



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Metode dalam mendeteksi kebocoran	5
2.2. Pendeteksian kebocoran berbasis perangkat keras	6
2.2.1. Pendeteksian kebocoran dengan akustik	6
2.2.2. Sensor serat optik.....	9
2.2.3. Sensing tubes uap atau cair.....	10
2.3. Pendeteksian kebocoran berbasis perangkat lunak	11
2.3.1. Kesetimbangan massa-volume	11
2.3.2. Pemodelan real time transient.....	12
2.3.3. Negative pressure wave	12



2.3.4.	Analisis titik tekanan	12
2.4.	Potensi menentukan titik kebocoran	13
2.5.	<i>Pipeline integrity management</i> oleh Baker Hughes GE.....	15
2.6.	Usulan penelitian	16
BAB III LANDASAN TEORI		17
3.1.	Kategori kebocoran	17
3.2.	<i>Acceleration Transducer</i>	18
3.3.	<i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	19
3.4.	<i>Cross-Power Spectral Density (CPSD)</i>	20
3.5.	<i>Wavelet Transform (WT)</i>	21
3.6.	Hubungan amplitudo getaran dengan kebocoran.....	23
BAB IV METODE PENELITIAN		25
4.1.	Peralatan penelitian	25
4.2.	Tahap penelitian.....	26
4.2.1.	Pembuatan model penelitian	26
4.2.2.	Pengambilan data penelitian	27
4.2.3.	Pemrosesan sinyal vibrasi	28
4.2.4.	Perbandingan akurasi.....	30
4.2.5.	Penulisan laporan penelitian.....	30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		32
5.1.	Pemrosesan sinyal dengan <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	32
5.2.	Pemrosesan sinyal dengan <i>Cross-Power Spectral Density (CPSD)</i>	36
5.3.	Perbandingan sensitivitas <i>FFT</i> dengan <i>CPSD</i>	40
5.4.	Pemrosesan sinyal dengan <i>Wavelet Transform (WT)</i>	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		48
6.1.	Kesimpulan	48
6.2.	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....		50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi teknik pendeteksi kebocoran	4
Gambar 2.2	Pendeteksi kebocoran menggunakan sensor akustik	6
Gambar 2.3	Sinyal data akselerometer	7
Gambar 2.4	Skema spektrum sebaran cahaya dari sinyal yang merambat di serat optik	9
Gambar 2.5	Pendeteksi kebocoran dan lokasinya dengan vapor	10
Gambar 2.6	Estimasi lokasi kebocoran menggunakan perbedaan waktu	13
Gambar 2.7	Teknologi pendeteksi berdasarkan kondisi retakan (<i>crack</i>) pada pipa	16
Gambar 3.1	Akselerometer	17
Gambar 3.2	Transformasi Fourier	18
Gambar 3.3	<i>Typical Coherence Function</i>	20
Gambar 3.4	Transformasi waktu (a) Fourier transform, (b) STFT dan (c) wavelet transform	23
Gambar 3.5	Spektrum getaran harmonik pada laju alir dan rpm yang berbeda	24
Gambar 4.1	Model pengujian menggunakan akselerometer	25
Gambar 4.2	Contoh tampilan <i>FFT</i> dan <i>waveform</i>	27
Gambar 4.3	Metode dan perangkat lunak yang digunakan	28
Gambar 4.4	Diagram alir penelitian	29
Gambar 5.1	<i>FFT</i> Pompa P1 diukur dengan Akselerometer A1 dan A3 untuk kondisi <i>No-leak</i> dan <i>Leak</i>	30
Gambar 5.2	<i>FFT</i> Pompa P2 diukur dengan Akselerometer A1 dan A3 untuk kondisi <i>No-leak</i> dan <i>Leak</i>	32
Gambar 5.3	<i>FFT</i> Pompa P3 diukur dengan Akselerometer A1 dan A3 untuk kondisi <i>No-leak</i> dan <i>Leak</i>	33
Gambar 5.4.	Parameter konfigurasi <i>CPSD</i> di <i>NI LabVIEW 2018</i>	34
Gambar 5.5.	<i>CPSD</i> Pompa P1 diukur dengan Akselerometer A1 and A3 untuk kondisi <i>No-leak</i> dan <i>Leak</i>	35
Gambar 5.6.	<i>CPSD</i> Pompa P2 diukur dengan Akselerometer A1 and A3 untuk kondisi <i>No-leak</i> dan <i>Leak</i>	36
Gambar 5.7.	<i>CPSD</i> Pompa P3 diukur dengan Akselerometer A1 and A3 untuk kondisi <i>No-leak</i> dan <i>Leak</i>	37
Gambar 5.8	Wavemenu pada <i>MATLAB</i>	41
Gambar 5.9	Mode <i>full decompose</i> untuk kedua akselerometer A1 dan A3	42



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Skenario pengujian kebocoran pipa	26
Tabel 5.1	Puncak Amplitudo sinyal FFT dari Pompa P1	45
Tabel 5.2	Puncak Amplitudo sinyal FFT dari Pompa P2	45
Tabel 5.3	Puncak Amplitudo sinyal FFT dari Pompa P3	48
Tabel 5.4	Perbandingan <i>Fast Fourier Transform</i> dengan <i>Wavelet Transform</i>	51
Tabel 5.5	<i>Selection of Data dari Wavelet Properties</i> dari Pompa P1	43
Tabel 5.6	<i>Selection of Data dari Wavelet Properties</i> dari Pompa P2	43
Tabel 5.7	<i>Selection of Data dari Wavelet Properties</i> dari Pompa P3	44



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

<i>A</i>	Luas penampang area batang
<i>BCC</i>	<i>Basic Cross-Correlation</i>
<i>BPPSPAM</i>	Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum
<i>c(s)</i>	Faktor normalisasi
<i>CCF</i>	<i>Cross Correlation Function</i>
<i>CPSD</i>	<i>Cross-power Spectral Density</i>
<i>CPVC</i>	<i>Chlorinated Polyvinyl Chloride</i>
<i>CWT</i>	<i>Continuous Wavelet Transform</i>
<i>DWT</i>	<i>Discrete Wavelet Transform</i>
<i>EI</i>	<i>Kekakuan lentur</i>
<i>FFT</i>	<i>Fast Fourier Transform</i>
<i>g</i>	<i>Gravitasi</i>
γ	<i>Berat jenis batang</i>
<i>FSM</i>	<i>Fractional Spectral Moment</i>
<i>HDPE</i>	<i>High Density Polyethylene</i>
<i>mV</i>	<i>mili Volt</i>
<i>NRW</i>	<i>Non-Revenue Water</i>
<i>OTDR</i>	<i>Optical Time Domain Reflectometer</i>
<i>PVC</i>	<i>Polyvinil Chloride</i>
<i>RPJMN</i>	Rencana Program Jangka Menengah Nasional
<i>s</i>	Parameter skala terhadap waktu
<i>STFT</i>	<i>Short-time Fourier transform</i>
<i>t</i>	Waktu analisis
<i>TDE</i>	<i>Time Delay Estimation</i>
<i>TMR</i>	<i>Testing Measuring Recording</i>
<i>WT</i>	<i>Wavelet Transform</i>
<i>x</i>	Arah aksial
<i>y</i>	Arah radial