

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi energi listrik di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan menipisnya cadangan fosil, sehingga perlu adanya energi terbarukan. Energi terbarukan dengan sumber melimpah di Indonesia adalah dengan memanfaatkan energi angin. Angin merupakan sumber daya terbarukan yang tidak menimbulkan gas buang sehingga tidak menimbulkan efek rumah kaca. Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai sumber angin melimpah dengan jumlah pulau 17.500 dan garis pantai sepanjang 81.290 km dan berada di daerah iklim tropis sehingga dilewati angin muson tiap musimnya.

Salah satu yang telah dilakukan Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (LAPAN) di 20 daerah. Kecepatan angin rata-rata tahunan di Indonesia menyentuh angka 3–4 meter per detik. Namun, hanya beberapa daerah yang memiliki energi angin potensial antara lain; Sulawesi Selatan, pantai Selatan Jawa, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan kecepatan angin lebih dari 5 meter per detik, diperkirakan keseluruhan potensi energi angin di Indonesia sekitar 9,29 GW dengan kapasitas terpasang sekitar 2 MW (Lesmana dkk, 2012).

Turbin angin adalah salah satu mesin konversi energi yang merubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik pada porosnya. Turbin angin di bedakan menjadi dua jenis yaitu turbin angin poros horizontal dan turbin angin poros vertikal. Turbin angin poros vertikal tipe savonius memiliki kemampuan self-starting yang bagus sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari turbin angin. Turbin angin savonius cocok untuk kondisi di Indonesia. Secara umum turbin angin savonius hanya memanfaatkan gaya dorong dari angin, sehingga semakin besar gaya dorong, maka efisiensi turbin juga semakin besar.

Turbin angin sering mengalami kerusakan yang disebabkan oleh cuaca ekstrim. Kerusakan yang terjadi pada turbin angin dipengaruhi oleh *gear*, *downtime* komponen, *gearbox*, dan kerusakan pada bantalan. Bantalan pada kincir angin adalah salah satu komponen yang berperan sangat penting dalam kelancaran putaran poros. Bantalan berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros baik berupa beban radial maupun aksial. Jika pada bantalan mengalami cacat sehingga akan berpengaruh terhadap kinerja kincir angin, bahkan dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen yang lainnya. Cacat pada bantalan dapat terjadi dibagian lintasan dalam, lintasan luar, bola dan sangkar. Dengan demikian kondisi bantalan ini harus senantiasa dipantau untuk menjaga kondisi kincir angin agar tetap baik dan optimal.

Salah satu metode yang banyak dilakukan untuk mendeteksi kerusakan bantalan adalah metode berbasis sinyal getaran. Suhardjono (2005) meneliti tentang analisis sinyal getaran untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan bantalan bola. Metode yang digunakan adalah mengukur karakteristik getarannya baik dalam domain waktu maupun domain frekuensi yang terjadi pada arah radial. Percobaan ini untuk mempelajari metode spektrum getaran akibat kerusakan bantalan bola dengan menggunakan mesin gerinda bangku dan mengganti beberapa jenis bantalan yang sengaja dirusak. Hasil pengukuran pada bantalan cacat akan menghasilkan sinyal getaran yang berbentuk stokastik (random). Secara teoritik frekuensi cacat bantalan pada *Ball Pass Frequency Inner Race* (BPFI) sebesar 240,3 Hz, sedangkan hasil pengukuran didapat 242 Hz, nilai ini merupakan frekuensi harmonic dari $1 \times \text{BPFI}$. Sedangkan hasil pengukuran secara teoritik frekuensi cacat bantalan pada *Ball Pass Frequency Outer Race* (BPFO) sebesar 157,33 Hz, dan hasil pengukuran didapat 159 Hz, frekuensi ini merupakan harmonic $1 \times \text{BPFO}$. Masing-masing frekuensi ini mengindikasikan bahwa adanya cacat yang terjadi pada bantalan bola di bagian lintasan luar dan lintasan dalam.

