

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil penelitian deteksi cacat bantalan pada elemen bola menggunakan sinyal getaran pada turbin angin. Analisis yang digunakan adalah metode domain waktu, domain frekuensi dan spektrum *envelope*. Grafik akan menunjukkan perbedaan sinyal pada kondisi normal dan kondisi cacat serta frekuensi kerusakan yang terjadi pada elemen bola.

4.1 Hasil Penelitian

Data penelitian diperoleh dari pengukuran dimensi komponen bantalan bola jenis *self aligning double row*, Merk TAM, Seri 1208K yang digunakan, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Dimensi komponen bantalan bola

Komponen bantalan	Dimensi
Diameter Luar (D)	80 mm
Diameter Dalam (d)	40 mm
Diameter Bola (Bd)	8,75 mm
Diameter Pitch (pd)	59,8 mm
Jumlah Bola (N)	34
Sudut Kontak (α)	0°

Tabel 4.1 merupakan rincian dimensi bantalan bola digunakan untuk menghitung frekuensi cacat pada elemen bola atau disebut BSF (*Ball Spin Frequency*) dapat dilihat pada persamaan 2.3.

4.2 Sinyal Getaran pada Kondisi Normal

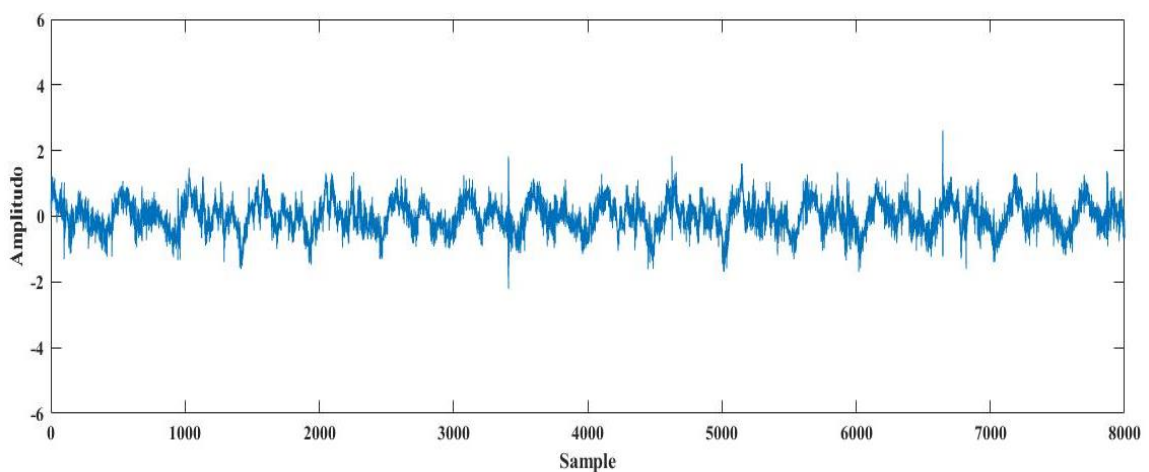
Pengukuran sinyal getaran dapat di tampilkan dalam 3 bentuk plot grafik yaitu domain waktu, domain frekuensi (spektrum), dan spektrum *envelope*. Hasil

dari pengambilan data getaran dengan kondisi bantalan normal pada turbin angin kecepatan poros 1200 rpm dengan *sampling rate* 25600 Hz.

