

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Suatu mesin dikatakan ideal 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 *vibration meter/ Analyzer* untuk menghasilkan suatu sinyal vibrasi. Dari sinyal vibrasi inilah dapat di analisa suatu kerusakan pada mesin. Seperti kerusakan yang terjadi pada Pompa. ([Zainal Abidin, et al, 2017](#)).

Metode masa lalu yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan mesin adalah predictive maintenance (PdM), salah satu metode pemeliharaan yang didasarkan pada kondisi equipment yang sedang dicek. Caranya yaitu dengan operator harus turun ke lapangan untuk memeriksa kondisi mesin dengan menyentuh (touching) mesin secara langsung. Metode seperti ini kurang handal karena perlunya kondisi shutdown sehingga membutuhkan waktu dan biaya yang jauh lebih besar. Oleh karena itu untuk mengatasi salah satu permasalahan di atas dikembangkan metode untuk mendeteksi jenis kerusakan motor dari karakteristik sinyal getarannya. ([Devina Puspitasari, et al, 2016](#)).

Perawatan pompa pada suatu perusahaan memiliki peranan penting untuk tercapainya performasi kinerja peralatan yang optimal di suatu perusahaan. Gangguan-gangguan pada pompa seperti missalignment, unbalance, kavitasi,

kerusakan pada bearing, mechanical looseness, fluktuasi tekanan, dan gesekan (rubbing) merupakan beberapa jenis gangguan yang terjadi pada pompa dan kondisi tersebut menyebabkan timbulnya vibrasi pada pompa. (Muhammad Gatra Prawira, et al, 2018).

Analisa getaran merupakan salah satu faktor pendukung meminimalisir terjadinya getaran berlebih pada banyak keluhan mengenai hal tersebut, dikarenakan getaran yang sangat cepat melanda mesin-mesin industri sehingga mesin-mesin tersebut mengalami keausan mesin.

Analisa vibrasi sangat penting karena salah satu indikator yang baik untuk mendeteksi masalah mekanis untuk peralatan berputar (*Rotating Equipment*), karena getaran suatu mesin yang disebabkan oleh gaya berulang seperti ketidakseimbangan, *misalignment*, poros bengkok, kerusakan bantalan kelonggaran mekanik, *gear* aus, kavitasi dan resonansi. Mengukur suatu getaran mesin dibutuhkan suatu transducer getaran yang berfungsi untuk mengolah sinyal getaran menjadi sinyal lain, dalam hal ini sinyal listrik, transducer accelerometer umumnya mempunyai bentuk yang cukup kecil dan ringan, serta range temperature dan frekuensi kerjanya cukup lebar. Accelerometer merupakan sensor yang dapat digunakan sebagai system monitor getaran maupun untuk analisa getaran. Untuk membantu memperoleh hasil pengujian dari getaran yang sering terjadi pada mesin-mesin industri. (Levi Amanda Putra, 2016).

Data pengukuran vibrasi dapat digunakan untuk mengenali kerusakan yang terjadi pada motor. Identifikasi kerusakan motor dilakukan dengan menganalisis spektrum vibrasi yang memiliki karakteristik berbeda pada tiap jenis

kerusakan. Analisis vibrasi dapat dilakukan dalam domain waktu maupun dalam domain frekuensi. Analisis domain waktu memberikan gambaran fisik vibrasi yang asli namun secara praktis sulit dianalisis jika sinyal vibrasi kompleks. Sebaliknya dengan analisis domain frekuensi, amplitudo dan frekuensi spektrum vibrasi dapat diidentifikasi, sehingga diperoleh informasi yang lebih rinci untuk mengenali kerusakan motor. Salah satu metode untuk mengubah sinyal vibrasi dari domain waktu ke domain frekuensi adalah dengan Fast Fourier Transform (FFT). (Nirma Priatama, et al, 2014)

Spektrum getaran FFT merupakan metode yang sangat berguna untuk analisis getaran mesin. Jika ada masalah mesin, spektrum FFT memberikan informasi untuk membantu menentukan sumber dan penyebab masalah dan, dengan tren, berapa lama hingga masalahnya menjadi kritis. Spektrum FFT memungkinkan untuk menganalisis amplitudo getaran pada berbagai frekuensi komponen pada spektrum FFT. Dengan cara ini, dapat mengidentifikasi dan melacak getaran yang terjadi pada frekuensi tertentu. Karena masalah mesin tertentu menghasilkan getaran pada frekuensi tertentu, maka informasi ini dapat digunakan untuk mendiagnosis penyebab getaran berlebihan yang ada. (Evan Therelim, et al, 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. (Dr.Shivakumar S, et al, 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).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ganong Zainal Abidin dan I Wayan Sujana tahun 2017 tentang *Deteksi kerusakan bearing pada condensate pump dengan analisis sinyal vibrasi* dengan menggunakan alat vibrasi *CSI Analyzer 2130* diketahui bahwa Karakteristik kerusakan pada *bearing 6224/C3* adalah kerusakan unbalance dan bearing defect. Kerusakan ini terdeteksi dikarenakan muncul sinyal amplitude tinggi pada 1XRPM dan ketidak harmonikan pada frekuensi tinggi.

