

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Suatu mesin dikatakan dalam keadaan ideal atau memiliki efisiensi 100% apabila seluruh energi yang diberikan ke dalam mesin tersebut dapat diubah menjadi kerja. Artinya, energi yang masuk ke dalam mesin secara keseluruhan terkonversi menjadi bentuk energi lain yang dapat dimanfaatkan. Walaupun demikian, tidak ada suatu mesinpun yang dibuat oleh manusia yang dikatakan sebagai mesin ideal sebab nyatanya, tidak semua energi yang diberikan pada suatu mesin dapat sepenuhnya dikonversikan menjadi kerja. Sejumlah energi yang tidak terkonversikan menjadi kerja tersebut kemudian dikatakan sebagai rugi-rugi mesin. Salah satu bentuk dari rugi-rugi mesin tersebut adalah berupa getaran mekanik. Adanya getaran mekanik yang dihasilkan suatu mesin dapat diakibatkan oleh kerja mesin yang dioperasikan pada kecepatan putaran yang tinggi.

Salah satu mesin yang sering kali dioperasikan pada kecepatan putaran tinggi sehingga frekuensi getaran selalu berubah-ubah adalah pompa. Pompa merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik poros menjadi energi spesifik (*head*) fluida. Elemen pompa pada umumnya menggunakan bantalan (*bearing*) untuk mendukung putaran poros. Dengan begitu, indikasi adanya kerusakan pada pompa dapat ditentukan dari frekuensi getaran yang dihasilkan oleh bantalan tersebut. Getaran atau vibrasi dari pompa akan membentuk sinyal yang dapat dideteksi oleh alat *vibration meter/analyzer* sehingga dihasilkan suatu sinyal vibrasi. Dari sinyal vibrasi inilah dapat dianalisis adanya kerusakan pada pompa. Vibrasi merupakan salah satu rugi mekanik yang tentunya diminimalisir dalam operasional pompa. Sehingga penyusun perlu memahami secara detail tentang vibrasi (Abidin, et al, 2017).

Vibrasi atau getaran adalah gerakan bolak-balik pada satu periode waktu tertentu. Getaran memiliki hubungan dengan gerak osilasi pada benda dan gaya yang memiliki hubungan dengan gerakan tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas pasti dapat bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (*engineering*) dapat mengalami getaran sampai derajat tertentu dan

rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya (Hidayat, 2017).

Dari rancangan sifat osilasi tersebut penyusun bisa lebih memahami cara untuk menganalisis vibrasi atau getaran. Dari pemahaman vibrasi ini tentunya akan didapatkan suatu analisis sinyal getaran sehingga mampu menciptakan penyelesaian permasalahan (*problem solving*) kerusakan pada *pond pump* KRH 5 di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Karaha.

Hasil penelitian tentang analisis sinyal getaran untuk menentukan jenis dan tingkat kerusakan bantalan bola (*ball bearing*) menunjukkan bahwa metode yang paling mutakhir untuk mendeteksi kerusakan pada bantalan tersebut adalah dengan mengukur karakteristik getarannya, baik dalam domain waktu maupun domain frekuensi dalam arah radial. Untuk mengetahui kerusakan bantalan pada motor induksi dilakukan tiga arah pengambilan data yaitu pada arah vertikal, horizontal dan aksial. Analisis getaran merupakan salah satu faktor pendukung untuk meminimalisir terjadinya getaran berlebih pada pompa. Di dunia industri, analisis getaran menjadi hal yang penting untuk dilakukan dikarenakan getaran yang sangat cepat pada mesin-mesin industri dapat menimbulkan keausan. Keausan mesin ini seringkali terjadi dalam jangka waktu yang cepat padahal perbaikan mesin selalu menggantikan suku cadang (*spare part*) lama dengan suku cadang baru. Tetapi mengapa getaran-getaran yang memberikan peringatan bahwa mesin dalam keadaan aus ini cepat menghampiri mesin padahal *spare part* selalu diganti baru jika ada kerusakan (Suhardjono, 2004)

Analisis vibrasi merupakan salah satu indikator yang baik untuk mendeteksi adanya masalah mekanis pada peralatan berputar (*rotating equipment*) yang disebabkan oleh gaya berulang seperti ketidakseimbangan, *misalignment*, poros bengkok, kerusakan bantalan, kelonggaran mekanik, *gear* aus, kavitasi dan resonansi. Untuk dapat 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 kecil dan ringan, serta

rentang temperatur dan frekuensi kerja yang cukup lebar. *Accelerometer* merupakan suatu sensor yang dapat digunakan sebagai sistem monitor getaran maupun untuk analisis getaran. Untuk membantu memperoleh hasil pengujian dari getaran yang sering terjadi pada mesin-mesin industri (Putra, 2016).