Penelitian menggunakan sinyal getaran juga dilakukan oleh Susilo (2008) namun metode yang diterapkan menggunakan domain waktu. Analisa dengan menggunakan metode sinyal getaran dapat mendeteksi kerusakan tanpa melakukan

pembongkaran pompa. Indikasi kerusakan dapat dilihat dari peningkatan dan penurunan nilai amplitudo.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Abidin (2017) melakukan penelitian deteksi kerusakan bantalan pada *condansate pump* dengan analisis sinyal vibrasi, dari sinyal vibrasi inilah dapat dianalisa suatu kerusakan pada mesin, seperti kerusakan yang terjadi pada 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. Hasil analisa dari kerusakan bantalan 6224/C3 adalah munculnya nilai *overall* yang dihasilkan pada bantalan rusak yaitu sebesar 3,491 G-s pada sisi *bearing*. Berbeda dengan bantalan pada kondisi normal dengan nilai *overall* sebesar 0,187 G-s. Nilai *overall* bantalan rusak sudah melampaui batas baik vibrasi yaitu 1,80 G-s. Kerusakan ini terdeteksi dikarenakan muncul sinyal amplitudo tinggi 1xRPM dan ketidak harmonisan pada frekuensi tinggi.

Dari penelitian yang sudah dilakukan, analisis spektrum terbukti mampu mendeteksi cacat atau rusak bantalan pada berbagai jenis mesin namun memiliki kelemahan yang tidak dapat mendeteksi amplitudo frekuensi dengan jelas pada cacat bantalan terutama pada cacat tahap awal, karena pada frekuensi cacat bantalan bisa tertutup oleh amplitudo dari frekuensi yang lain. Pada umumnya salah satu cara menghilangkan kekurangan itu adalah menghilangkan amplitudo yang besar di frekuensi rendah dengan menggunakan filter yaitu *high-pass filter*. Dimana, *high-pass filter* adalah teknik pengolahan sinyal dari analisis *envelope* (Girdhar and Scheffer, 2004).

Analisis *envelope* adalah metode yang difokuskan pada suatu wilayah spectrum untuk menghilangkan frekuensi rendah. Dalam analisis ini teknik yang dapat menghasilkan suatu dampak periodic kebisingan acak secara termodulasi dari bantalan cacat. Proses ini akan difokuskan untuk menghilangkan amplitudo besar di frekuensi rendah yang tertutup oleh frekuensi-frekuensi dari komponen yang bukan dimonitor (Patidar and Soni, 2013).

Berdasarkan uraian diatas penelitian tentang metode deteksi cacat bantalan turbin angin masih jarang dilakukan. Secara umum deteksi cacat bantalan bola biasa dilakukan dengan menggunakan metode analisis spektrum. Namun, analisis spektrum mempunyai kekurangan dalam mendeteksi cacat bantalan pada tahap awal. Oleh karena itu, dalam penelitian metode deteksi cacat bantalan menggunakan metode analisis spektrum *envelope* yang lebih peka dalam mengidentifikasi amplitudo rendah yang berasal dari cacat bantalan tahap awal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pentingnya peran bantalan pada turbin angin seperti yang telah dijelaskan pada latar belakang di atas. Maka diperlukan sebuah metode untuk mendeteksi cacat bantalan bola pada turbin angin sebelum menjalar kekomponen yang lain. Adapun beberapa rumusan masalah yang dapat ditarik pada penelitian ini, yaitu Bagaimana mendeteksi cacat bantalan di bagian elemen bola pada turbin angin dengan menggunakan spektrum getaran dan spektrum envelope?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang telah dirumuskan, maka dibuat batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, antara lain:

- a. Penelitian ini hanya mendeteksi cacat bantalan pada turbin angin.
- b. Turbin angin menggunakan jenis bantalan bola *Self Aligning Double Row* dengan model TAM, Seri 1208K.
- c. Pengujian cacat bantalan di bagian elemen bola dilakukan secara terpisah.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan yang dilakukan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendeteksi tahap awal cacat bantalan elemen bola menggunakan metode spektrum getaran.

- b. Mendeteksi tahap awal cacat bantalan menggunakan metode analisis spektrum *envelope*.
- c. Membandingkan hasil spektrum getaran dengan metode analisis spektrum *envelope*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan pengetahuan hasil frekuensi untuk mendeteksi cacat bantalan di bagian elemen bola pada turbin angin dengan menggunakan spektrum getaran.
- b. Memberikan pengetahuan perubahan amplitudo spektrum getaran yang dihasilkan oleh cacat bantalan di bagian elemen bola pada turbin angin dengan menerapkan analisis spektrum *envelope*.