Hasil analisa dari kerusakan tersebut adalah munculnya nilai overall tinggi pada sisi peakvue, yaitu 3,491 G-s. Nilai yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan nilai vibrasi *bearing* normal yaitu 0,187 G-s.

Berdasarkan teori dan hasil penelitian di atas penulis akan menggunakan alat accelerometer ADXL345 untuk membaca, me-record, dan menganalisa data vibrasi pada *Condensate Booster Pump* milik PGE Area Karaha. Dari data yang didapatkan penulis berharap akan dapat mengetahui penyebab dominan dari masalah yang terjadi pada pompa tersebut, Hal ini menjadi latar belakang penulis menyusun skripsi ini, diharapkan alat tersebut mampu memberikan hasil yang memuaskan dan diaplikasikan secara *continue* diperusahaan.

1.2 Kebaharuan Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan oleh Abidin dan Sujana tahun 2017 tentang *Deteksi kerusakan bearing pada condensate pump dengan analisis sinyal vibrasi* dengan menggunakan alat vibrasi *CSI Analyzer 2130* diketahui bahwa Karakteristik kerusakan pada *bearing 6224/C3* adalah kerusakan *unbalance* dan *bearing defect*. Kerusakan ini terdeteksi dikarenakan muncul sinyal amplitude tinggi pada 1XRPM dan ketidak harmonikan pada frekuensi tinggi.

Hasil analisa dari kerusakan tersebut adalah munculnya nilai overall tinggi pada sisi peakvue, yaitu 3,491 G-s. Nilai yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan nilai vibrasi *bearing* normal yaitu 0,187 G-s.

Berikut beberapa penelitian yang menjadi referensi peneliti sebagai referensi:

Tabel 1.1 Jurnal Penelitian Terdahulu

No	Judul, Author, Tahun	Hasil penelitian	Pembaharuan
1.	DETEKSI KERUSAKAN BEARING PADA CONDENSATE PUMP DENGAN	Dari sinyal vibrasi yang di ukur menggunakan alat CSI Analyzer 2130 dapat di analisa suatu kerusakan pada mesin. Seperti kerusakan yang terjadi pada	Dari data pengukuran sensor ADXL 345 akan didapatkan data yang kemudian ditransformasikan dengan metode FFT

	<p>ANALISIS SINYAL VIBRASI</p> <p>Ganong Zainal Abidin, 2017</p>	<p>bantalan pompa kondensat. Dari penelitian ini didapatkan hasil analisa bahwa sinyal vibrasi pada bantalan dalam kondisi normal dan bantalan kondisi rusak sangat berbeda. Perbedaan tersebut terlihat pada bentuk sinyal spektrum dan waveform vibrasi. Selain itu nilai overall juga menunjukkan perbedaan pada kedua kondisi bantalan pompa kondensat. Nilai overall yang dihasilkan pada bantalanrusak yaitu sebesar 3,491 G-s pada sisi peakvue. Berbeda dengan bantalanpada kondisi normal dengan nilai</p>	<p>sehingga didapat waveform dan analisa jenis kerusakan pompa.</p>
2.	<p>Analisa kerusakan pompa sentrifugal P_01CC di PT Sulfindo Adiusaha menggunakan Tranducer Getaran Accelerometer.</p> <p>Levi Amanda Putra, 2016</p>	<p>Dilakukan pengukuran vibrasi pompa sentrifugal P_01CC menggunakan <i>Microlog Analyzer GX</i> Laporan operator nilai vibrasi adalah 3.96mm/s dan melebihi standar ISO 1816-3. Tranducer accelerometer digunsksn untuk monitor getaran.Hasil penelitian diketahui bahwa kerusakan berasal dari misalignment dan bantalan pada bagian pemisah ditandai dengan amplitude dominan pada 600 CPM (1xTFT) dan keruskan bola amplitude pada 6300 CPM (2xBSF)</p>	<p>Pengukuran dilakukan dengan accelerometer menggunakan alat yang akan dibuat peneliti yakni ADXL 345 dan ESP 32 yang harganya relatif lebih terjangkau.</p>

Novelty atau unsur keterbaruan yang akan menjadi fokus penulis dalam penelitian ini adalah tentang penggunaan alat baru (accelerometer ADXL345) yang akan dibuat oleh peneliti yang nantinya akan digunakan untuk membaca,

recording dan menganalisa data vibrasi yang akan digunakan pada salah satu pompa milik Pertamina.

Hal ini menjadi latar belakang penulis menyusun skripsi/penelitian ini dengan harapan mampu menyelesaikan apa yang menjadi penyebab dominan jenis kerusakan pada pompa tersebut dan harapan lebih lanjut alat tersebut mampu diaplikasikan secara *continue* diperusahaan.