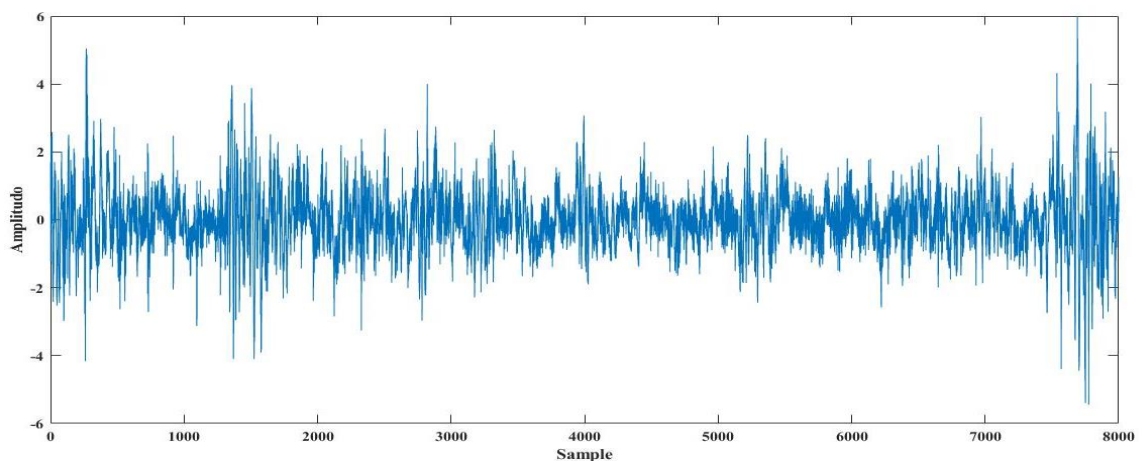
4.2.1 Plot Domain Waktu

Grafik grafik domain waktu pada penelitian menggunakan bantalan normal dan bantalan cacat elemen bola dapat dilihat pada gambar 4.1

(a)



(b)



Gambar 4. 1(a) bantalan normal pada kecepatan poros 1200 RPM dan bantalan cacat elemen bola pada kecepatan poros 1200 RPM

Domain waktu merupakan data mentah yang didapat dari data akuisisi data getaran menggunakan *accelerometer* yang dipasang pada rumah bantalan turbin angin. Hasil dari plot domain waktu dapat dilihat pada Gambar 4.1 menggunakan

kondisi bantalan normal (tanpa cacat) dan bantalan cacat elemen bola dengan kecepatan poros turbin angin 1200 RPM dengan *sampling rate* sebesar 25600 Hz.

Sinyal mentah grafik domain waktu bantalan dengan kondisi normal ditunjukkan pada gambar 4.1 (a) dan kondisi bantalan cacat pada Gambar 4.1 (b) pada kedua getaran terlihat jelas perbedaan amplitudo tinggi yang muncul. Amplitudo tinggi lebih sering muncul pada grafik domain waktu kondisi bantalan cacat elemen bola. Namun masih sangat sulit untuk membedakan secara spesifik pada kedua kondisi bantalan tersebut, maka diperlukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan metode spectrum *envelope*.

