

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Asal getaran pada pompa sentrifugal dapat terjadi dari berbagai jenis sumber, termasuk gaya eksitasi hidrolis dan mekanis. Hal ini menyebabkan peningkatan tingkat getaran yang dapat menurunkan kinerja pompa dan menyebabkan kerusakan pada bagian pompa seperti impeler dan volute. Ini juga dapat menyebabkan penurunan umur bantalan pompa dan kegagalan *Seal*. Pengukuran getaran pada pompa sentrifugal dapat dimanfaatkan untuk beberapa aplikasi termasuk *quality control (QC)* dan *condition monitoring (CM)*. Sumber getaran hidrolis dan mekanis pada pompa sentrifugal terjadi sebagai akibat dari beberapa masalah. Ini terdiri dari masalah distribusi aliran berkecepatan tinggi, dan interaksi antara bagian yang berputar seperti impeller dan bagian yang diam seperti volute melalui putaran impeller di pompa terutama di daerah lidah volute. Selain itu, sumber getaran hidraulik pada pompa sentrifugal meliputi gaya *passing blade*, ketidakseimbangan hidraulik, aliran resirkulasi, kavitasi, ketidakstabilan sistem, *water hammer* dan sebagainya (Al-Obaidi, 2019).

Suatu mesin disebut ideal jika seluruh energi pada mesin tersebut dapat diubah menjadi kerja. Walaupun tidak ada suatu mesin yang dikatakan sebagai mesin yang ideal karena sebagian energi didalam mesin tersebut terbuang menjadi energi lain seperti getaran. Getaran dari mesin tersebut membentuk suatu sinyal yang dapat dideteksi oleh alat *vibration meter/ Analyzer*. Dari sinyal vibrasi inilah

dapat di analisa suatu kerusakan pada mesin. Seperti kerusakan yang terjadi pada Pompa (Abidin & Sujana, 2017).

Di industri, motor induksi merupakan komponen penting yang harus benar-benar dijaga keandalannya. Kerusakan *bearing* merupakan salah satu jenis kerusakan terbesar yang sering ditemui pada motor induksi. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan oleh *Electric Power Research Institute (EPRI)* hampir sekitar 41-44% kerusakan motor induksi terjadi pada *bearing*. Kerusakan *bearing* dapat menyebabkan terjadinya vibrasi, noise (bising), peningkatan suhu kerja, dan timbulnya bunga api yang dapat menyebabkan kerusakan pada bagian motor induksi yang lain. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *fast fourier transform* yang merupakan metode untuk menganalisis data spektrum, pada penelitian ini metode *fast fourier transform* digunakan untuk mendeteksi spektrum arus pada motor induksi (Abdulah, D.P.K, & Dewantara, 2019).

Pengaruh teknik analisis getaran seperti *Fast Fourier Transform (FFT)*, *Inverse Fast Fourier Transform (IFFT)* dan juga spektrogram untuk analisa gangguan *bearing* sangat penting untuk menentukan kegagalan mesin. Teknik ini efektif dengan sifat spektrum getaran yang diperoleh dari *bearing* pada mesin yang berputar. Untuk jenis pembebanan yang kompleks dan kondisi tidak merata yang diinduksi pada mesin berputar, teknik transformasi *fourier* dan spektrogram *invers* dapat dengan cepat memberikan informasi dalam pemahaman spektrum getaran dan memberikan perkiraan yang lebih efektif akar penyebab kerusakan *bearing* dengan parameter masing-masing seperti nilai *root mean square (rms)*/ rata-rata kuadrat,

kurtosis, dan kemiringan untuk mencegah kegagalan mesin (Khadersab & Dr.Shivakumar, 2018).

Kemampuan potensial dari teknik berbasis *time-domain vibration-based* untuk mendeteksi dan memantau kerusakan dari fenomena yang tidak diinginkan dalam sistem pemompaan, yang dapat diterapkan pada pengukuran panjang sinyal getaran dapat memungkinkan pemantauan kondisi gangguan pompa secara *real-time* dengan lebih akurat. Analisis spektral, berdasarkan *Fast Fourier Transform (FFT)* dari sinyal getaran, dilakukan untuk mengidentifikasi frekuensi dasar kerusakan pompa dengan mudah. Teknik analisis domain waktu kemudian diterapkan, yang bertujuan untuk mewujudkan deteksi kerusakan pompa secara *online* (Siano & Panza, 2018).