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari “Perancangan Alat Deteksi Kerusakan *Condensate Booster Pump* berbasis mikrokontroler dan sensor *accelerometer* dengan analisa sinyal vibrasi menggunakan metode *Fast Fourier Transform (FFT)* di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Karaha” adalah:

1. Membuat dan mengembangkan sensor *accelerometer* ADXL 345 berbasis mikrokontroller sehingga mampu membaca jenis sinyal vibrasi dari *condensate booster pump*.
2. Dapat ditingkatkannya kemampuan menganalisa jenis kerusakan pada *condensate booster pump* berdasarkan *time-domain vibration-based* menggunakan analisa frekuensi *fast fourier transform*
3. Dapat dilakukan *predictive maintenance* berdasarkan analisa sinyal vibrasi secara *online condition monitoring* sehingga mampu mengurangi *downtime condensate booster pump*.

1.4 Metode Penelitian

Dalam penyusunan skripsi tentang rancang bangun alat dan analisisnya ini penulis menggunakan beberapa metode penelitian yakni :

1.4.1 Analisa Penelitian

Analisa dilakukan dengan pengidentifikasian jenis kerusakan pompa dengan cara mengukur dan mendeteksi jenis vibrasi pompa pada putaran dan kondisi rentang waktu tertentu yang ditransformasikan menjadi sinyal frekuensi dengan metode *Fast Fourier Transform*. Adapun langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Planning

Dilakukan perencanaan terhadap tema dan sasaran penelitian, pemilihan sensor yang tepat dan jenis analisa apa yang akan dilakukan sehingga tujuan dapat tercapai.

2. Analisis

Data vibrasi yang diperoleh dari *accelerometer* kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk sinyal frekuensi melalui metode *Fast Fourier Transform*. Dari data yang data yang didapatkan kemudian penulis mengidentifikasi jenis kerusakan pada pompa.

3. Desain

Untuk mendapatkan alat yang dapat melakukan pengukuran data sinyal vibrasi pada pompa, penulis melakukan pemilihan jenis sensor dan mikrokontroler, diagram rangkaian alat *acceleromotor*, perangkat lunak dan pemilihan bentuk pembacaan hasil pengukuran.

4. Implementasi

Alat yang telah dibuat kemudian diimplementasikan terhadap pompa yang diinginkan, yang kemudian untuk memperoleh berbagai data dilakukan pengaturan terhadap Variable Frekuensi Drive (VFD) pada pompa. Data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran terhadap maintenance yang perlu dilakukan.

1.4.2 Metode Pengumpulan data.

Dalam pelaksanaan penelitian tentunya dari hasil rancang bangun alat diperlukan pengumpulan data untuk nantinya dianalisa lebih lanjut, untuk itu penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data yakni sebagai berikut: 1. Observasi

Yaitu melakukan pengukuran secara langsung pada objek yang akan dianalisa serta record dan mendownload data dari alat ukur dirancang oleh penyusun untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan analisa.

2. Wawancara

Tahapan ini dilakukan dengan comparing data vibrasi alat yang dibuat dengan alat yang ada diperusahaan. Wawancara juga dilakukan untuk mengetahui historical pompa serta titik pengukuran vibrasi.

3. Studi Pustaka

Tahapan ini untuk mevalidasi data yang didapat dengan referensi/literature yang baku atau penelitian yang sudah ada. Study ini menjadi tolak ukur/parameter batasan hasil penelitian yang penyusun lakukan atau menjadi tolak ukur akurasi dari data yang penyusun dapatkan dari alat ukur yang penyusun buat.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistem penulisan yang digunakan dalam penulisan hasil penelitian ini

ialah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Berisi mengenai latar belakang masalah, pembaruan penelitian, maksud dan tujuan penelitian, metode penelitian, sistematika pembahasan dan ruang lingkup.

BAB II Dasar Teori

Berisi mengenai landasan teori dasar dan pendukung serta pengenalan terhadap penghubung seluruh kegiatan penelitian baik hardware maupun software.

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi mengenai tahap-tahap penelitian dan keseluruhan sistem kerja dari proses pengambilan data pada kipas hingga visualisasi data pengukuran.

BAB IV Pembahasan dan Analisa Data

Pada bab ini dibahas mengenai hasil pengukuran dari sensor accelerometer ADXL345 terhadap getaran pada condensate booster pump , serta analisa dengan FFT dari hasil visualisasi data pengukuran.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan sertasaran untuk penelitian yang bisa dikembangkan dari penelitian ini.

1.6 Ruang Lingkup

Sebagai batasan penlitian yang dibuat maka penyusun membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dianalisa. Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rancang bangun alat adalah menggunakan jenis sensor ADXL 345 dan mikrocontroller ESP 32 yang aplikasinya sebagai accelerometer pengukuran data vibrasi pompa.
2. Pengukuran alat dilakukan di wilayah kerja Pertamina Geothermal Energy Area Karaha, yakni pada *condensate booster pump*.
3. Pengukuran vibrasi menggunakan metode fast fourier transform untuk mendeteksi jenis kerusakan pada pompa