

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari penelitian uji kerusakan roda gigi pada turbin angin. Penelitian ini mendeteksi kerusakan roda gigi dengan dua kondisi yaitu normal dan rusak patah satu gigi dan diuji secara bergantian.

1.1 Data Hasil Pengujian

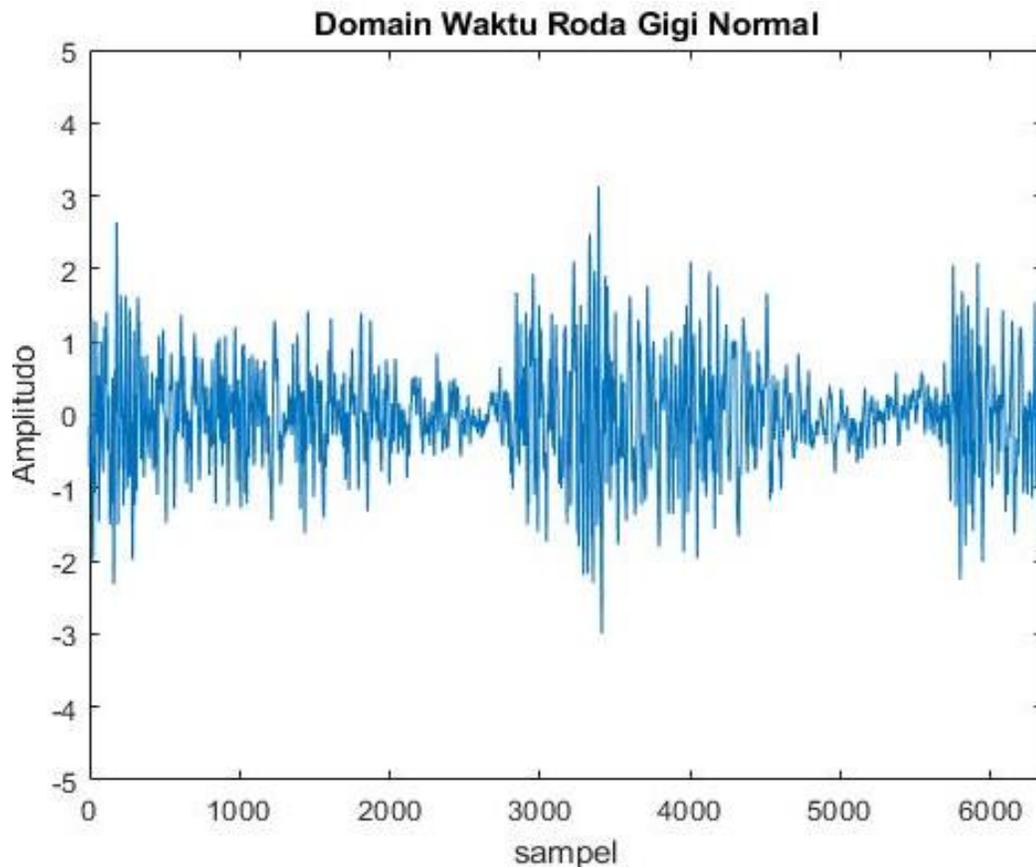
Proses pengambilan data yang telah sesuai dengan apa yang disusun pada diagram alir, maka diperoleh hasil pengujian kondisi 1 yaitu sinyal getaran pada kondisi roda gigi normal dan kondisi 2 yaitu roda gigi yang sudah dibuat rusak patah satu gigi. Sinyal getaran dari roda gigi normal dan rusak kemudian direkam menggunakan perangkat akuisisi data yang terdiri dari accelerometer, tachometer dan modul Ni-DAQ kemudian ditampilkan di laptop pada *software* matlab. Pemrosesan data hasil pengujian dilakukan dengan tujuan mendeteksi kerusakan roda gigi pada turbin angin melalui sinyal getaran domain waktu dan spektrum frekuensi yang kemudian di analisis dengan metode TSA untuk mereduksi *noise* yang muncul saat terjadi kerusakan roda gigi.

1.2 Sinyal Getaran Pada Roda Gigi Kondisi Normal

Sinyal getaran dari hasil pengukuran roda gigi turbin angin pada kondisi normal kemudian ditampilkan dalam *software* matlab. Sinyal getaran yang ditampilkan dalam bentuk plot grafik sinyal domain waktu dan plot grafik spektrum frekuensi yang dibandingkan dengan hasil plot domain waktu dan spektrum frekuensi setelah menggunakan metode TSA. Proses pengambilan data menggunakan *sampling rate* sebesar 25600 Hz dengan durasi pengambilan data 5 detik dan jeda tiap potong pengambilan data yaitu 3 detik.

1. Plot Domain Waktu Roda Gigi Kondisi Normal
 - a. hasil plot domain waktu pada roda gigi kondisi normal sebelum TSA

Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot domain waktu sebelum menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot domain waktu pada pengujian roda gigi normal dapat dilihat pada Gambar 4.1.



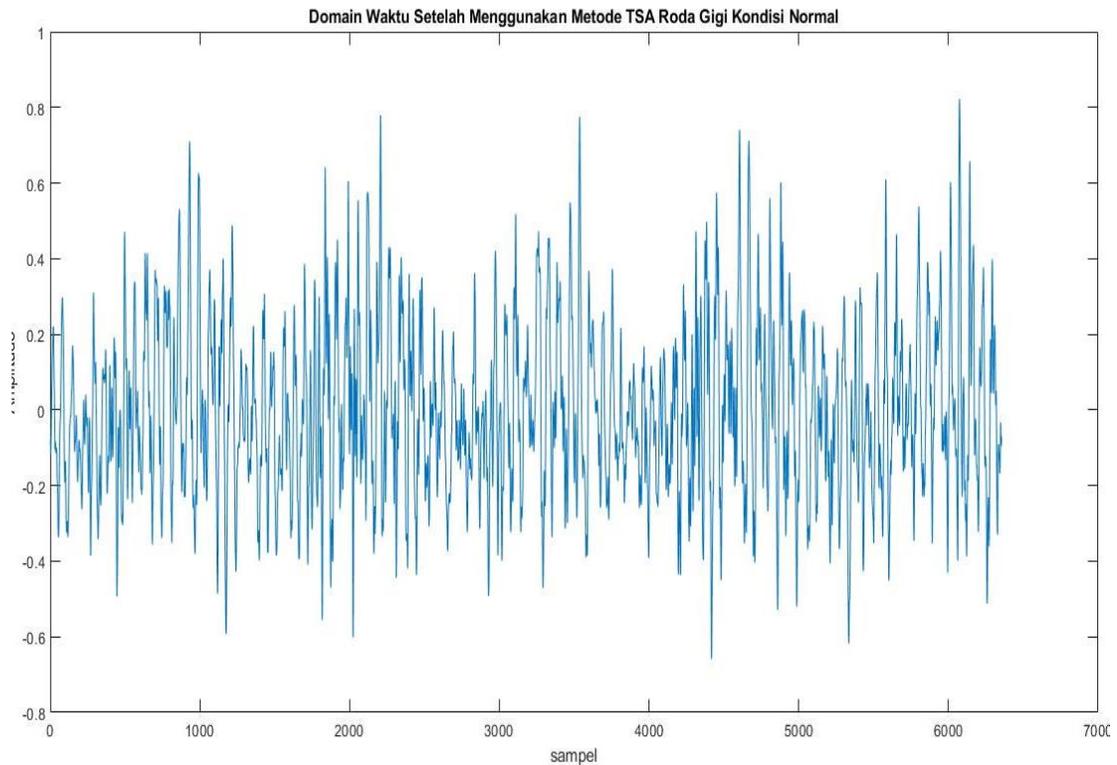
Gambar 4.1 Plot domain waktu roda gigi kondisi normal sebelum TSA

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa plot domain waktu pada roda gigi kondisi normal sulit diketahui karena gelombang masih tercampur *noise*.

b. hasil plot domain waktu pada roda gigi kondisi normal setelah TSA

Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot domain waktu setelah menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi

pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot domain waktu pada pengujian roda gigi normal dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Plot domain waktu roda gigi kondisi normal setelah TSA

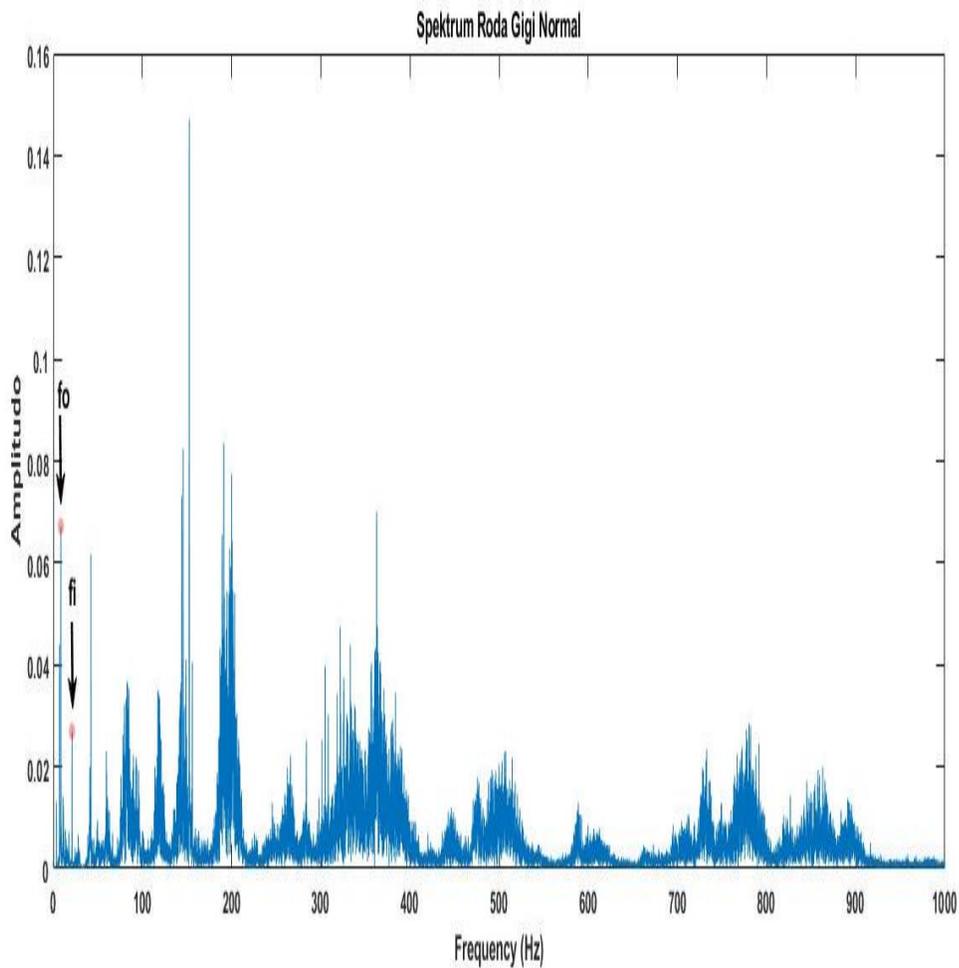
Plot domain waktu setelah dilakukan analisis TSA seperti pada gambar 4.2 terlihat bentuk gelombang asli karena noise telah tereduksi dengan merata-ratakan nilai positif dan negatif pada sebuah sinyal.

2. Plot Spektrum Frekuensi Roda Gigi Kondisi Normal

- a. hasil plot spektrum frekuensi pada roda gigi kondisi normal sebelum menggunakan metode TSA

Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot spektrum frekuensi sebelum menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi

pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot spektrum frekuensi pada pengujian roda gigi normal dapat dilihat pada Gambar 4.3.

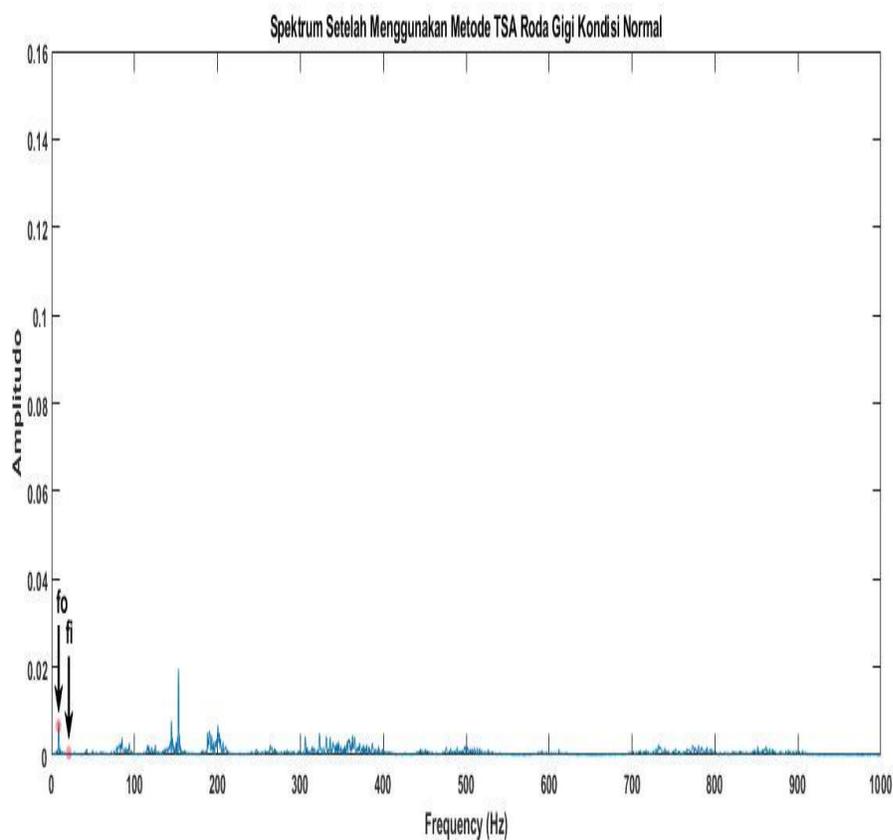


Gambar 4.3 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran poros pada roda gigi kondisi normal sebelum TSA

Plot spektrum frekuensi merupakan hasil dari algoritma transformasi FFT dari domain waktu pada gambar 4.1. Grafik spektrum dapat mendeteksi kerusakan pada roda gigi normal namun tidak terlihat jelas karena masih tertutupi *noise*. Oleh karena itu diperlukan analisis TSA untuk mereduksi *noise*.

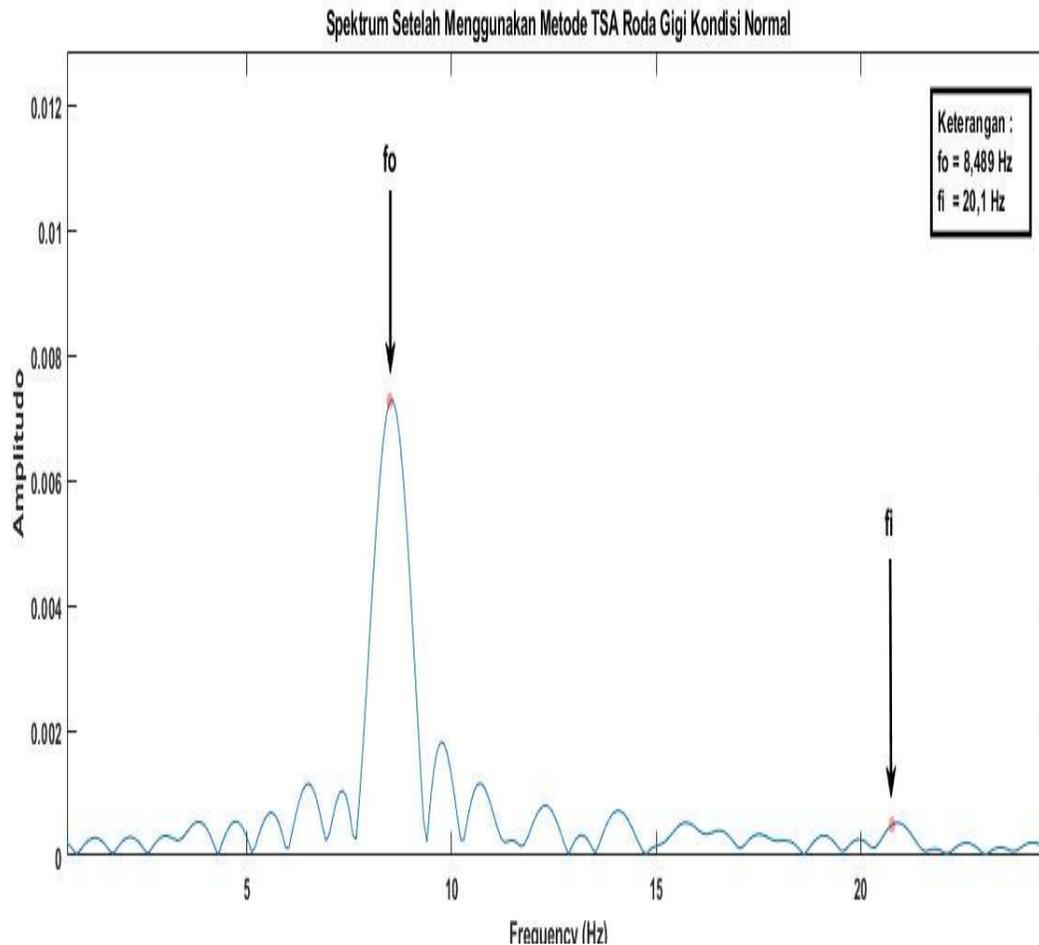
- b. hasil plot spektrum frekuensi pada roda gigi kondisi normal setelah menggunakan metode TSA

Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot spektrum frekuensi setelah menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot domain waktu pada pengujian roda gigi normal dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran poros pada roda gigi kondisi normal setelah TSA

Plot spektrum setelah TSA terlihat jelas untuk mengetahui adakah kerusakan pada roda gigi atau tidak. Dibawah ini seperti pada gambar 4.5 adalah tampilan dari plot spektrum frekuensi kondisi normal setelah ditampilkan secara *zoom in*.



Gambar 4.5 Tampilan *zoom in* plot spektrum frekuensi setelah TSA

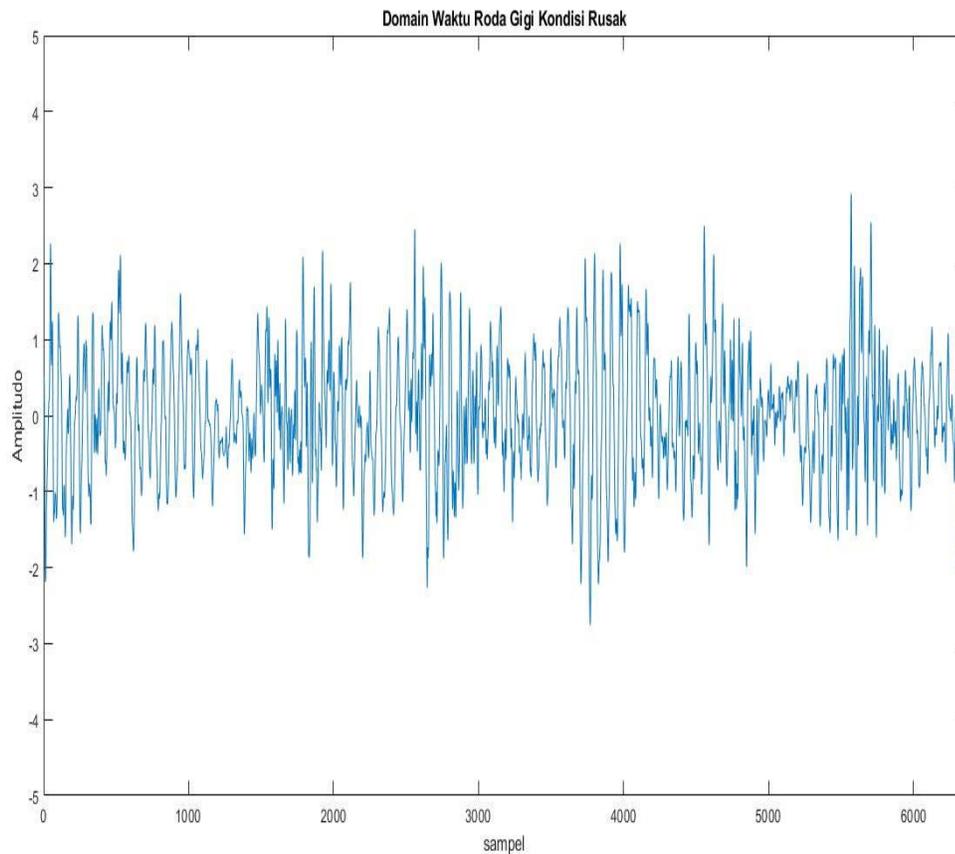
1.3 Sinyal Getaran Pada Roda Gigi Kondisi Rusak

Sinyal getaran dari hasil pengukuran roda gigi turbin angin pada kondisi rusak patah satu gigi kemudian ditampilkan dalam software matlab. Sinyal getaran yang ditampilkan dalam bentuk plot grafik sinyal domain waktu dan plot grafik spektrum frekuensi yang dibandingkan dengan hasil plot domain waktu dan spektrum frekuensi setelah menggunakan metode TSA. Proses pengambilan data menggunakan sampling rate sebesar 25600 Hz dengan dengan durasi pengambilan data 5 detik dan jeda tiap potong pengambilan data yaitu 3 detik.

1. Plot Domain Waktu Roda Gigi Kondisi Rusak Patah Satu Gigi

- a. hasil plot domain waktu pada roda gigi kondisi rusak patah satu gigi sebelum menggunakan metode TSA

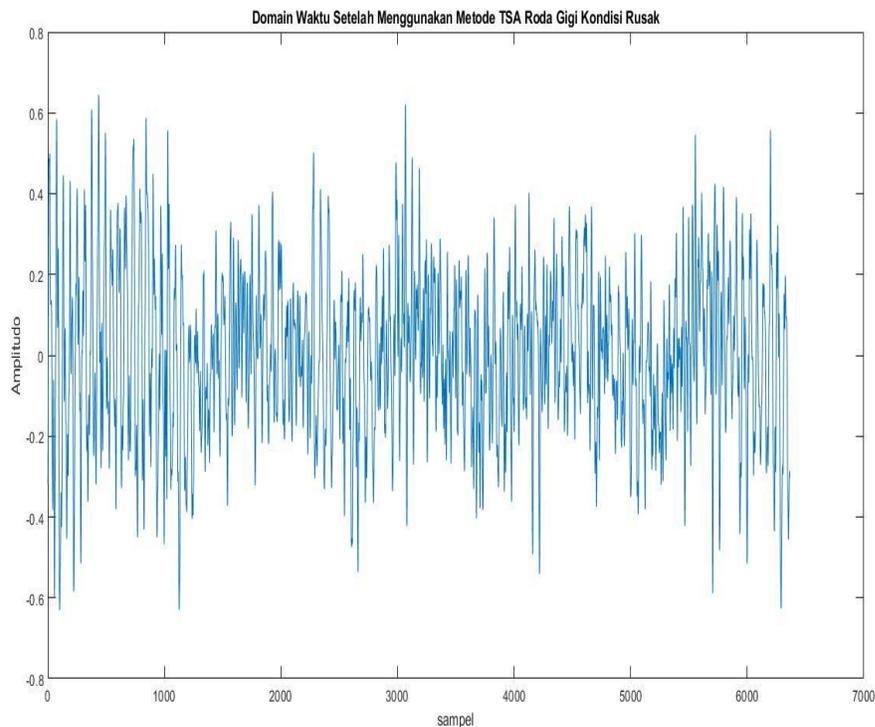
Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot domain waktu sebelum menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot domain waktu pada pengujian roda gigi normal dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Plot domain waktu pada roda gigi kondisi rusak sebelum TSA

- b. hasil plot domain waktu pada roda gigi kondisi rusak patah satu gigi setelah menggunakan TSA

Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot domain waktu sebelum menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot domain waktu pada pengujian roda gigi normal dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Plot domain waktu pada roda gigi kondisi rusak setelah TSA

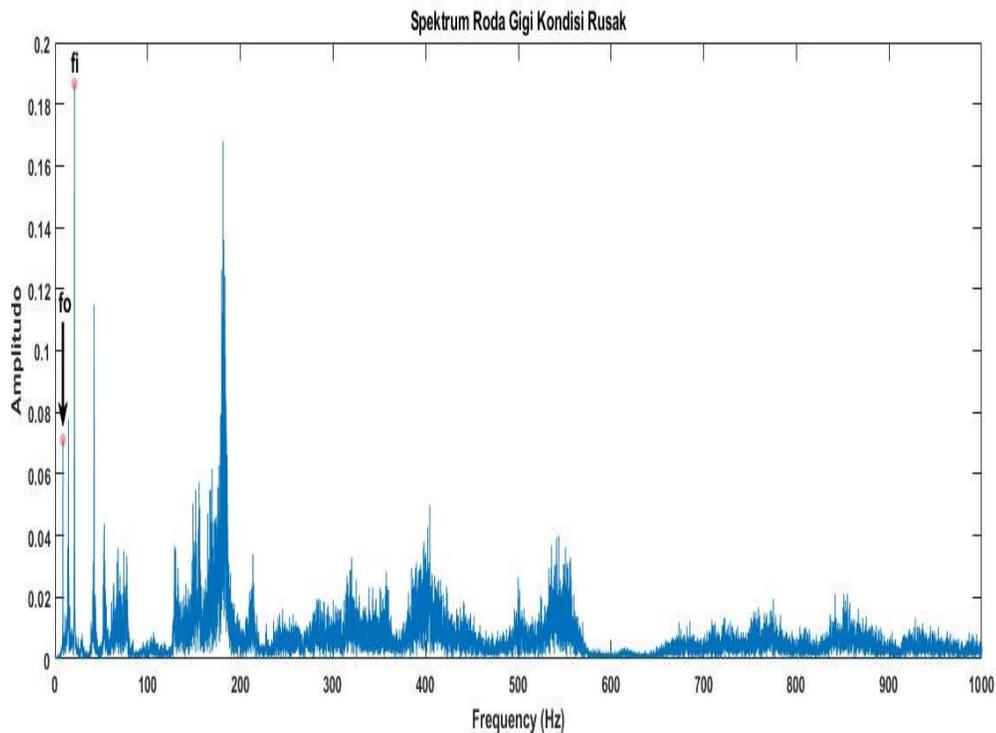
Plot domain waktu setelah dilakukan metode TSA seperti pada gambar 4.7 dapat terlihat bentuk gelombang dengan jelas karena noise yang muncul telah tereduksi.

2. Plot Spektrum Frekuensi Roda Gigi Kondisi Rusak Patah Satu Gigi

- a. hasil plot spektrum frekuensi pada roda gigi kondisi rusak patah satu gigi sebelum menggunakan TSA

Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot spektrum frekuensi sebelum menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi

pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot spektrum frekuensi pada pengujian roda gigi rusak dapat dilihat pada Gambar 4.8.

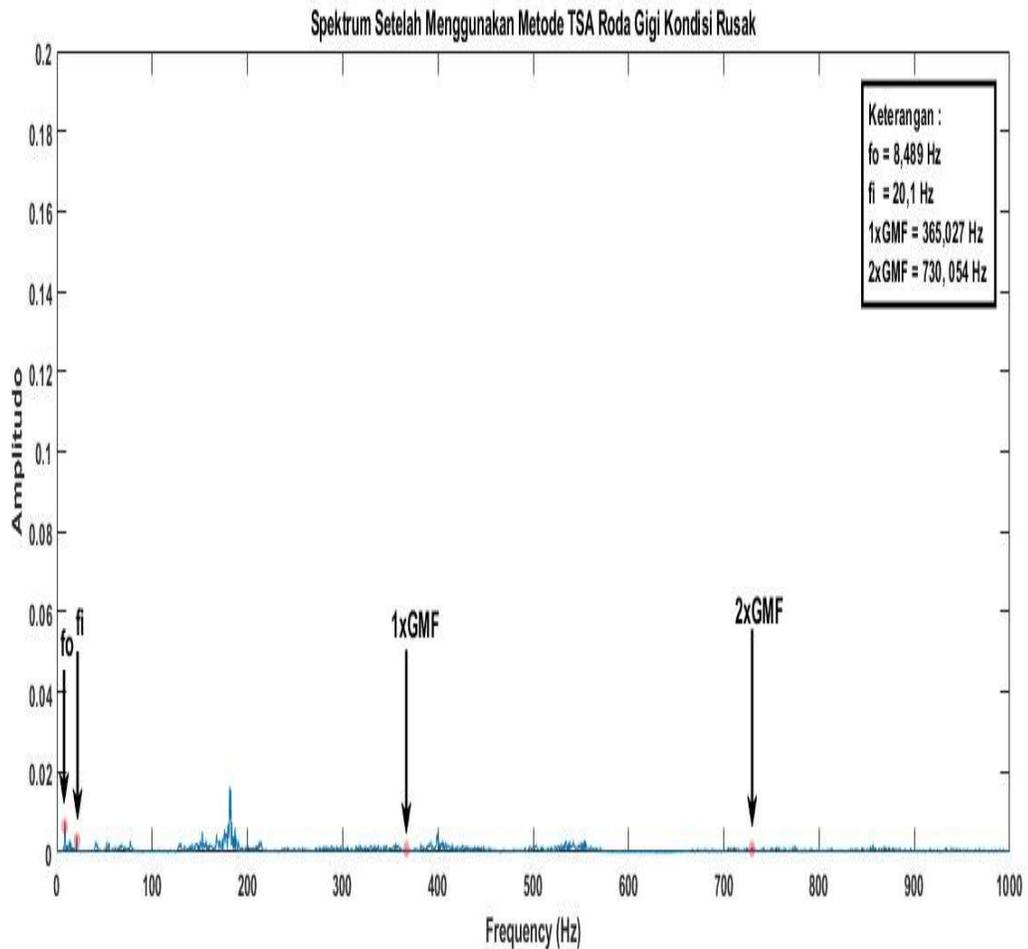


Gambar 4.8 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran poros roda gigi kondisi rusak patah satu gigi sebelum TSA

Grafik spektrum frekuensi ini dapat mendeteksi apakah muncul kerusakan pada roda gigi atau tidak namun dikarenakan masih banyaknya noise yang muncul sehingga menutupi frekuensi kerusakan roda gigi. Maka diperlukan metode TSA untuk mereduksi noise yang muncul.

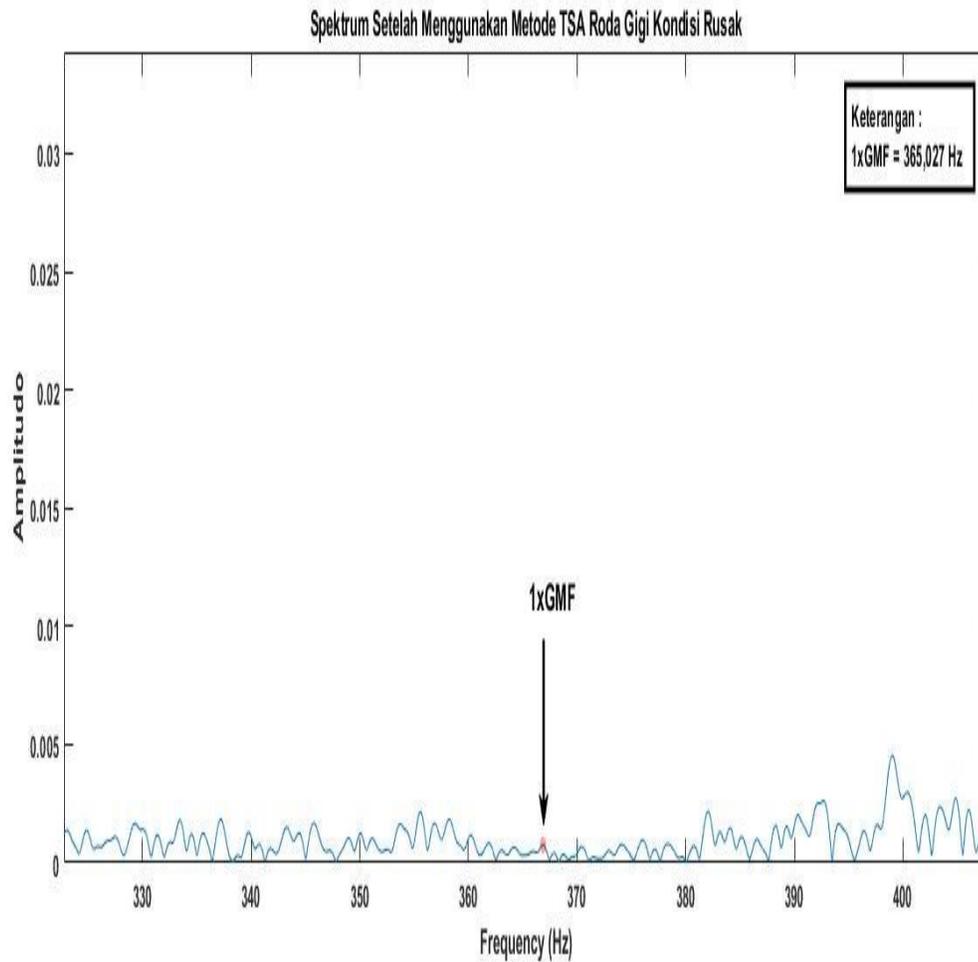
- b. hasil plot spektrum frekuensi pada roda gigi kondisi rusak patah satu gigi setelah menggunakan TSA

Sinyal getaran yang ditampilkan dalam hasil plot spektrum frekuensi setelah menggunakan metode TSA dengan sampling rate sebesar 25600 Hz dan durasi pengambilan data yaitu 5 detik dengan jeda tiap pengambilan data 3 detik. Grafik plot spektrum frekuensi pada pengujian roda gigi rusak dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran poros roda gigi kondisi rusak patah satu gigi setelah TSA

Perbandingan antara spektrum frekuensi sebelum dan sesudah dilakukan metode TSA dapat dilihat perbedaannya pada spektrum yang telah dilakukan metode TSA terlihat lebih jelas dan memiliki tingkat akurasi yang baik dibandingkan sebelum dilakukan. Metode TSA efektif karena mampu mereduksi noise yang muncul sehingga tidak mengganggu proses analisis metode TSA pada penelitian ini. Dibawah ini seperti pada gambar 4.10 adalah tampilan dari plot spektrum frekuensi kondisi normal setelah ditampilkan secara *zoom in*.

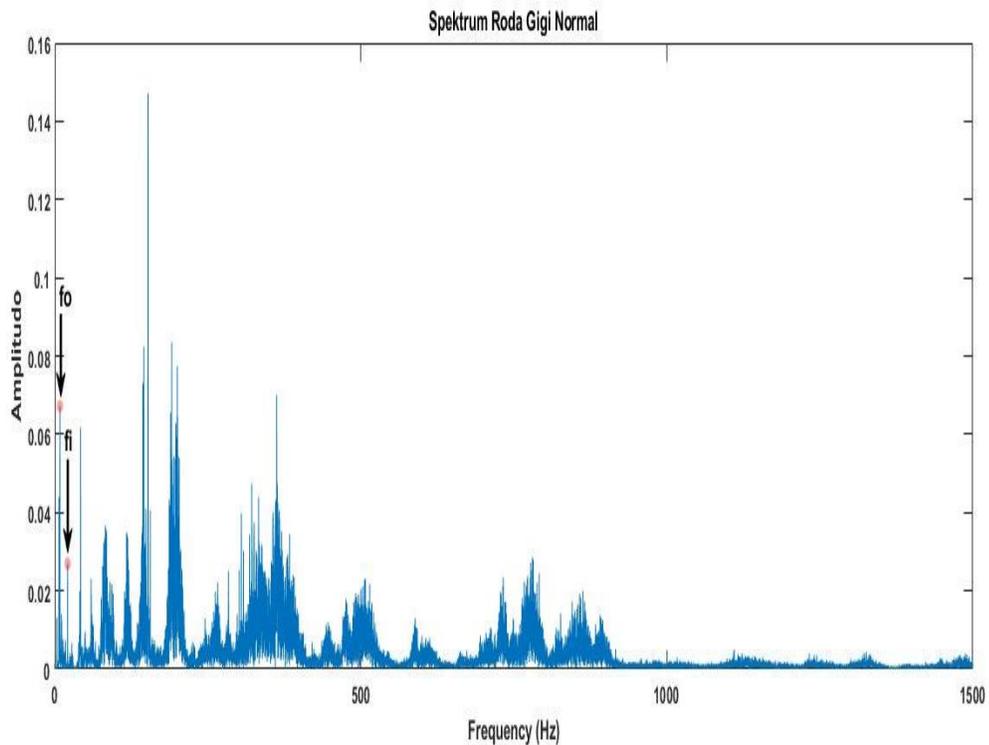


Gambar 4.10 Tampilan zoom in plot spektrum frekuensi kondisi rusak setelah TSA

1.4 Analisis Data

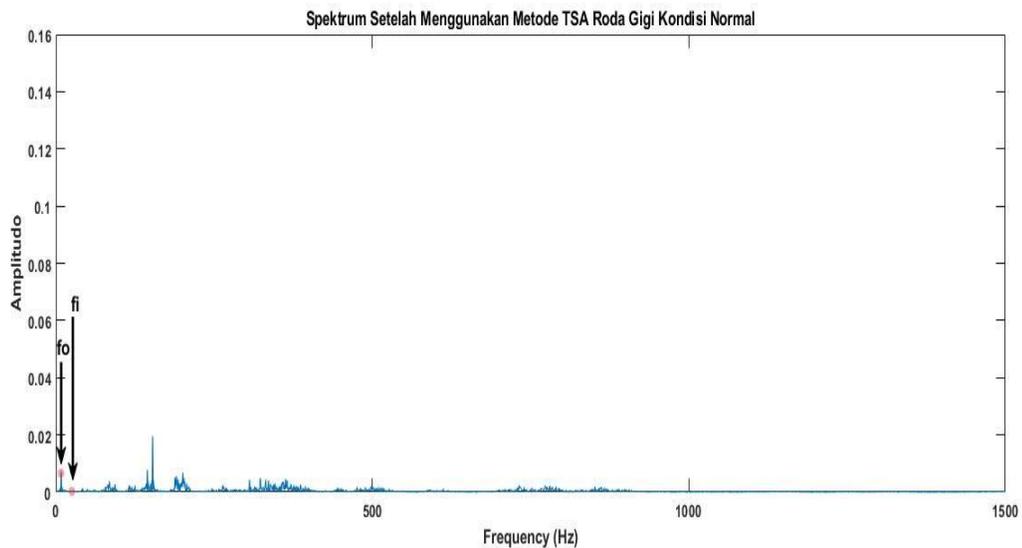
4.4.1 Analisis spektrum frekuensi roda gigi kondisi normal

Pada gambar 4.9 yang merupakan hasil plot spektrum frekuensi sebelum dilakukan metode TSA pada roda gigi turbin angin kondisi normal. Sinyal yang muncul masih dipenuhi noise sehingga mengganggu proses analisis dan pemantauan roda gigi turbin angin.

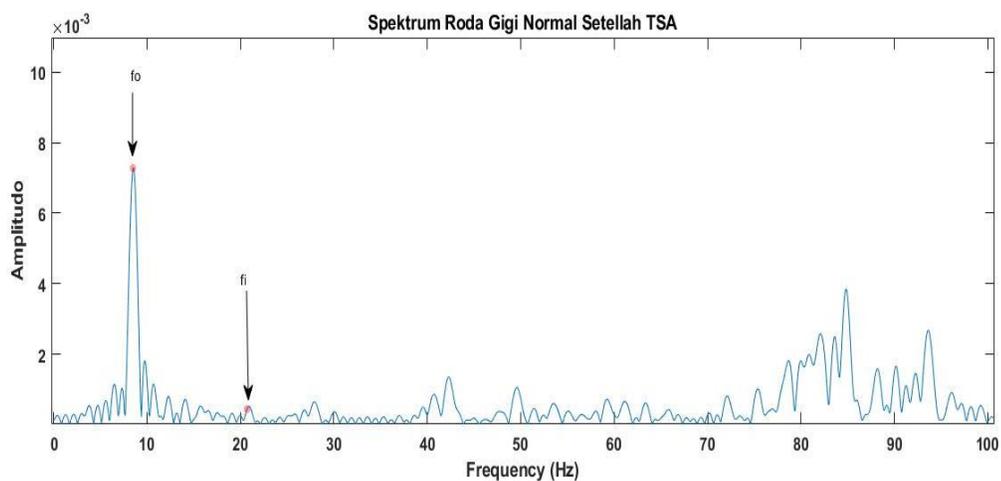


Gambar 4.11 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran sebelum TSA pada roda gigi kondisi normal

Plot spektrum frekuensi sebelum dilakukan TSA menunjukkan frekuensi output putaran poros sebesar 8,489 Hz dan frekuensi input putaran poros sebesar 20.1 Hz dengan amplitudo yang muncul pada saat frekuensi putaran poros output sebesar 0,6719 dan pada frekuensi putaran poros input sebesar 0,02693. Kedua frekuensi terlihat namun masih tertutupi banyak noise. Untuk mereduksi noise yang muncul maka dilakukan metode TSA seperti pada gambar 4.11. Dapat dilihat metode TSA dimana nilai frekuensi output putaran poros terlihat dan frekuensi putaran output seperti pada gambar 4.12 seperti ditunjukkan oleh tanda panah, sementara tampilan *zoom in* plot spektrum frekuensi kerusakan roda gigi pada kondisi normal dapat dilihat pada gambar 4.13. Untuk roda gigi kondisi normal tidak terdapat indikasi kerusakan roda gigi.



Gambar 4.12 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran setelah TSA roda gigi kondisi normal

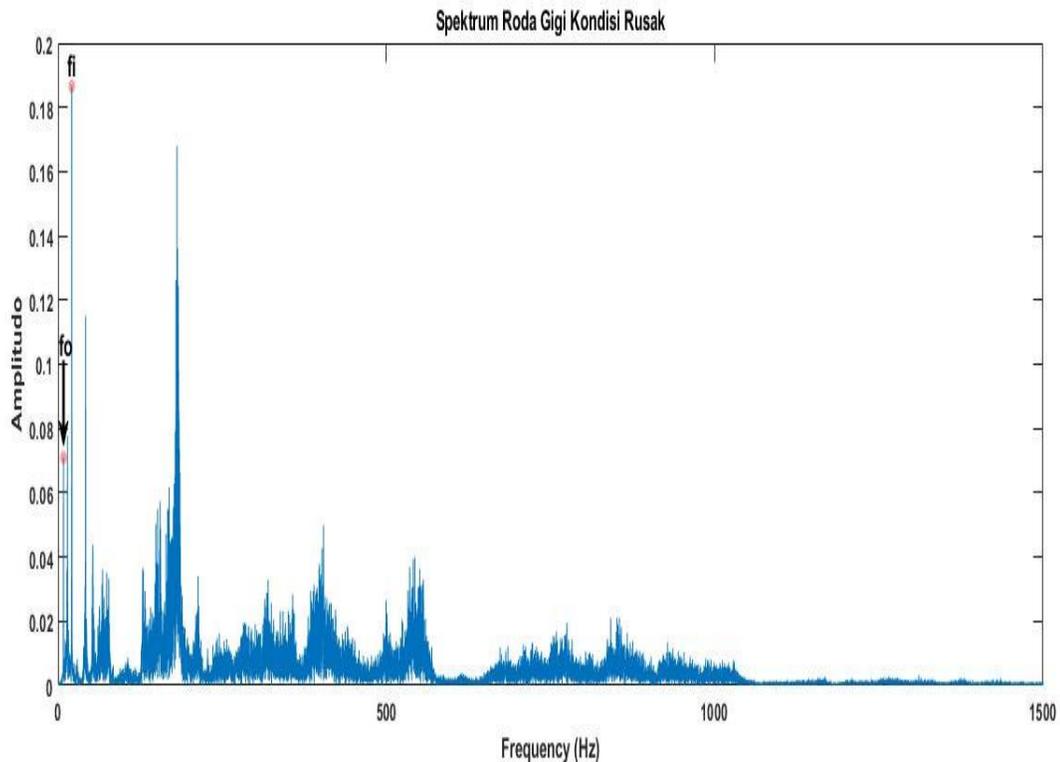


Ambar 4.13 Tampilan *zoom in* spektrum frekuensi setelah TSA

4.4.2 Analisis spektrum frekuensi roda gigi kodnis rusak patah satu gigi

Frekuensi kerusakan roda gigi pada turbin angin sering disebut dengan GMF. Plot spektrum frekuensi pada roda gigi kondisi rusak patah satu gigi yang dihasilkan sebelum dilakukan metode TSA masih terdapat banyak noise yang muncul sehingga dapat mengganggu proses analisis seperti pada gambar 4.14. Gambar tersebut memiliki frekuensi output putaran poros, input putaran poros dan GMF. Frekuensi