Pengaruh metode analisis getaran seperti *Fast Fourier Transform (FFT)*, *Inverse Fast Fourier Transform (IFFT)* dan juga spektrogram untuk analisis gangguan *bearing* sangat penting untuk menentukan kegagalan mesin. Metode ini efektif dengan sifat spektrum getaran yang diperoleh dari *bearing* pada mesin yang berputar. Untuk jenis pembebanan yang kompleks dan kondisi tidak merata yang diinduksikan pada mesin berputar, metode transformasi *fourier* dan spektrogram *invers* dapat dengan cepat memberikan informasi dalam pemahaman spektrum getaran dan memberikan perkiraan yang lebih efektif perihal 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).

Banyak penelitian atau jurnal yang meneliti vibrasi dan menganalisis jenis kerusakan pada pompa. Namun, analisis tersebut menggunakan alat yang mahal dan biasanya hanya berupa pembacaan nilai getaran apakah nilai vibrasi masih masuk *accepted criteria* atau tidak. Dari pemaparan di atas penulis yakin bahwa analisis vibrasi berbasis *microcontroller* dengan sensor ADXL 345 akan mampu menjawab analisis jenis vibrasi dengan harga alat yang jauh lebih terjangkau.

1.2 Kebaruan Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan oleh Abidin dan Sujana di tahun 2017 mengenai deteksi kerusakan bearing pada *condensate pump* dengan analisis sinyal vibrasi 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 dengan amplitudo tinggi pada 1XRPM dan ketidak harmonikan pada frekuensi tinggi. Hasil analisis 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 dijadikan referensi oleh peneliti:

Tabel 1. 1 Jurnal Penelitian Terdahulu

No	Judul, Author, Tahun	Hasil penelitian	Pembaharuan
1.	Analisis kerusakan pompa sentrifugal P_01CC di PT. Sulfindo Adiusaha menggunakan <i>Tranducer Getaran Accelerometer</i> . Levi Amanda Putra, 2016	Dilakukan pengukuran vibrasi pompa sentrifugal P_01CC menggunakan <i>Microlog Analyzer GX</i> . Laporan operator nilai vibrasi adalah 3.96 mm/s dan melebihi standar ISO 1816-3. <i>Tranducer accelerometer</i> digunakan untuk monitor getaran. Hasil penelitian diketahui bahwa kerusakan berasal dari <i>misalignment</i> dan bantalan pada bagian pemisah ditandai dengan amplitudo dominan pada 600 CPM (1xTFT) dan kerusakan bola amplitudo pada 6300 CPM (2xBSF)	Pengukuran dilakukan dengan <i>accelerometer</i> menggunakan alat yang akan dibuat peneliti yakni ADXL 345 dan ESP 32 yang harganya relatif lebih terjangkau.
2.	Deteksi Kerusakan <i>Bearing</i> Pada <i>Condensate Pump</i> dengan Analisis Sinyal Vibrasi Ganong Zainal Abidin, 2017	Dari sinyal vibrasi yang di ukur menggunakan alat <i>CSI Analyzer 2130</i> dapat di analisis suatu kerusakan pada mesin, seperti kerusakan yang terjadi pada bantalan pompa kondensat. Dari penelitian ini didapatkan hasil analisis bahwa sinyal vibrasi pada bantalan dalam kondisi normal dan bantalan pada kondisi rusak sangat berbeda. Perbedaan tersebut terlihat pada bentuk sinyal spektrum dan <i>waveform</i> vibrasi. Selain itu nilai <i>overall</i> juga menunjukkan perbedaan pada kedua	Dari data pengukuran sensor ADXL 345 akan didapatkan data yang kemudian ditransformasikan dengan metode FFT sehingga didapat <i>waveform</i> dan analisis jenis kerusakan pompa.

		kondisi bantalan pompa kondensat. Nilai <i>overall</i> yang dihasilkan pada bantalan yang rusak adalah sebesar 3,491 G-s pada sisi <i>peakvue</i> . Berbeda dengan bantalan pada kondisi normal dengan nilai 0.81 G-s	
--	--	---	--

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, merekam dan menganalisis data vibrasi yang akan digunakan pada salah satu pompa milik PT. Pertamina Geothermal Energy Area Karaha.

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 berkelanjutan di perusahaan.

