

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Angin sebagai sumber energi yang sangat melimpah merupakan sumber energi yang terbarukan dan tidak menyebabkan polusi udara karena tidak menghasilkan gas buang yang dapat menyebabkan efek rumah kaca. Selain itu, pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di mana-mana, baik di daerah landai maupun dataran tinggi. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki kurang lebih 17.000 pulau dengan panjang garis pantai lebih dari 81.290 km dan berada di daerah tropis yang dilewati angin muson pada tiap musimnya. Secara umum, pemanfaatan tenaga angin di Indonesia memang kurang mendapat perhatian. Sampai tahun 2004, kapasitas terpasang dari pemanfaatan tenaga angin hanya mencapai 0,5 MW dari 9,29 GW potensi yang ada (Daryanto, 2007).

Wilayah Sulawesi dan Maluku terletak di kawasan Timur Indonesia yang memiliki ratusan pulau kecil yang sebagian besar berpenduduk. Dengan berkembangnya zaman, kebutuhan listrik di daerah tersebut semakin melonjak tinggi. Upaya pengembangan pembangkit listrik dengan sumber energi alternatif ramah lingkungan menjadi suatu hal yang penting. Daerah-daerah yang mempunyai potensi sumber energi angin di wilayah Sulawesi adalah Toli-toli, Kayuwatu, Majene, Makassar, Gorontalo, Kendari, dan Naha. Sedangkan di wilayah Maluku potensi sumber energi angin terdapat pada daerah Tual, Saumlaki, Bandaneira, Ambon, dan Ternate yang bisa dilihat dengan menggunakan data kecepatan dan arah angin harian periode tahun 2003-2008. Dari hasil analisa dapat disarankan 4 daerah yang berpotensi untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga angin yaitu di Tual, Naha, Saumlaki, dan Bandaneira dengan potensi energi angin berkisar antara 3455,8 s/d 11861,4 Watt day/tahun. Dari keempat daerah tersebut, Tual merupakan lokasi yang paling berpotensi untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga angin (Habibie dkk, 2011).

Salah satu pemanfaatan energi angin adalah dengan menggunakan turbin angin. Turbin angin ini bisa mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik dengan menggunakan generator. Turbin angin yang sudah banyak digunakan pada

umumnya adalah turbin angin sumbu horizontal, dimana pada proses penggunaannya memerlukan aliran angin yang searah dan berkecepatan tinggi dengan turbin angin. Pada turbin angin sumbu horizontal pemanfaatannya harus diarahkan sesuai dengan arah angin yang paling tinggi kecepatannya (Karwono, 2008).

Namun turbin angin seringkali mengalami kerusakan dikarenakan tekanan angin yang besar yang diterima secara terus menerus. Kerusakan yang terjadi pada kincir angin dapat berupa kerusakan pada *gear*, *unbalance*, dan kerusakan pada bantalan. Bantalan (*bearing*) pada kincir angin merupakan salah satu komponen yang berperan sangat penting dalam kelancaran putaran poros. Bantalan juga berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros baik berupa beban radial maupun aksial. Jika bantalan mengalami cacat maka 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.

Setiap pemantauan kondisi bantalan mempunyai hasil data yang berbeda-beda. Jika bantalan dalam kondisi normal, frekuensi cacat bantalan tidak terlihat sedangkan jika bantalan dalam kondisi rusak/cacat, frekuensi cacat bantalan akan muncul sesuai dengan lokasi cacat. Ada beberapa metode analisis yang digunakan dalam deteksi kerusakan bantalan seperti *frequency domain*, *time domain* dan *envelope analysis* (Susilo, 2009).

Sudah banyak penelitian-penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada bantalan. Seperti yang dilakukan oleh (Suhardjono, 2004)), tentang analisis sinyal getaran untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan bantalan bola (*ball bearing*). Metode yang digunakan adalah dengan mengukur karakteristik getarannya baik dalam domain waktu maupun domain frekuensi yang terjadi pada arah radial. Percobaan untuk mengetahui dan mempelajari spektrum getaran akibat kerusakan bantalan bola ini dilakukan pada mesin gerinda bangku dengan 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 harmonik dari 1xBPFI. 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 harmonik dari 1xBPFO. Masing-masing frekuensi ini mengindikasikan bahwa adanya cacat yang terjadi pada bantalan bola dibagian lintasan luar dan lintasan dalam.

Susilo (2009) meneliti tentang pemantauan kondisi mesin berdasarkan sinyal getaran dengan melakukan pengujian antara bantalan baik dan cacat pada lintasan dalam dan cacat bola dengan metode analisis domain waktu dan domain frekuensi. Hasil yang didapat menunjukkan amplitude getaran yang tinggi pada frekuensi 435 Hz dan 187,5 Hz. Dua frekuensi ini merupakan 4 x BPFI dan 4 x BSF. Kenaikan amplitude pada *frequency harmonic* ini mengindikasikan adanya cacat yang terjadi pada lintasan dalam dan bola pada bantalan. Hal ini sesuai dengan keadaan bantalan setelah dibongkar. Namun metode spektrum mempunyai kelemahan yaitu kemungkinan tertutupnya frekuensi bantalan yang akan dianalisis dengan frekuensi dari getaran komponen yang lain. Untuk menghindari kemungkinan tertutupnya frekuensi yang akan dianalisis maka dalam penelitian ini diusulkan penggunaan analisis *envelope* untuk mendeteksi frekuensi cacat bantalan dan melakukan demonstrasi ulang kelebihan analisis *envelope* dibandingkan analisis spektrum. Analisis *envelope* adalah teknik terkenal untuk mengekstrak dampak periodik dari sinyal getaran mesin. Metode ini dapat mengekstrak dampak dengan energi yang sangat rendah dan yang tersembunyi oleh sinyal getaran lain. Maka digunakan metode yang lebih akurat yaitu metode *envelope*.

Analisis *envelope* (*envelope analysis*) adalah metode yang difokuskan pada wilayah spektrum untuk menghilangkan frekuensi yang rendah. Analisis ini merupakan teknik yang dapat menghasilkan dampak periodik kebisingan acak termodulasi dari bantalan cacat. Proses ini akan menghilangkan amplitudo besar

di frekuensi rendah yang tertutup oleh frekuensi-frekuensi dari komponen yang bukan dimonitor (Patidar dan Soni, 2013). Salah satu cara menghilangkan kelemahan itu adalah menghilangkan amplitudo yang besar di frekuensi rendah dengan menggunakan filter yaitu *high-pass filter*. Dimana, *high-pass filter* merupakan teknik pengolahan sinyal dari analisis envelope yang telah banyak digunakan pada analisis kerusakan bantalan dan *gearboxes* (Girdhar, 2004).

Berdasarkan uraian di atas deteksi kerusakan bantalan bola dapat dilakukan dengan menggunakan metode analisis spektrum. Namun, analisis spektrum mempunyai kekurangan-kekurangan yang berpotensi mengurangi akurasi analisis. Selain itu, penelitian tentang rusak jamak pada bantalan, terutama terjadi pada bantalan yang rusaknya masih pada level dini sangat jarang dilakukan. Serta belum banyak penelitian tentang rusak bantalan pada kincir angin *horizontal axis wind*. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode analisis envelope untuk mendeteksi rusak jamak (*multi-faults*) bantalan di level dini pada turbin angin *horizontal axis wind*. Objek penelitian adalah bantalan bola jenis *Self Aligning Double Row* kondisi normal dan kondisi cacat. Bantalan rusak jamak (*multi-faults*) di deteksi dengan mengidentifikasi pada amplitudo frekuensi bantalan rusak pada spektrum *envelope*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas, adapun rumusan masalah yang harus dipecahkan pada penelitian kerusakan bantalan pada kincir angin *horizontal axis* diantaranya adalah :

- a. bagaimana mendeteksi bantalan rusak jamak (*multi-faults*) level dini di bagian lintasan dalam dan lintasan luar pada kincir angin *horizontal axis wind* dengan menggunakan spektrum getaran?
- b. bagaimana perubahan amplitudo spektrum getaran yang dihasilkan oleh bantalan cacat di bagian lintasan dalam dan lintasan luar pada kincir angin *horizontal axis wind* dengan menerapkan analisis *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 rusak bantalan pada kincir angin *horizontal axis*.
- b. pengujian rusak bantalan di bagian lintasan dalam dan lintasan luar dilakukan secara bersamaan.
- c. Pengujian ini hanya dilakukan pada bantalan bola *double rows* dan jenis bantalan bola yang digunakan adalah *Self Aligning Double Row* dengan model 1208K TAM.
- d. tidak membahas perancangan dan pembuatan kincir angin *horizontal axis*.

1.4. Tujuan Penelitian

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

- a. mendeteksi rusak jamak (multi-faults) bantalan pada kincir angin *horizontal axis* menggunakan spektrum getaran.
- b. menerapkan analisis envelope untuk bantalan rusak jamak (multi-faults) dibagian lintasan dalam dan lintasan luar pada kincir angin *horizontal axis*.
- c. membandingkan spektrum getaran dengan hasil spektrum envelope pada kincir angin *horizontal axis*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. memberikan pengetahuan hasil frekuensi untuk mendeteksi cacat bantalan di bagian lintasan dalam dan lintasan luar pada kincir angin *horizontal axis* dengan menggunakan spektrum getaran.
- b. memberikan pengetahuan perubahan amplitudo spektrum getaran yang dihasilkan oleh bantalan cacat di bagian lintasan dalam dan lintasan luar pada kincir angin *horizontal axis* dengan menerapkan analisis envelope.