Di era sistem manufaktur yang fleksibel, *real-time Structural Health Monitoring (SHM)* sangat penting untuk proses pemesinan yang sangat relevan saat ini, ketika ada tuntutan konstan dalam produktivitas yang lebih baik melalui kualitas tinggi dengan harga murah. Dalam pemesinan, getaran/ vibrasi selalu muncul karena gangguan mekanis dari berbagai sumber seperti mesin, suara, dan kebisingan, dan lainnya. Sistem SHM memberikan manfaat ekonomi yang signifikan saat diterapkan pada peralatan mesin dan proses pemesinan. Studi ini mendemonstrasikan sistem non-contact SHM untuk peralatan mesin berdasarkan sinyal getaran yang dikumpulkan melalui sistem akuisisi data berbasis mikrokontroler berbiaya rendah. Sistem yang dikembangkan menghasilkan pengukuran yang cepat, memungkinkan pemantauan yang andal, dan hemat biaya tanpa perlu mengubah struktur peralatan mesin. Diharapkan bahwa sistem dapat memperingatkan operator untuk tindakan perawatan berbasis tepat waktu selain

mengurangi biaya waktu henti alat berat dan memperoleh peralatan dengan mengurangi kompleksitas peralatan mesin (Goyal & Pabla, 2016).

Berdasarkan pemaparan diatas penulis yakin dan percaya bahwa analisa vibrasi berbasis mikrokontroler dapat diaplikasikan melalui sistem akusisi data dengan kualitas baik serta harga yang murah dan dapat diaplikasikan untuk pembelajaran di persekolahan serta industri dengan syarat tertentu dalam rangka mencapai kompetensi yang baik.

## **1.2 Kebaruan Penelitian**

Sudah banyak penelitian yang mengkaji tentang kerusakan pompa menggunakan analisa vibrasi, namun setiap *rotating equipment* tentu memiliki karakteristik tersendiri terkait tema tersebut. Baik dari penyebab terjadinya vibrasi, faktor-faktor apa saja yang terlibat, tahapan yang dilalui selama pengukuran, hambatan yang dilalui, dan perbedaan kondisi lapangan. Selain itu, fokus masalah yang dikaji yakni terkait dengan permasalahan pada pompa *crude oil* (minyak mentah) yang berukuran cukup besar yakni 300 daya kuda/ *horse power (HP)* yang dalam forum belum banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu.

Penelitian yang dilakukan oleh Abidin & Sujana (2017) yang berjudul Deteksi Kerusakan Bearing Pada *Condensate Pump* Dengan Analisis Sinyal Vibrasi meneliti tentang kerusakan pada pompa *condensate* dengan membandingkan nilai vibrasi *bearing* normal dan bearing yang sudah mengalami kerusakan. Temuan dari peneliti yakni karakteristik kerusakam pada *bearing 6244/C3* adalah kerusakan *unbalance* dan *bearing defect*, kerusakan ini terdeteksi dikarenakan muncul sinyal *amplitude* tinggi pada 1xRPM dan ketidak harmonikan pada frekuensi tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Abdulah, D.P.K, & Dewantara (2019) yang berjudul Deteksi Kerusakan *Outer Race Bearing* Pada Motor Induksi Melalui Analisa Arus Stator Menggunakan Metode *Fast Fourier Transform* (FFT) menjelaskan bahwa metode *fast fourier transform* merupakan metode untuk menganalisis data spektrum, pada penelitian ini metode *fast fourier transform* digunakan untuk mendeteksi spektrum arus pada motor induks. Metode *fast fourier transform* yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan *outer race bearing* berhasil mendeteksi untuk kerusakan *outer race bearing*. Metode yang dilakukan oleh Muhammad Abduh tersebut dapat dijadikan pertimbangan oleh penulis dalam menganalisa kerusakan pompa minyak mentah yang berada di anjungan lepas pantai PT. Pertamina ONWJ yang dalam hal ini merupakan salah satu strategi ad hoc. Untuk itu dalam mengatasi persoalan kerusakan pompa minyak mentah yang saat ini hanya dilakukan pengukuran menggunakan *vibration meter* dapat ditingkatkan menjadi *vibration analyzer* yang rancang oleh penulis. Hal tersebut perlu dilakukan mengingat perlunya peningkatan kompetensi dalam menentukan kerusakan pompa.