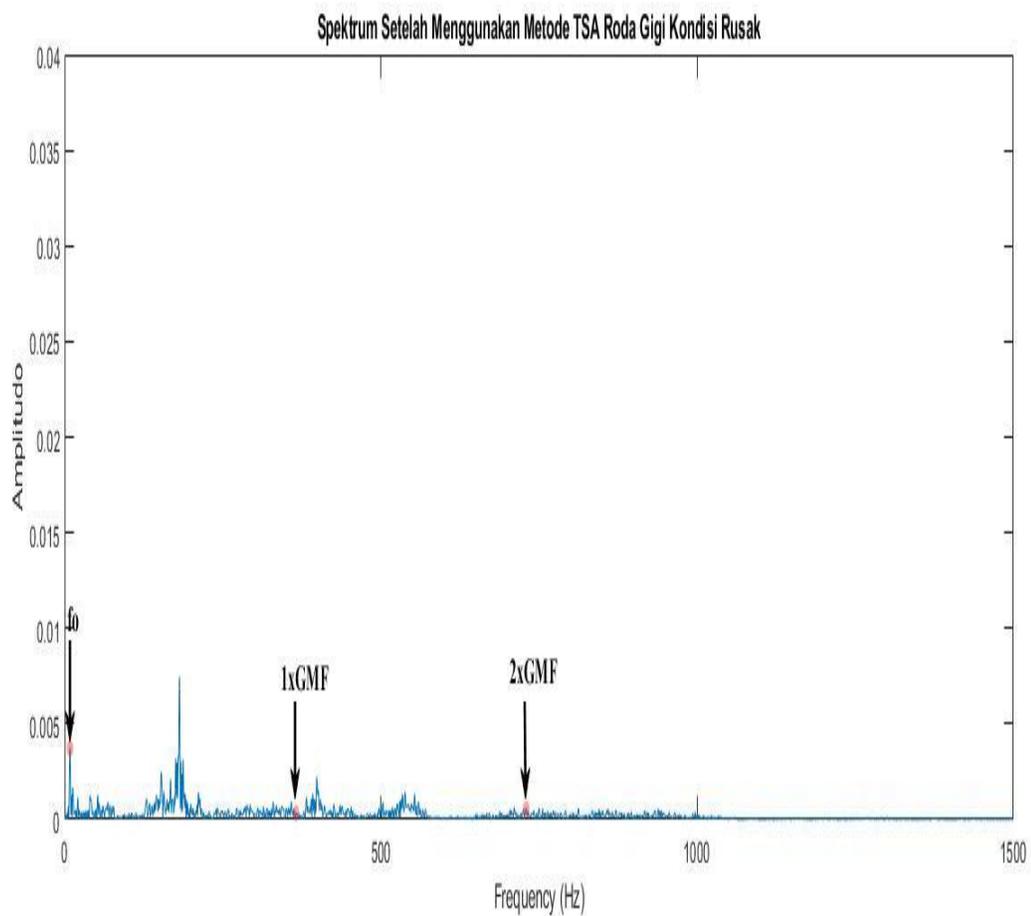
tersebut terlihat karena memiliki amplitudo yang tinggi. Apabila kerusakan yang ditimbulkan kecil maka amplitudo yang dihasilkan tidak tinggi bahkan tertutup noise sehingga proses analisis data kerusakan roda gigi tidak ikut terpantau dan dapat mengakibatkan kerusakan merambat.



Gambar 4.14 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran poros sebelum TSA pada roda gigi kondisi rusak

Plot spektrum frekuensi pada roda gigi kondisi rusak patah satu gigi seperti pada gambar 4.14 memiliki amplitudo yang tinggi pada frekuensi output putaran poros sebesar 8,489 Hz dengan amplitudo sebesar 0,07101. Frekuensi kerusakan roda gigi juga terlihat diantaranya 1xGMF dan 2xGMF, pada setiap frekuensi kerusakan yang muncul tidak dapat terlihat dengan jelas karena tertutup oleh noise. Untuk mengurangi noise maka dilakukan metode TSA. Metode TSA dapat dilihat seperti pada gambar 4.15.

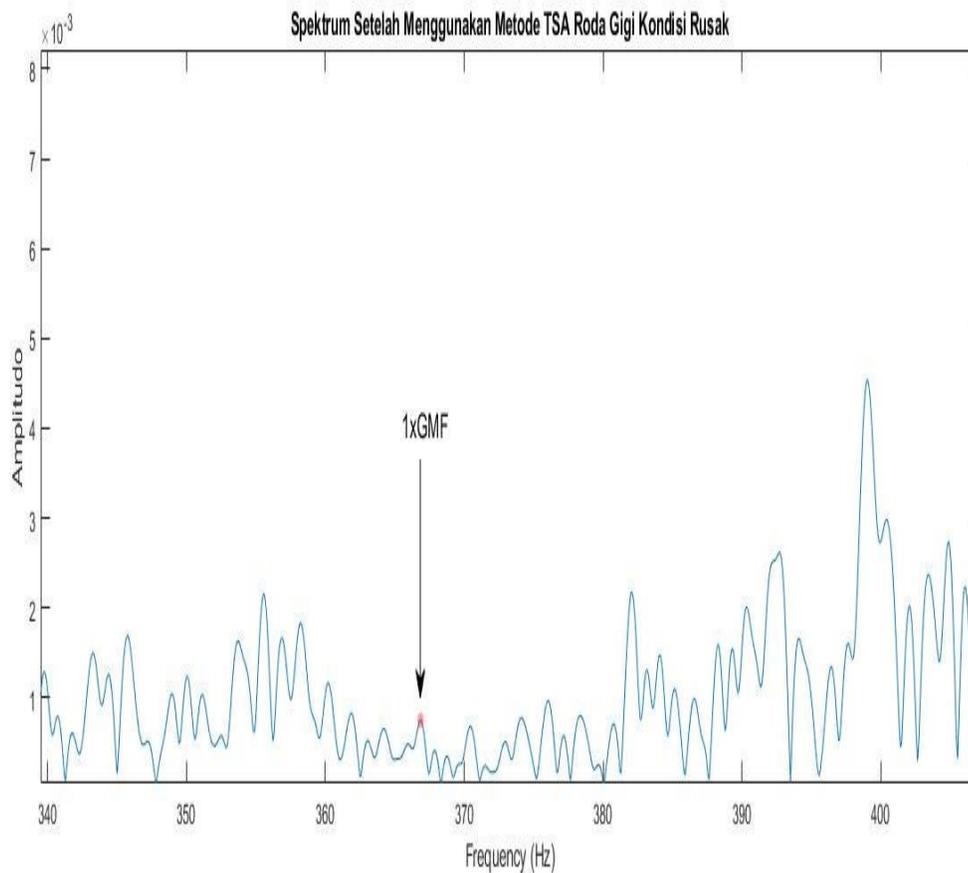
Dapat dilihat plot spektrum frekuensi setelah dilakukan metode TSA roda gigi kondisi rusak patah satu gigi seperti pada gambar 4.15 yang menunjukkan amplitudo yang cukup tinggi pada frekuensi output putaran poros. Secara teoritis frekuensi kerusakan roda gigi pada turbin angin pada 1xGMF diperoleh sebesar 365,027 Hz dengan nilai amplitudo 0,0003321. Perhitungan pada 2xGMF diperoleh sebesar 730,054 Hz dengan nilai amplitudo 0,0004735.



Gambar 4.15 Plot spektrum frekuensi 5 kali putaran poros setelah TSA pada roda gigi kondisi rusak

Perbandingan yang didapatkan antara spektrum frekuensi sebelum dan sesudah dilakukan metode TSA dapat terlihat perbedaannya yaitu pada spektrum yang telah

dilakukan metode TSA akan terlihat lebih jelas dan memiliki tingkat akurasi yang baik dibandingkan hasil plot spektrum frekuensi sebelum dilakukan TSA, sehingga amplitudo pada frekuensi kerusakan roda gigi terlihat jelas dengan menggunakan metode TSA. Untuk terlihat lebih jelas maka ditampilkan *zoom in* munculnya kerusakan pada 1xGMF seperti gambar 4.16



Gambar 4.16 Tampilan *zoom in* munculnya kerusakan 1xGMF