4.3 Hasil Analisis Spektrum dan Analisis *Envelope*

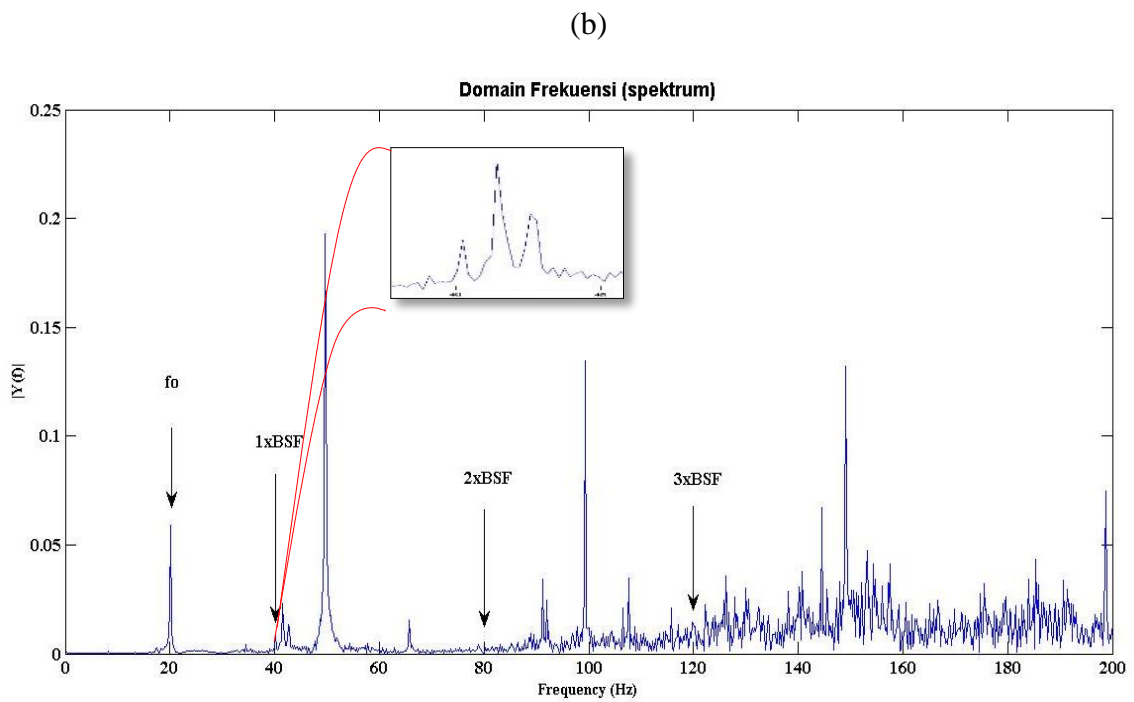
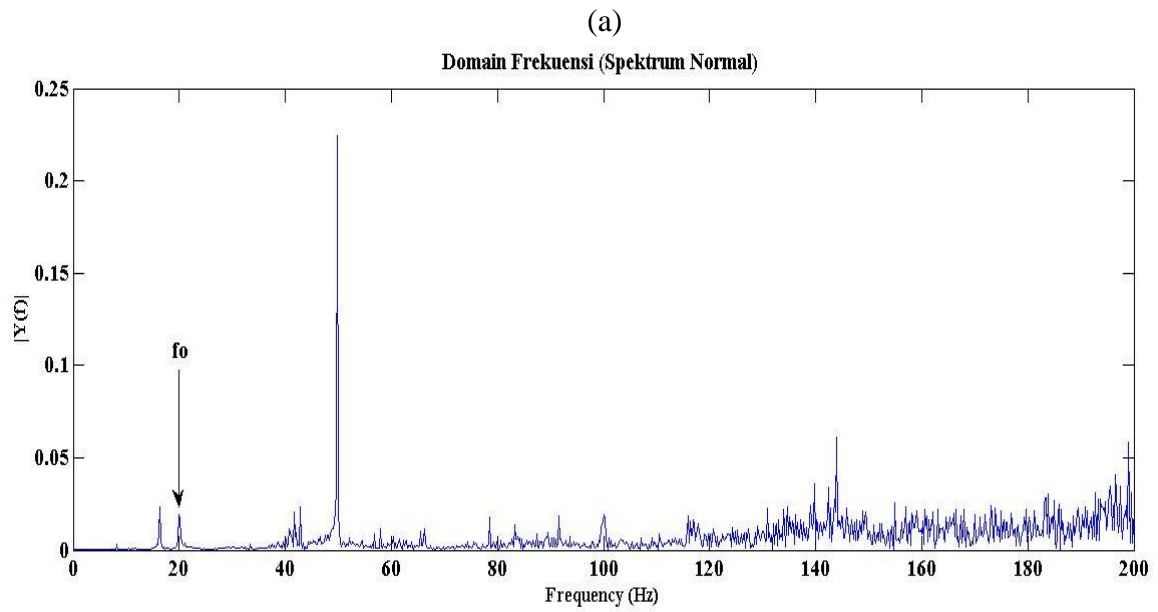
Cacat bantalan pada bagian elemen bola dapat diidentifikasi dengan cara melakukan perhitungan frekuensi cacat secara teoritis yang kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran. Jika hasil perhitungan frekuensi secara teoritis berhimpit atau mendekati frekuensi hasil pengukuran, hal ini menunjukkan bahwa adanya indikasi kerusakan (cacat) pada bagian elemen bola. Perhitungan hasil plot spektrum dan analisis spektrum *envelope* menggunakan cacat bantalan *Ball Spin Frequency* (BSF) dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Frekuensi cacat elemen bola pada bantalan

Keterangan	Hasil Perhitungan BSF Kecepatan Poros 1200 RPM
1Xbsf	40,23 Hz
2Xbsf	80,27 Hz
3xBSF	120,3 Hz

4.3.1 Hasil Plot Spektrum Normal dan Plot Spektrum Cacat

Gambar 4.2 merupakan hasil plot spektrum antara bantalan normal dengan bantalan cacat elemen bola.

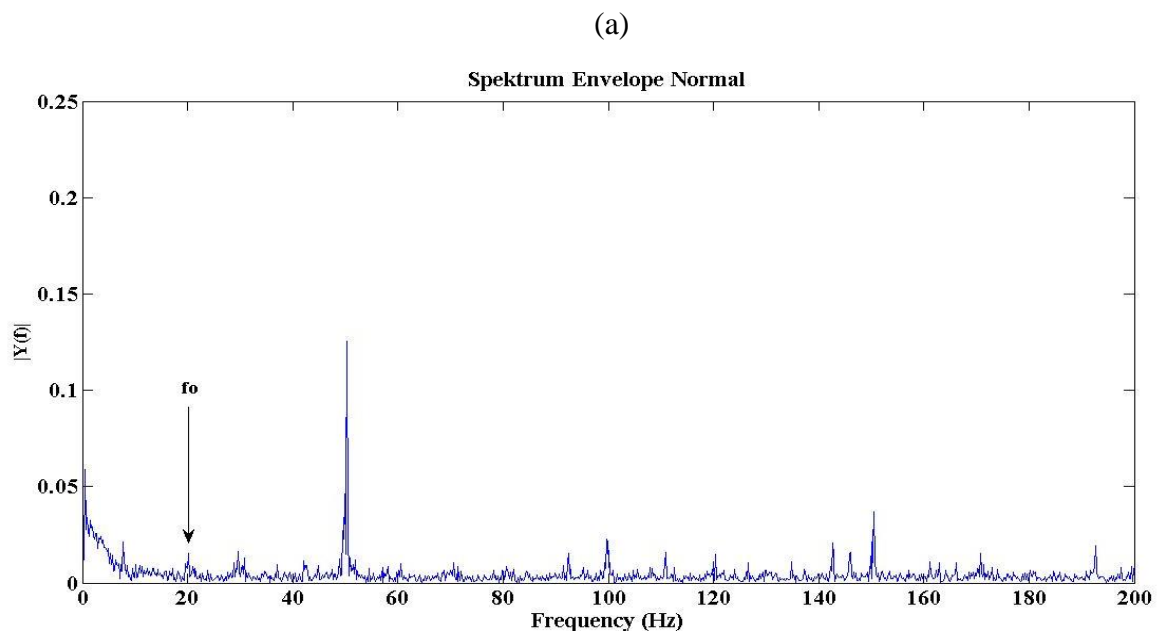


Gambar 4. 2 (a) Spektrum frekuensi bantalan normal pada kecepatan poros 1200 RPM, (b) Spektrum frekuensi bantalan cacat elemen bola pada kecepatan poros 1200 RPM

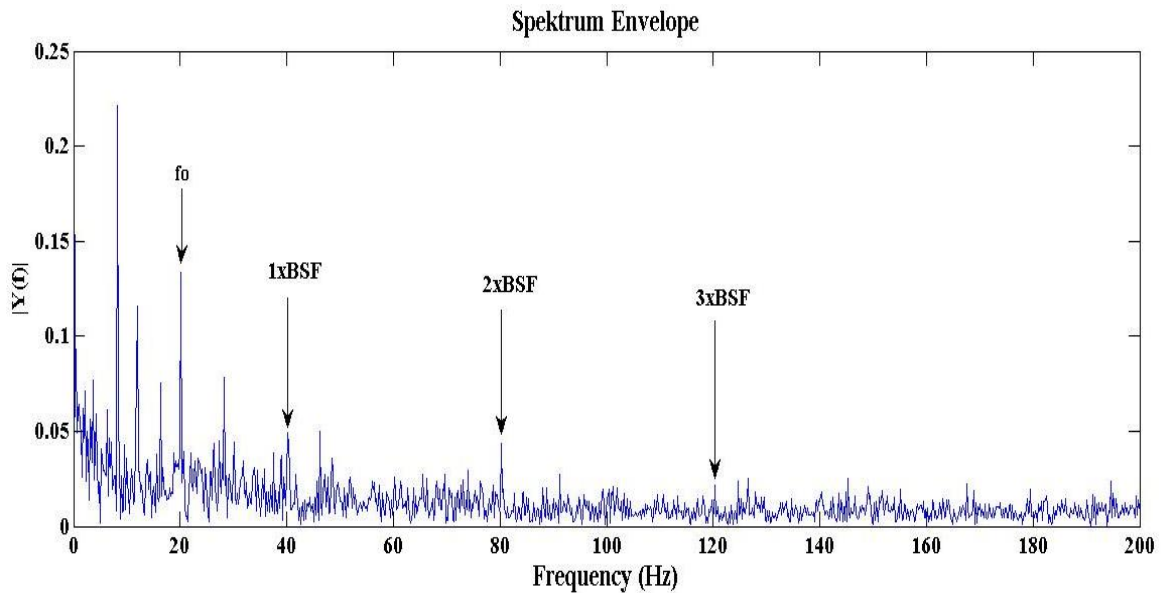
Setelah melakukan perhitungan menggunakan rumus BSF yang ada pada persamaan 2.3 didapatkan nilai BSF pada kecepatan 1200 RPM sebesar 38,25 Hz yang menjadi acuan sebagai frekuensi cacat pada elemen bola. Pada gambar 4.2 (a) tidak terlihat atau nampak amplitudo frekuensi cacat bantalan karena merupakan spektrum dari bantalan normal. Gambar 4.2 (b) merupakan spektrum frekuensi bantalan cacat elemen bola akan tetapi frekuensi cacat elemen bola pada bantalan tidak muncul atau tidak teridentifikasi. Hal ini disebabkan karena amplitudo cacat bantalan terbenam oleh amplitudo dari frekuensi komponen yang lain seperti frekuensi poros, harmonik poros, dll. Akibat dari ketidak munculan amplitudo frekuensi cacat bantalan pada analisis spektrum maka dilakukan metode analisis lain yang lebih peka dalam mengidentifikasi amplitudo rendah yaitu analisis spektrum *envelope*.

4.3.2 Hasil Plot *Envelope* Normal dan Spektrum *Envelope* Cacat

Gambar 4.3 dapat dilihat hasil plot spektrum *envelope* pada bantalan normal dan bantalan cacat elemen bola.



(b)



Gambar 4. 3 (a) spektrum *envelope* bantalan normal pada kecepatan poros 1200 RPM, (b) spektrum *envelope* bantalan cacat elemen bola pada kecepatan poros 1200 RPM

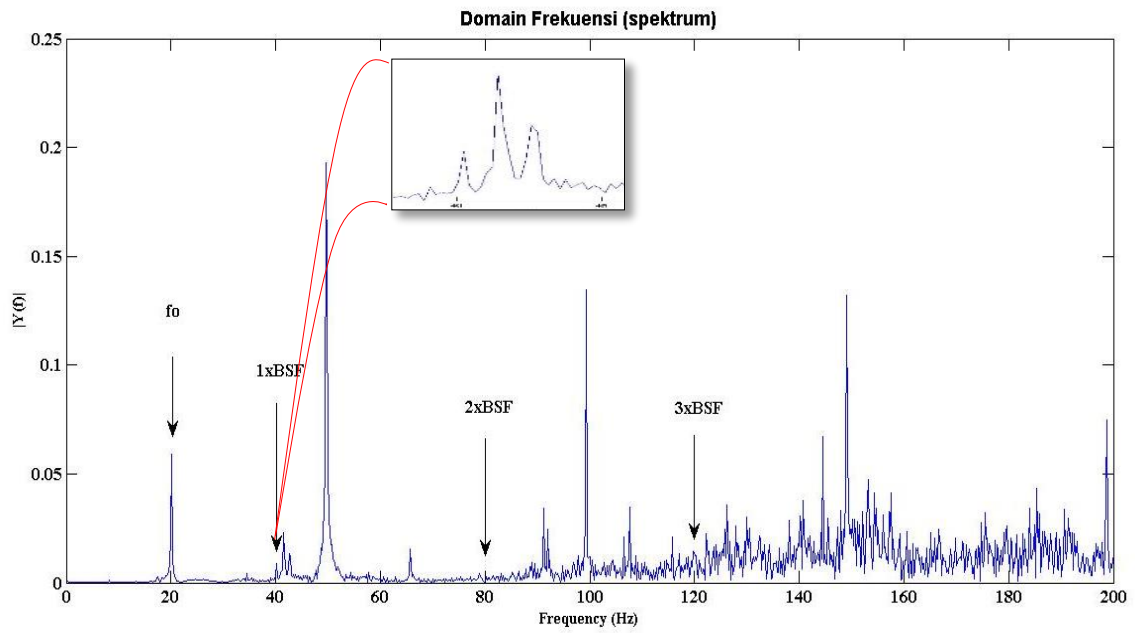
Gambar 4.3 (a) hasil plot bantalan normal tidak terlihat atau nampak amplitudo frekuensi cacat bantalan. Gambar 4.3 (b) merupakan spektrum *envelope* bantalan cacat elemen bola dimana pada spektrum *envelope* bermunculan atau terlihat amplitudo yang tinggi pada frekuensi cacat bantalan dan diikuti harmoniknya. Gambar 4.3 (b) frekuensi rusak elemen bola hanya memunculkan 3 harmonik frekuensi BSF. Hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 4.2 didapat frekuensi cacat elemen bola yaitu $1xBSF$ sebesar 40,23 Hz dengan nilai amplitudo 0,0495. Pada $2xBSF$ sebesar 80.27 Hz dengan nilai amplitudo 0.0436 dan $3xBSF$ sebesar 120,3 Hz dengan nilai amplitudo 0,0213.

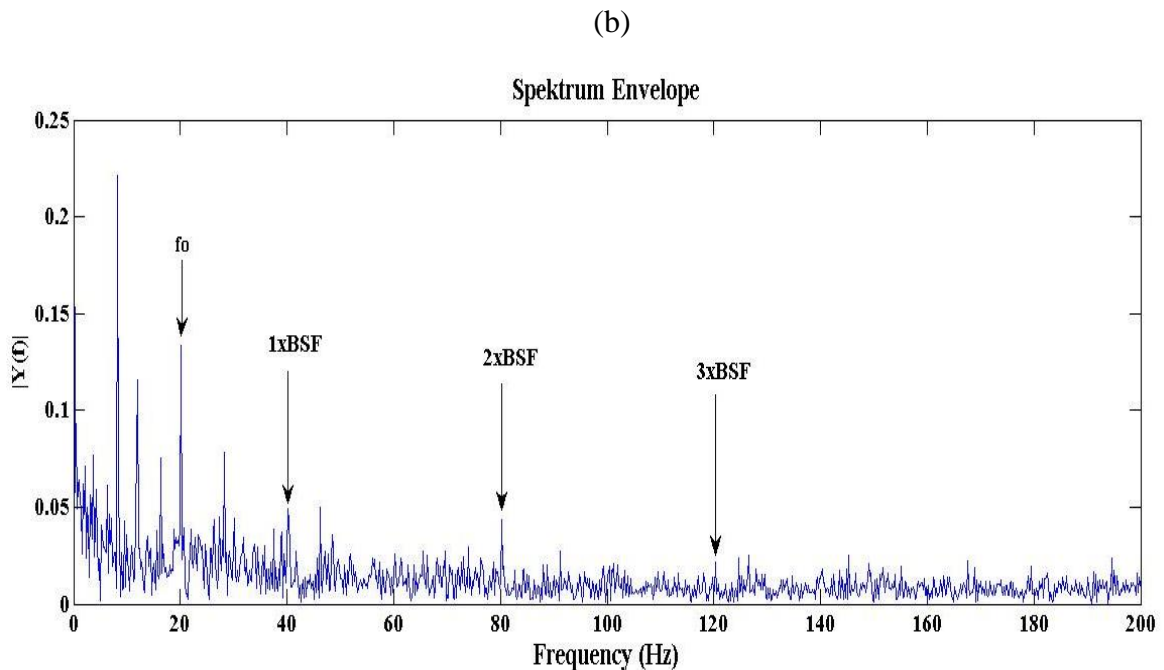
Hasil plot spektrum *envelope* dapat dilihat pada gambar 4.3 (b) tidak terlihat *side band* pada BSF bantalan bola yang digunakan pada penelitian. *Side band* pada spektrum tidak muncul dikarenakan beban yang diterima oleh bantalan kurang besar sehingga fluktuasi tidak terlihat jelas. Efek dari fenomena tersebut dalam frekuensi tidak terlihat adanya *side band*.

4.4 Perbandingan Grafik Domain Frekuensi (Spektrum) dan Grafik Spektrum *Envelope*

Hasil plot domain frekuensi dan spektrum *envelope* menggunakan bantalan cacat elemen bola, seperti pada gambar 4.4

(a)





Gambar 4. 4 (a) spektrum frekuensi bantalan normal, (b) Grafik spektrum *envelope* bantalan cacat elemen bola

Hasil dari kedua plot domain frekuensi dan plot analisis *envelope* bantalan cacat elemen bola terlihat jelas perbedaannya. Gambar 4.4 (a) amplitudo tinggi yang disebabkan oleh cacat pada bola belum dapat terlihat jelas dikarenakan amplitudo cacat bola masih terbenam oleh amplitudo yang dihasilkan dari frekuensi komponen lain sehingga kerusakan belum bisa teridentifikasi, sedangkan pada gambar 4.4 (b) amplitudo tinggi yang disebabkan oleh cacat pada bola terlihat lebih jelas, hal ini dikarenakan analisis *envelope* mampu memfilter dan menghilangkan frekuensi selain dari cacat pada bola. Hal ini menunjukkan bahwa spektrum *envelope* (analisis *envelope*) mempunyai keunggulan dalam mendeteksi cacat dini pada bantalan dibandingkan dengan menggunakan spektrum frekuensi (analisis spektrum) khususnya untuk komponen bantalan dengan kerusakan tahap awal (kerusakan kecil).