Dalam penelitian ini lebih memfokuskan pada mencari tahu jenis kerusakan pompa yang terjadi sebelum pompa mengalami kerusakan lebih lanjut sesuai standard ISO 10816-7. Untuk lebih memperjelas pembaca dalam memahami keterkaitan jurnal dengan penelitian, maka penulis membuat tabel sebagai berikut:

Tabel 1.1 Matriks Jurnal Penelitian Terdahulu

No.	Judul, Penulis, Tahun, Publisher	Isi	Relevansi	Perbedaan
1	Deteksi Kerusakan	Suatu mesin dikatakan ideal	Jurnal ini memiliki	Penelitian oleh penulis lebih

	<p>Bearing Pada <i>Condensate Pump</i> Dengan Analisis Sinyal Vibrasi,</p> <p>Ganong Zainal Abidin, I Wayan Sujana, 2017,</p> <p>Jurnal <b>"FLYWHEEL"</b>, Volume 8, Nomor 1 - Institute Teknologi Malang</p>	<p>apabila seluruh energi dalam mesin tersebut dapat diubah menjadi kerja. Walaupun demikian tidak ada suatu mesin yang dikatakan sebagai mesin ideal karena sebagian energi dalam mesin terbuang menjadi energi bentuk lain seperti getaran. Getaran dari mesin tersebut membentuk sinyal yang dapat dideteksi oleh alat <i>Vibration Meter/Analyzer</i> untuk menghasilkan suatu sinyal vibrasi. Dari sinyal vibrasi inilah dapat di analisa suatu kerusakan pada mesin. Seperti kerusakan yang terjadi pada Pompa</p>	<p>relevansi dengan penelitian ini karena memiliki kesamaan fokus kajian yakni deteksi kerusakan pada pompa, khususnya terkait analisa sinyal vibrasi.</p>	<p>kepada rancang bangun alat deteksi vibrasi berbasis mikrokontroler yang lebih murah dan dengan alat tersebut dapat mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada pompa kapasitas besar di anjungan lepas pantai.</p>
2	<p>Deteksi Kerusakan <i>Outer Race Bearing</i> Pada Motor Induksi Melalui Analisa Arus Stator Menggunakan Metode <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>,</p> <p>Muhammad Abduh, Iradiratu D.P.K, Belly Yan Dewantara, 2019,</p> <p>Seniati - Institute</p>	<p>Kerusakan bearing merupakan salah satu jenis kerusakan terbesar yang sering ditemui pada motor induksi. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan oleh <i>Electric Power Research Institute (EPRI)</i> hampir sekitar 41-44% kerusakan motor induksi terjadi pada bearing. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode <i>fast fourier transform</i> yang merupakan metode untuk menganalisis data spektrum, pada</p>	<p>Jurnal ini relevan dengan penelitian karena sama-sama menggunakan metode <i>fast fourier transform (FFT)</i>, hanya saja peneliti fokus pada penelitian motor induksi dengan analisa kerusakan <i>bearing</i> menggunakan spektrum arus.</p>	<p>Penelitian yang penulis lakukan yakni mendeteksi kerusakan pompa menggunakan spektrum vibrasi yang dikhususkan melihat kerusakan pada pompa seperti <i>unbalance, misalignment, dan looseness</i>.</p>

	Teknologi Malang	penelitian ini metode <i>fast fourier transform</i> digunakan untuk mendeteksi spektrum arus pada motor induksi.		
--	------------------	--	--	--

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari “Perancangan Alat Deteksi Kerusakan Crude Oil Pump 300 Horse Power Berbasis Mikrokontroler dan Sensor *Accelerometer* dengan Analisa Sinyal Vibrasi Menggunakan Metode *Fast Fourier Transform (FFT)* di Anjungan Lepas Pantai PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ” adalah:

1. Membuat dan mengembangkan sensor *accelerometer* ADXL 345 berbasis mikrokontroler sehingga mampu membaca jenis sinyal vibrasi dari *Crude Oil Pump* di anjungan lepas pantai Foxtrot PT PHE ONWJ.
2. Meningkatkan kemampuan analisa kerusakan pada pompa *crude oil pump* di anjungan lepas pantai PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ yang sebelumnya menggunakan *vibration meter Benetech GM63A* yang hanya dapat mengukur nilai kecepatan vibrasi rata-rata kuadrat (rms) dari suatu benda, menjadi analisa vibrasi *time-domain vibration-based* menggunakan analisa frekuensi dengan metode *fast fourier transform*.

### 1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah penting dalam penyusunan penelitian ini. Didalam penyusunan penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode yang digunakan diantaranya adalah:

### 1.4.1 Analisa Penelitian

Analisa penelitian digunakan untuk mengetahui kerusakan pada pompa dengan analisa sinyal vibrasi menggunakan metode *fast fourier transform*, dengan menggunakan analisa ini peneliti dapat mengubah data vibrasi berbasis waktu menjadi data berbasis sinyal frekuensi, analisa penelitian dilakukan dalam tahapan sebagai berikut:

#### 1. Planning

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik maka diperlukan rencana penelitian yang baik pula. Penyusunan rencana dilakukan oleh peneliti sebelum melakukan tindakan. Rencana yang dapat dilakukan oleh peneliti dengan membuat rancangan dan menyiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan dalam penelitian.

