

**PENGARUH PENEMPATAN TURBIN *PROPELLER* PADA ALIRAN PIPA
JENIS *POLYVINYL CHLORIDE* DENGAN METODE GETARAN**



Oleh

KURNIA SEMBIRING BERAHMANA

NIM: 41316120042

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PENEMPATAN TURBIN *PROPELLER* PADA ALIRAN PIPA
JENIS *POLYVINYL CHLORIDE* DENGAN METODE GETARAN



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Kurnia Sembiring Berahmana
NIM : 41316120042
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENEMPATAN TURBIN *PROPELLER* PADA ALIRAN PIPA
JENIS *POLYVINYL CHLORIDE* DENGAN METODE GETARAN



Disusun Oleh:

Nama : Kurnia Sembiring Berahmana

NIM : 41316120042

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada Tanggal 21 Januari 2021

Mengetahui,

Dosen pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

(Subekti ST., MT.)



(Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Kurnia Sembiring
NIM : 41316120042
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penempatan Turbin *Propeller* pada Aliran
Pipa Jenis *Polyvinyl Chloride* 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, 21 Januari 2021



(Kurnia Sembiring)

PENGHARGAAN

Segala puji syukur penulis panjatkan terhadap hadirat Tuhan YME karena atas kasih dan anugerahnya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penempatan Turbin *Propeller* pada Aliran Pipa Jenis *Polyvinyl Chloride* 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 terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan YME yang atas kasih dan anugrah-Nya yang senantiasa memberikan penyertaan.
2. Keluarga tercinta yang tak henti-hentinya memberikan dukungan semangat, doa, dan kasih sayang. Terimakasih atas segalanya yang telah kalian berikan hingga saat ini.
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.

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

Jakarta, 21 Januari 2021

Penulis



ABSTRAK

Penempatan turbin generator di dalam aliran pipa rumah tangga menjadi salah satu alternatif dalam menghasilkan energi alternatif. Penempatan turbin *propeller* pada pipa yang dialiri air akan menyebabkan pembebanan pada pipa. Hal itu disebabkan karena dengan adanya turbin di dalam pipa membuat aliran air menjadi berubah. Perubahan aliran air tersebut akan menyebabkan terjadinya getaran. Penelitian ini akan membahas tentang eksperimen getaran pada pipa jenis *Polyvinyl Chloride* (PVC). Eksperimen dilakukan dengan instalasi pipa dengan diameter 50,8 mm, menggunakan variasi bukaan katup pada sudut 0° , 30° , dan 60° , dimana 0° berarti katup terbuka penuh, 30° berarti katup dibuka $1/3$, dan 60° berarti katup dibuka $2/3$. Penghalang yang digunakan berupa turbin *propeller* yang diletakkan di dalam pipa. Pengambilan data getaran dengan alat sensor getaran diletakkan pada segmen pipa yang didalamnya diletakkan benda penghalang pada sumbu x dan sumbu y. Sumbu x diartikan sebagai penempatan sensor dengan posisi vertikal terhadap pipa, dan sumbu y diartikan sebagai penempatan sensor dengan posisi horizontal terhadap pipa. Uji *bump test* pada sumbu x dan y dengan posisi yang sama. Hasil pengolahan data simulasi dan eksperimen dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* dalam bentuk grafik getaran. Pada uji *bump test* frekuensi tertinggi terjadi pada 10 Hz, sedangkan amplitudo terbesar terjadi pada 15 m/s^2 .

Kata Kunci: analisis getaran, pipa, *fast fourier transform*, *bump test*, pola getaran



ABSTRACT

Placement of a turbine generator in a household pipe is an alternative in producing alternative energy. Placement of the turbine propeller on the pipe which is flowing water will cause the load on the pipe. This is because the presence of a turbine in the pipe changes the flow of water. Changes in water flow will cause vibrations. This research will discuss the vibration experiment on Polyvinyl Chloride (PVC) pipe. Experiments were carried out with a pipe installation with a diameter of 50.8 mm, using variations of the valve opening at an angle of 0° , 30° , and 60° , where 0° means the valve is fully open, 30° means the valve is opened $1/3$, and 60° means the valve is opened $2/3$. The barrier used is a propeller turbine placed in the pipe. Retrieval of vibration data by means of a vibration sensor is placed on a pipe segment in which a barrier object is placed on the x-axis and y-axis. The x-axis is defined as the placement of the sensor in a vertical position to the pipe, and the y-axis is defined as the placement of the sensor in a horizontal position to the pipe. Bump test on the x and y axes with the same position. The results of simulation and experimental data processing using the Fast Fourier Transform in the form of a vibration graph. In the bump test, the highest frequency occurred at 10 Hz, while the largest amplitude occurred at 15 m/s^2 .

Keywords: *vibration analysis, pipe, fast fourier transform, bump test.*



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
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. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. GETARAN	4
2.1.1. Amplitudo	6
2.1.2. Domain Waktu	6
2.1.3. Domain Frekuensi	6
2.1.4. Tipe Data Getaran	7
2.1.5. Pengukuran Getaran dengan Metode <i>Bump Test</i>	8
2.1.6. Model Matematik Fungsi Respon Frekuensi	9
2.2. FLUIDA	10
2.2.1. Klasifikasi Fluida	10
2.2.2. Sifat-sifat Fluida	12
2.3. ALIRAN FLUIDA	14
2.3.1. Aliran Laminer dan Turbulen	14
2.4. INSTALASI PERPIPAAN	15
2.4.1. Jenis Pembebanan Statis pada Pipa	16
2.4.2. Getaran Perpipaan	16

2.4.3. Respon Getaran	17
2.5. MODEL MATEMATIKA	18
BAB III METODOLOGI	21
3.1. DIAGRAM ALIR	21
3.1.1. Perumusan Masalah	22
3.1.2. Studi Literatur	22
3.1.3. Desain Alat Eksperimen dan Perakitan	22
3.1.4. Pengambilan Data	23
3.1.5. Pengolahan Data	23
3.1.6. Kesimpulan dan Saran	24
3.2. ALAT DAN BAHAN PENELITIAN	24
3.2.1. Instalasi Perpipaian	24
3.2.2. <i>Vibration Analyzer</i> dan Sensor Akselerometer	26
3.2.3. <i>Tachometer</i>	27
3.3. PROSEDUR UJI GETARAN DAN <i>BUMP TEST</i>	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. PENGUJIAN <i>BUMP TEST</i>	31
4.1.1. Sumbu X	31
4.1.2. Sumbu Y	32
4.2. PENGUJIAN ALIRAN	32
4.2.1. Pembukaan Katup 0 ⁰	33
4.2.2. Pembukaan Katup 30 ⁰	33
4.2.3. Pembukaan Katup 60 ⁰	34
4.3. SPEKTRUM AKSELERASI	34
4.3.1. Tanpa Penghalang	35
4.3.2. Dengan Penghalang	36
4.3.3. Dengan <i>Propeller</i>	37
4.3.4. Perbedaan <i>Propeller</i> dengan Penghalang	38
4.4. PUTARAN <i>PROPELLER</i>	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41

5.1. KESIMPULAN	41
5.2. SARAN	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Hubungan domain waktu dan domain frekuensi	7
Gambar 2.2.	Blok diagram dan FRF	10
Gambar 2.3.	Klasifikasi aliran fluida	11
Gambar 2.4.	Aliran laminar dan aliran turbulen	13
Gambar 2.5.	(a) Penggunaan <i>dye</i> (b) Guratan aliran	15
Gambar 2.6.	Instalasi perpipaan	15
Gambar 2.7.	Model matematik pin-pin pada pipa dengan aliran fluida	18
Gambar 2.8.	Gaya dan momen yang bekerja pada elemen (a) Fluida (b) Pipa	19
Gambar 3.1.	<i>Flowchart</i> pengerjaan penelitian	21
Gambar 3.2.	Desain instalasi pemipaan	22
Gambar 3.3.	Instalasi pemipaan	24
Gambar 3.4.	Turbin <i>propeller</i> sebagai penghalang	25
Gambar 3.5.	Palu karet	25
Gambar 3.6.	Ono Sokki CF-3600 dan sensor akselerometer	26
Gambar 3.7.	<i>Tachometer</i>	27
Gambar 3.8.	Penempatan sensor akselerometer	28
Gambar 3.9.	Data hasil FFT	29
Gambar 3.10.	Penempatan sensor akselerometer pada benda penghalang	29
Gambar 3.11.	Pengukuran RPM benda penghalang	30
Gambar 3.12.	Variasi bukaan sudut katup	30
Gambar 4.1.	Analisis FRF pada sumbu X	32
Gambar 4.2.	Analisis FRF pada sumbu Y	32
Gambar 4.3.	Analisis FFT akibat aliran dengan pembukaan katup 0°	33
Gambar 4.4.	Analisis FFT akibat aliran dengan pembukaan katup 30°	33
Gambar 4.5.	Analisis FFT akibat aliran dengan pembukaan katup 60°	34
Gambar 4.6.	Pengaruh aliran pada pipa tanpa penghalang	36
Gambar 4.7.	Pengaruh aliran pada pipa dengan <i>propeller</i>	37
Gambar 4.9.	Pengaruh aliran pada pipa dengan penghalang	38
Gambar 4.10	Putaran <i>propeller</i>	39