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah:

1. Membuat dan mengembangkan sensor *accelerometer* ADXL 345 berbasis mikrokontroller sehingga mampu membaca jenis sinyal vibrasi pada *pond pump* KRH-5.
2. Meningkatkan kemampuan analisis jenis kerusakan pada *pond pump* KRH-5 berdasarkan sinyal vibrasi yang sebelumnya menggunakan *vibscanner* yang hanya dapat mengukur nilai kecepatan vibrasi rata-rata kuadrat (rms) dari suatu benda, menjadi analisis vibrasi *time domain vibration based* menggunakan analisis frekuensi *fast fourier transform*
3. Mampu melakukan *predictive maintenance* berdasarkan analisis sinyal vibrasi secara *online condition monitoring* sehingga mampu mengurangi *downtime pond pump* KRH-5

1.4 Metode Penelitian

Dalam penyusunan skripsi tentang rancang bangun alat dan pengaplikasiannya pada *pond pump* KRH-5 serta analisis hasil vibrasinya, penulis menggunakan beberapa metode penelitian yaitu:

1.4.1 Analisis Penelitian

Pada analisis penelitian ini penyusun merancang alat yang mampu mendeteksi jenis vibrasi pompa pada rpm dan kondisi atau rentang waktu tertentu yang ditransformasikan kedalam sinyal frekuensi dengan metode *fast fourier transform* sehingga penyusun mampu mengetahui jenis kerusakan apa yang terdapat pada pompa tersebut. Secara terperinci analisis ini penyusun *breakdown* ke dalam beberapa tahap yakni sebagai berikut:

1. Perencanaan

Pada tahapan ini ditentukan tujuan penyusunan, tema dan sasaran penelitian yang direncanakan dengan baik. Pemilihan instrumen sensor juga dipertimbangkan serta jenis analisis apa yang digunakan sehingga sasaran penelitian tercapai.

2. Analisis

Tahapan analisis dipilih setelah tahapan perencanaan dilaksanakan dengan baik. Pemilihan analisis sinyal vibrasi yang didapatkan dari *accelerometer* yang kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk sinyal frekuensi melalui metode *fast fourier transform*. Sehingga dari analisis ini penyusun mampu mengidentifikasi jenis kerusakan pada pompa.

3. Desain

Dalam proses rancang bangun alat maka tahapan desain merupakan hal yang sangat penting. Desain alat deteksi vibrasi yang akan peneliti buat dimulai dari pemilihan jenis sensor dan mikrokontroler, *wiring diagram* rangkaian alat *accelerometer*, pengaturan perangkat lunak (*coding*) dan bentuk pembacaan hasil pengukuran. Hasil desain tersebut pada akhirnya mampu menyajikan data analisis bagi peneliti dalam bentuk *soft file*.

4. Implementasi

Implementasi dilakukan tentunya untuk menguji efektifitas dan fungsi dari alat yang dibuat. Pengujian dilakukan terhadap pompa dengan pengaturan *variable frequency drive* (VFD) yang berbeda dari pompa sehingga peneliti mampu menyimpulkan jenis pemeliharaan (*maintenance*) yang diperlukan pada pompa tersebut.

1.4.2 Metode Pengumpulan data.

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

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengukuran secara langsung pada objek yang akan dianalisis serta melakukan perekaman dan mengunduhan data dari alat ukur yang dirancang oleh penyusun untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan analisis.

2. Wawancara

Tahapan ini dilakukan dengan membandingkan data vibrasi alat yang dibuat dengan alat yang sudah terdapat di perusahaan. Wawancara juga dilakukan untuk mengetahui *historical* pompa serta titik pengukuran vibrasi.

3. Studi pustaka

Tahapan ini dilakukan dengan tujuan untuk memvalidasi data yang didapat dengan referensi atau literatur yang baku atau penelitian yang sudah ada. Studi ini menjadi tolak ukur 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

Sistematika 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 pembahasan.

BAB II Dasar Teori

Berisi mengenai landasan teori dasar dan pendukung serta pengenalan terhadap penghubung seluruh kegiatan penelitian baik perangkat keras maupun perangkat lunaknya.

BAB III Metodologi Penelitian

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

BAB IV Pembahasan dan Analisis Data

Pada bab ini dibahas mengenai hasil pengukuran dari sensor *accelerometer* ADXL345 terhadap getaran pada *pond pump* KRH-5 , serta analisis dengan FFT dari hasil visualisasi data pengukuran.

BAB V Penutup

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

1.6 Ruang Lingkup

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

1. Rancang bangun alat adalah menggunakan jenis sensor ADXL345 aplikasinya sebagai *accelerometer* dan *microcontroller* ESP32 untuk pengukuran data vibrasi pompa.
2. Pengukuran alat dilakukan di wilayah kerja PT. Pertamina Geothermal Energy Area Karaha, yakni pada peralatan *pond pump* KRH-5.
3. Pengukuran vibrasi menggunakan metode *fast fourier transform* untuk mendeteksi jenis kerusakan pada pompa.