#### 2. Analisis

Analisis kebutuhan dari rancangan bangun alat yang akan dibangun. Hasil analisis berupa data sinyal vibrasi. Sinyal vibrasi diolah oleh peneliti menjadi sinyal frekuensi menggunakan metode *fast fourier transform* sehingga dapat dianalisa suatu kerusakan pada pompa.

#### 3. Desain

Untuk mendapatkan deskripsi gambaran secara utuh mengenai rancang bangun yang akan peneliti buat dimulai dari perancangan sistem anatarmuka mikrokontroler, perangkat lunak, data, dan prosedural. Hasil perancangan berupa perangkat yang dapat melakukan pengukuran data sinyal vibrasi pada suatu mesin.

#### 4. Implementasi



Implementasi yang akan dilakukan oleh peneliti berupa pengujian fungsionalitas perangkat. Pengujian yang dilakukan berupa pengukuran data sinyal vibrasi pada pompa. Pengukuran ini diharapkan dapat membantu peneliti untuk menganalisa kerusakan pada pompa.

#### **1.4.2 Metode Pengumpulan Data**

Untuk penyusunan penelitian dan pembuatan alat yang direncanakan ini penulis membutuhkan data-data sebagai acuan untuk memperoleh hasil yang maksimal pada laporan akhir ini, untuk itu penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Metode *literature*

Yaitu studi atau mencari informasi atau mengambil materi dari buku *literature* yang berhubungan dengan perancangan alat baik dari perpustakaan, internet, maupun buku.

2. Observasi

Yaitu mengumpulkan data pengukuran vibrasi menggunakan alat yang penulis rancang sebagai media observasi.

3. Metode refrensi

Yaitu mencari berbagai informasi mengenai data yang dibutuhkan melalui *literature* yang ada hubungannya dalam masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini.

4. Metode konsultasi

Yaitu penulis mendapat bimbingan dari pembimbing berdasarkan penerapan teori yang diperoleh di perkuliahan, sehingga penulis akan lebih terarah dalam menyelesaikan penelitian ini.

## **1.5 Sistematika Pembahasan**

Sistematika pembahasan secara keseluruhan dalam penelitian ini terdiri dari 3 bagian yakni: Pertama, bagian formalitas yang terdiri dari: halaman judul, halaman pengesahan, halaman pernyataan keaslian tugas akhir, halaman persetujuan tugas akhir, kata pengantar, lembar abstraksi, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

Kedua, bagian isi terdiri dari 5 bab, yakni bab I tentang Pendahuluan. Bab ini terdiri dari beberapa sub bab, yaitu latar belakang masalah, kebaruan penelitian, maksud dan tujuan, metode penelitian, metode pengumpulan data, sistematika pembahasan, dan ruang lingkup. Hal ini dimaksudkan sebagai kerangka awal dalam mengantarkan isi pembahasan kepada bab selanjutnya.

Bab II berisi landasan teori tentang seluruh alat dan analisa yang akan digunakan. Dalam bab ini terdiri dari tujuh sub bab yakni analisa vibrasi, *accelerometer*, *fast fourier transform (FFT)*, mikrokontroler ESP32, perangkat lunak, TelemetryViewer, dan pompa *crude oil pump 300 HP*.

Bab III dalam tugas akhir ini berisi tentang metodologi penelitian yang akan mengkaji cara membuat alat dan bagaimana mendapatkan data dari alat tersebut.

Kemudian dilanjutkan bab IV tentang deskripsi dan analisa data serta pembahasan. Deskripsi dan analisa menerangkan data yang diambil sedangkan

pembahasan adalah hasil dari deskripsi dan analisis yang dipayungi oleh landasan teori.

Sebagai akhir pembahasan bagian kedua yaitu bab V yang berisi tentang penutup, yaitu meliputi kesimpulan dan saran.

Sementara itu bagian ketiga dalam penulisan penelitian ini ialah bagian yang berisi tentang daftar pustaka dan lampiran.

## **1.6 Ruang Lingkup**

Untuk menghindari meluasnya permasalahan dalam penelitian maka perlu adanya pembatasan masalah. Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perancangan alat pengukuran sinyal vibrasi menggunakan mikrokontroler dan sensor *accelerometer*.
2. Pengukuran data vibrasi pada pompa berbasis *time-domain vibration-based* dan dianalisa menggunakan metode *fast fourier transform* untuk mendeteksi kerusakan pada pompa *crude oil pump* di anjungan lepas pantai PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ.