectrums. In particular, there is no difference in slope between the two spectra either due to or without the barrier. This shows that the barrier does not affect the turbulence which causes vibrations in the pipe.

Keywords: *fluid, obstruction, vibration, polyvinyl chloride, support, deflection*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	1
1.3. TUJUAN	2
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. FLUIDA	5
2.1.1. 5	
2.1.2. 6	
2.2. SIFAT-SIFAT FLUIDA	7
2.2.1. 7	
2.2.2. 88	
2.2.3. 9	
2.3. ALIRAN FLUIDA	10
2.3.1. 10	
2.3.2. 11	
2.3.3. 13	
2.3.4. 13	

2.3.5.	13	
2.4.	SISTEM PERPIPAAN	16
2.4.1.	17	
2.4.2.	18	
2.4.3.	18	
2.5.	PENGUKURAN <i>BUMP TEST</i>	18
2.6.	MODEL MATEMATIKA GETARAN	21
BAB III METODOLOGI		24
3.1.	DIAGRAM ALIR	24
3.2.	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.3.	ALAT DAN BAHAN	25
3.4.	DATA EKSPERIMEN	28
3.4.1.	31	
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	KARAKTERISTIK DINAMIK	33
4.1.1.	33	
4.1.2.	355	
4.2.	PENGARUH ALIRAN AIR PADA PIPA AKIBAT PENGHALANG	36
4.2.1.	366	
4.2.2.	37	
4.3.	SPEKTRUM AKSELERASI	37
4.3.1.	36	
4.3.2.	37	
BAB V PENUTUP		41
5.1.	KESIMPULAN	41
5.2.	SARAN	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Perilaku viskositas fluida Newtonian	6
Gambar 2.2.	Viskositas fluida Non-Newtonian	6
Gambar 2.3.	(a) Penggunaan dye (b) guratan aliran	11
Gambar 2.4.	Diagram moody	12
Gambar 2.5.	Distribusi tegangan geser dalam fluida dalam pipa (aliran laminar atau aliran turbulen) dan profil kecepatan tipikal	14
Gambar 2.6.	Model sistem getaran SDOF	20
Gambar 2.7.	Model Matematik pin-pin pada pipa dengan aliran fluida	22
Gambar 2.8.	Pipa yang membawa fluida, gaya dan momen yang bekerja pada elemen (a) fluida (b) pipa	23
Gambar 3.1.	Flowchart penelitian	25
Gambar 3.2.	Objek eksperimen aliran fluida	27
Gambar 3.3.	<i>Vibration Analyzer</i> dan sensor ONNO SOKKI CF-3650	29
Gambar 3.4.	Pengambilan data eksperimen	30
Gambar 3.5.	Penempatan sensor <i>accelerometer</i>	31
Gambar 3.6.	Data hasil pengukuran dalam file txt	32
Gambar 4.1.	FRF analysis pipa arah vertikal dengan dan tanpa penghalang titik <i>elbow-1</i>	34
Gambar 4.2.	Modus getar arah vertikal dengan dan tanpa penghalang pada <i>elbow-1</i>	34
Gambar 4.3.	FRF analysis pipa vertikal X dengan dan tanpa penghalang titik <i>elbow-4</i>	35
Gambar 4.4.	Modus getar arah ortogonal dengan dan tanpa penghalang pada titik <i>elbow-4</i>	36
Gambar 4.5.	FFT analysis akibat pengaruh <i>support</i> pada pipa yang tersumbat pada pembukaan katup 45°	36

Gambar 4.6.	FFT analysis akibat pengaruh <i>support</i> pada pipa yang tersumbat pada pembukaan katup <i>full</i>	37
Gambar 4.7.	Pengaruh aliran pada pipa tanpa penghalang	38
Gambar 4.8.	Pengaruh aliran pada pipa dengan penghalang	39



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat Fluida	7
Tabel 3.1.	Spesifikasi Peralatan	28



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
T	Tegangan geser pada fluida
μ	Viskositas fluida
M	Massa (N)
V	Volume (m^3)
v	Kecepatan rata-rata aliran (mm/s^2)
D	Diameter dalam pipa (m)
A	Luas penampang pipa (m^2)
P	Perimeter / keliling penampang pipa (m)
V	viskositas kinematik fluida (m^2/s)
μ	Viskositas dinamik fluida (kg/m.s)
V	Kecepatan rata-rata aliran (mm/s^2)
V_c	Kecepatan aliran pada titik pusat pipa (mm/s^2)
v	Kecepatan aliran dalam jarak r atau y (mm/s^2)
R	Kecepatan aliran v dari titik pusat diameter dalam pipa (mm/s^2)
Y	Jarak kecepatan aliran v dari permukaan dalam pipa (m)
R	Jari-jari pipa
F_{ax}	Gaya aksial karena beban tetap (kg)
A_m	Cross section area of pipe (m^2)
C	Jarak netral axis (m)
Mb	Momen bending (N/m)
I	Momen inersia penampang (m^4)
P	Tekanan (Pa)

Simbol	Keterangan
D_o	Outside diameter (m)
t	Ketebalan pipa (m)
S_L	Tegangan longitudinal (N/m)
S_h	Tegangan dasar yang diijinkan (N/m)
m	<i>Mass flow rate</i> (kg/s)
D	Diameter pipa (m)
ρ	Massa jenis fluida (kg/m ³)
L	Panjang peluruhan getaran (m)
$\frac{\partial u}{\partial y}$	Gradient kecepatan fluida



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA