

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri, mesin rotari merupakan bagian yang sangat penting dalam proses produksi dan bantalan (*bearing*) mempunyai peran penting dalam menjaga performa mesin tersebut. Bantalan berfungsi sebagai penumpu sebuah poros agar poros dapat berputar pada sumbu poros tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Rusaknya bantalan akan berakibat fatal pada kinerja mesin seperti menurunnya kinerja mesin, berhentinya mesin beroperasi, menurunnya jumlah produksi dan membengkaknya biaya perawatan. Oleh karena itu penting menjaga bantalan tetap dalam kondisi baik. Potensi kerusakan yang muncul pada bantalan antara lain seperti keausan dini, goresan dan keausan berlebih pada permukaan dan pembengkokan bantalan yang dapat memperpendek usia bantalan (Kogelhar, 2010). Keausan dini pada bantalan yang disebabkan karena kontaminasi mencakup 14%, goresan dan keausan berlebih pada permukaan yang disebabkan karena pelumasan yang kurang tepat sebesar 36% dan kelebihan beban sebesar 34% sedangkan pembengkokan bantalan yang disebabkan karena teknik pemasangan yang kurang benar adalah 16%.

Bantalan *double row* adalah jenis bantalan yang mempunyai dua baris bola, setiap baris mempunyai alur masing-masing pada bagian *inner race*. Pada umumnya terdapat alur bola pada *outer race*. Bantalan *double row* ini banyak digunakan untuk mesin putar yang mempunyai poros panjang, karena poros yang panjang sangat rawan terhadap masalah poros tak sejajar (*misalignment*). Masalah diatas dapat diminimalisir dengan bantalan *double row* karena bantalan *double row* mempunyai kelebihan pada bagian *inner race* yang mampu bergerak sendiri untuk menyesuaikan posisinya.

CBM (*Condition Based Maintenance*) merupakan teknik perawatan yang paling efektif dalam memantau kondisi bantalan dan banyak digunakan karena lebih efisien. Ada beberapa metode yang digunakan CBM dalam memantau kondisi bantalan seperti, *Vibration monitoring*, *acoustic monitoring*, *electric*

current monitoring, *lubricant condition* dll. *Vibration monitoring* merupakan metode yang paling populer dan banyak digunakan dalam CBM khususnya untuk perawatan bantalan. Hal ini terjadi karena setiap kerusakan pada komponen suatu mesin mempunyai respon dan informasi data getaran yang berbeda-beda (Khwaja, Gupta, & Kumar, 2010).

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, *time domain*, *frequency domain* dan *envelope analysis* (Susilo, 2009).

FFT (*Fast Fourier Transform*) merupakan suatu model algoritma transformasi yang fungsinya merubah sinyal domain waktu menjadi domain frekuensi. Spektrum merupakan hasil transformasi dari domain waktu yaitu frekuensi domain, berupa grafik dengan sumbu horizontal yang menunjukkan frekuensi dari komponen yang bergetar dan sumbu vertikal menunjukkan nilai amplitude setiap frekuensi komponen.

Penelitian tentang sinyal getaran untuk mendeteksi kerusakan secara dini pada bantalan sudah banyak dilakukan. 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.

Suhardjono (2005) melakukan penelitian tentang analisis sinyal getaran pada bantalan bola untuk menentukan jenis dan tingkat kerusakannya. Peneliti melakukan pengujian pada tiga buah bantalan dengan seri ASB No. 6203. Bantalan pertama adalah bantalan baru, bantalan kedua adalah bantalan cacat pada

bagian lintasan dalam, lintasan luar, bola, sangkar dan bantalan ketiga adalah bantalan bekas pemakaian. Pengukuran dilakukan pada arah horizontal dan vertikal dengan menggunakan metode analisis domain waktu dan domain frekuensi. Hasil yang diperoleh setiap kerusakan pada bantalan dibagian lintasan dalam, lintasan luar, bola, sangkar dan bantalan bekas memperlihatkan kenaikan nilai amplitude pada frekuensinya masing-masing. Sinyal getaran untuk cacat pada bola juga terjadi akibat benturan secara periodik, tetapi lebih teratur dan amplitude relatif besar. Hasil perhitungan teoritik *Ball Spin Frequency* (BSF) = 113.08 Hz sedangkan hasil pengukuran 114 Hz.

Sukendi, dkk (2015) meneliti tentang deteksi dini kerusakan bantalan berdasarkan analisis karakteristik getaran dan *machine learning*. Bantalan yang digunakan adalah jenis *bearing unit (pillow block)* NTN UCP 204 DI, dengan melakukan variasi putaran (400 rpm, 600 rpm, 800 rpm, 1000 rpm, 1200 rpm) dan kondisi bantalan (bantalan kondisi baik dan bantalan rusak) tanpa memvariasikan beban. Pengukuran dilakukan pada posisi sumbu axial, horizontal, vertical dan pengolahan data menggunakan software matlab dengan metode analisis domain frekuensi. Hasil yang diperoleh bantalan mengalami kerusakan pada elemen bola (BSF) dengan frekuensi $167.7667 \text{ Hz} = 10.066 \text{ CPM} (5 \times \text{BSF})$.

Wahyudi, dkk (2016) meneliti tentang metode deteksi kerusakan bantalan dengan menggunakan sinyal vibrasi. Peneliti melakukan analisis kerusakan pada bantalan seri 2205-K-2RSR-C3 dengan kondisi bantalan baik dan bantalan cacat (*outer race, inner race, roll*) menggunakan analisis domain frekuensi. Hasil yang didapat bahwa bantalan cacat pada *outer race* dan *rolling* memberikan nilai amplitude yang cenderung bervariasi. Bantalan yang cacat pada *outer race* dan *rolling* akan menghasilkan spektrum FFT dengan garis puncak frekuensi berimpitan masing-masing dengan garis frekuensi impuls BPFO dan BSF.

Dilihat dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa deteksi cacat bantalan berdasarkan sinyal getaran sangat bermanfaat dan memberikan informasi data yang relevan, namun dari penelitian yang sudah dilakukan hanya berdasarkan metode analisis spektrum. Kelemahan dari analisis spektrum adalah 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 bola 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.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menghitung frekuensi cacat elemen bola pada bantalan bola tipe *double row*.
2. Bagaimana mengidentifikasi frekuensi cacat elemen bola menggunakan analisis spektrum.
3. Bagaimana perubahan amplitudo frekuensi antara bantalan dengan cacat elemen bola dengan bantalan normal.
4. Bagaimana mengimplementasikan analisis *envelope* untuk bantalan cacat elemen bola.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini membahas metode analisis kerusakan elemen bola pada bantalan jenis *self-aligning ball bearing*, merk SKF, seri 1207 EKTN9/C3.
2. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis spektrum dan analisis *envelope*.
3. Penelitian ini menggunakan variasi putaran motor 1000 rpm, 1200 rpm, 1400 rpm, 1600 rpm dan menggunakan beban kurang lebih seberat 1.5 kg.

1.4 Tujuan

1. Mengetahui cara menghitung frekuensi cacat elemen bola pada bantalan secara teoritis.
2. Mengidentifikasi frekuensi cacat elemen bola pada bantalan bola tipe *double row* menggunakan analisis spektrum.
3. Mengetahui perubahan amplitude frekuensi cacat elemen bola antara bantalan normal dan bantalan cacat.
4. Mengetahui cara mengimplementasikan analisis *envelope* untuk mengidentifikasi frekuensi cacat elemen bola pada bantalan bola tipe *double row*.

1.5 Manfaat

1. Mampu membuat alat *test rig* yang digunakan sebagai simulator pada bantalan.
2. Mampu melakukan pengambilan data getaran dan menggunakan alat dengan benar.
3. Mampu mendeteksi kerusakan elemen bola pada bantalan menggunakan analisis spektrum dan *envelope*.