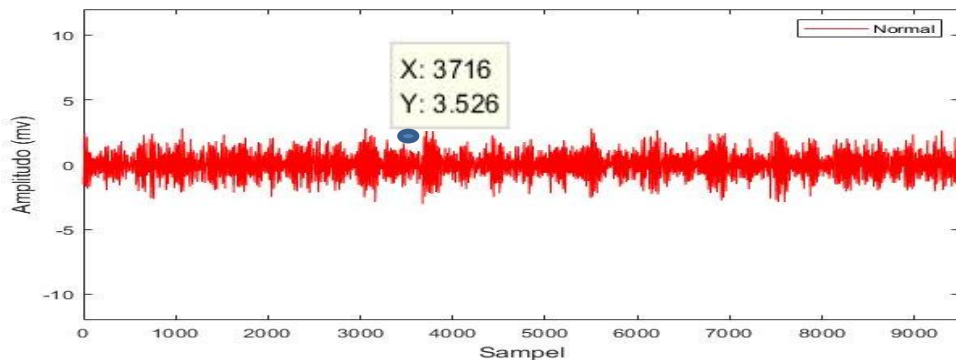


## BAB IV

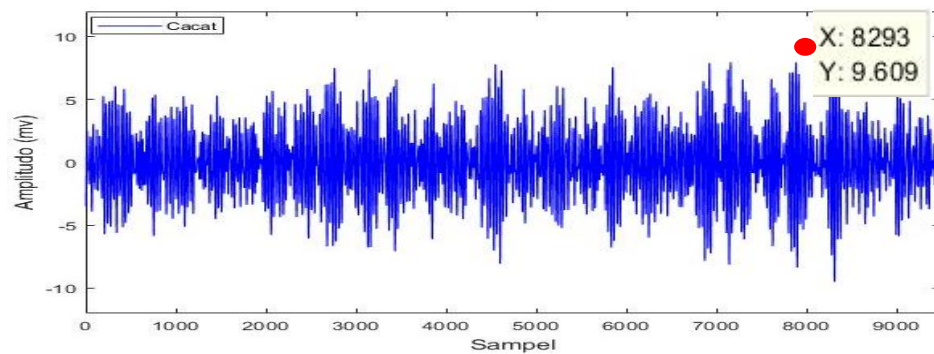
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Akuisisi Data Sinyal Getaran

Akuisisi data sinyal vibrasi dilakukan dengan dua variasi kondisi, yaitu bantalan normal, dan bantalan cacat pada lintasan dalam. Pada masing – masing variasi memperoleh 700 file data berbasis domain waktu. Pada Gambar 4.1 adalah hasil plot bantalan normal dengan nilai amplitudo tertinggi 3,526 mv sedangkan pada bantalan cacat pada lintasan dalam memiliki amplitude yang lebih tinggi yaitu 9.609 mv dikarenakan ada impak yang terjadi pada bantalan yang mengakibatkan naiknya nilai amplitudonya seperti pada Gambar 4.2.



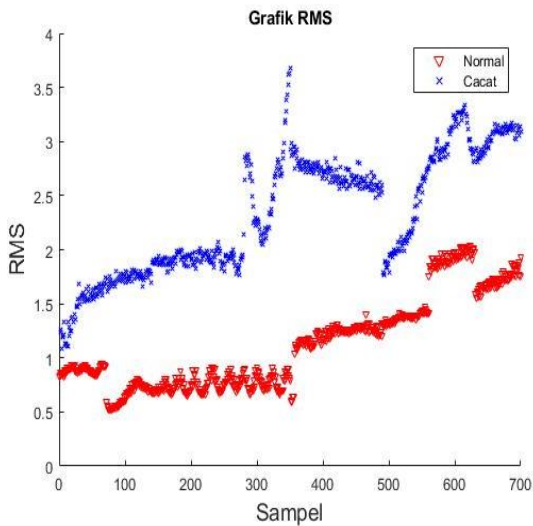
Gambar 4.1 Bantalan normal



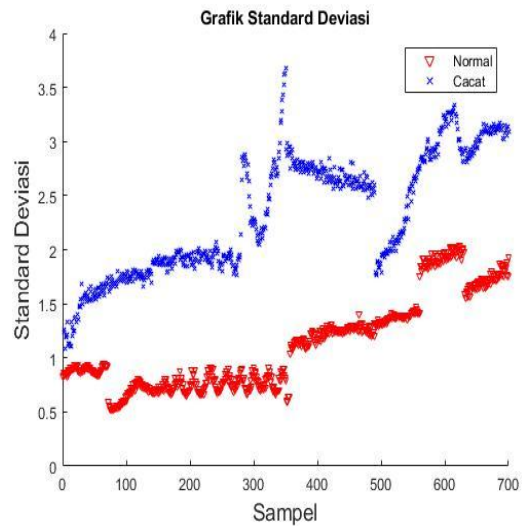
Gambar 4.2 Bantalan cacat

## 1.2 Hasil Ekstraksi Parameter Statistik Domain Waktu

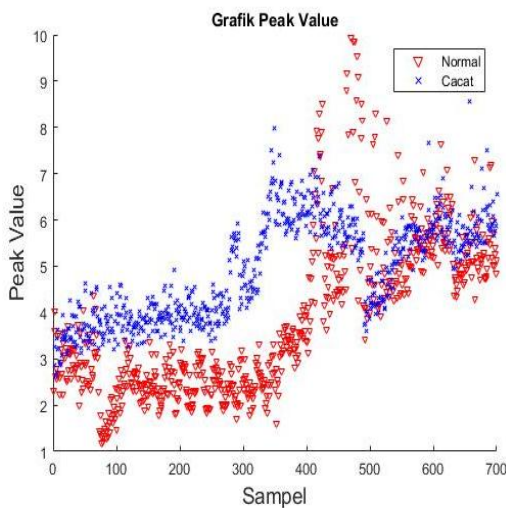
Setelah memperoleh data akuisisi berjumlah 700 data normal dan 700 data cacat, kemudian diekstraksi ke parameter statistik domain waktu seperti : *Standard Deviation (SD)*, *Root Mean Square (RMS)*, *Peak Value*, *Kurtosis*, *Crest Factor*, *Variance*, *Mean*, *Entropy*, *Minimum Value*, *Standard Error (SE)*, *Skewness*, *Maximum Value*, *Range*, *Sum*, *Median*, *Signal to Noise and Distortion Ratio (SINAD)*, dan *Signal to Noise Ratio (SNR)*. Hasil plot dari setiap parameter statistik.



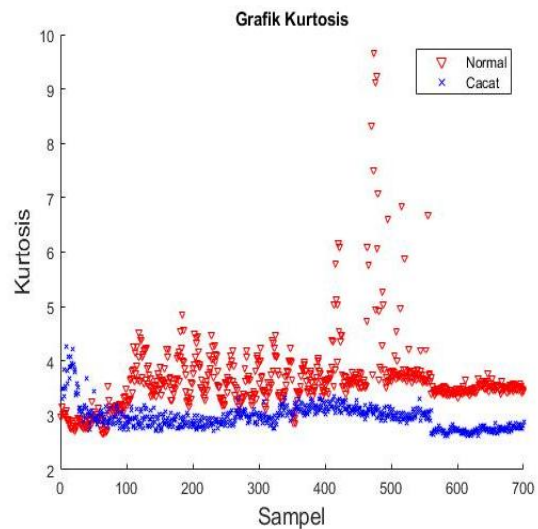
(a)



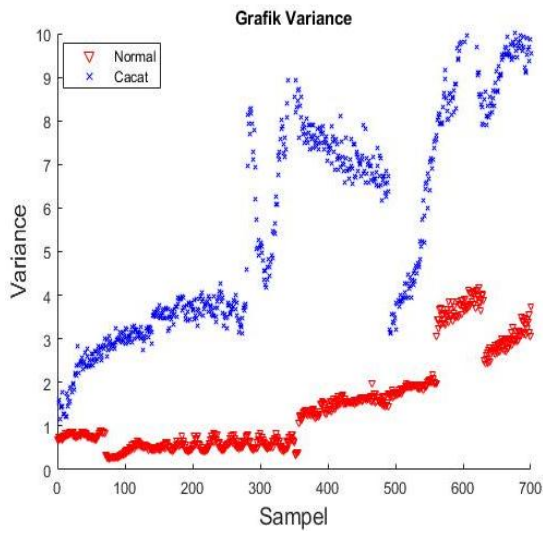
(b)



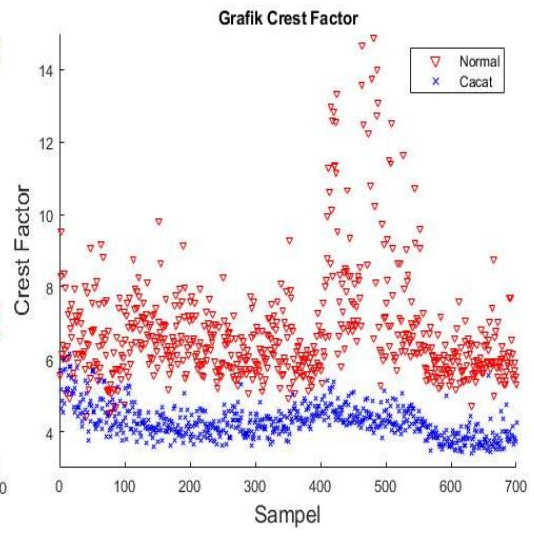
(c)



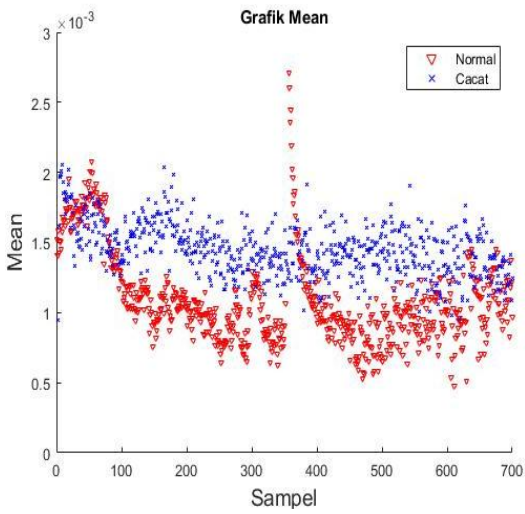
(d)



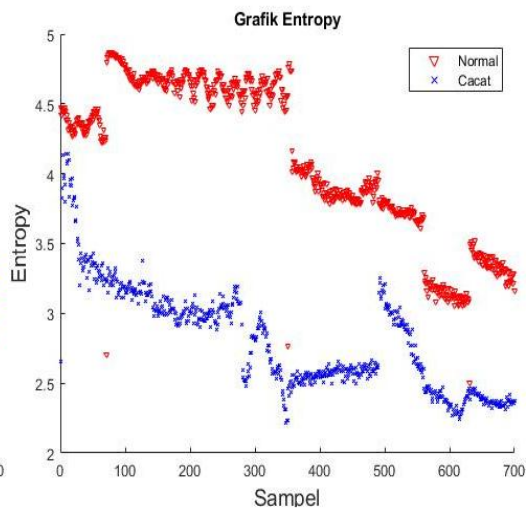
(e)



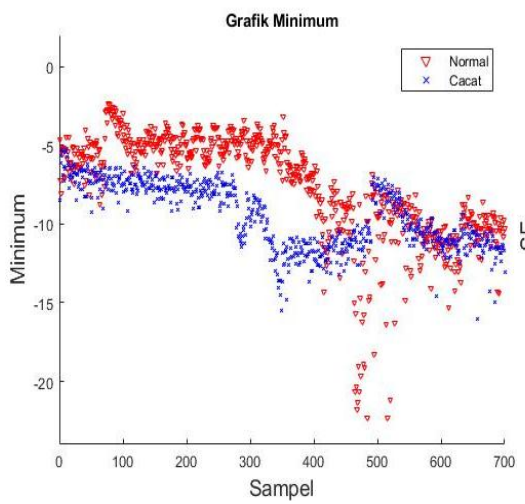
(f)



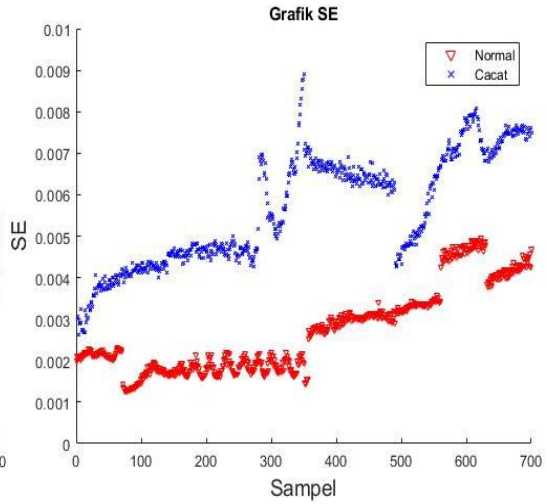
(g)



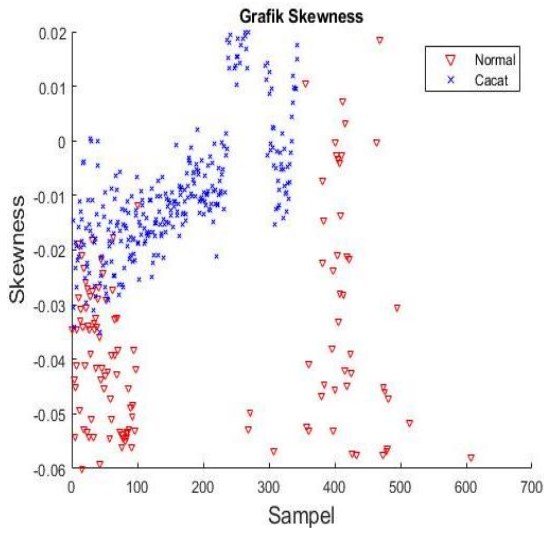
(h)



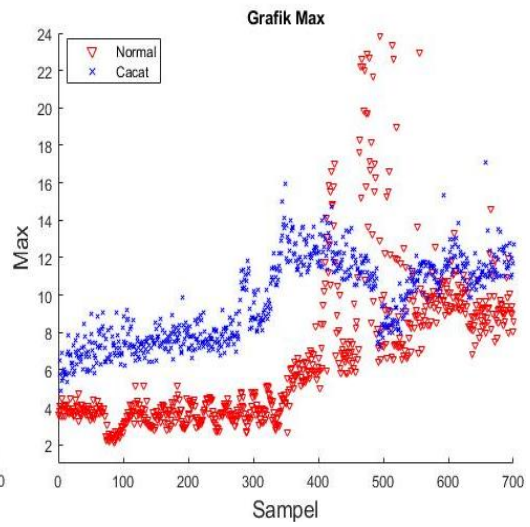
i



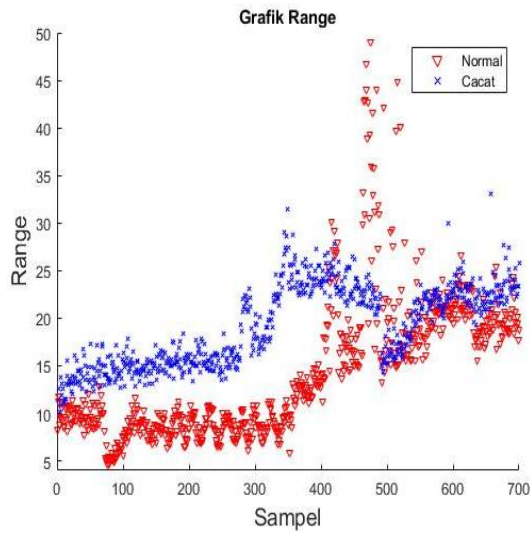
(j)



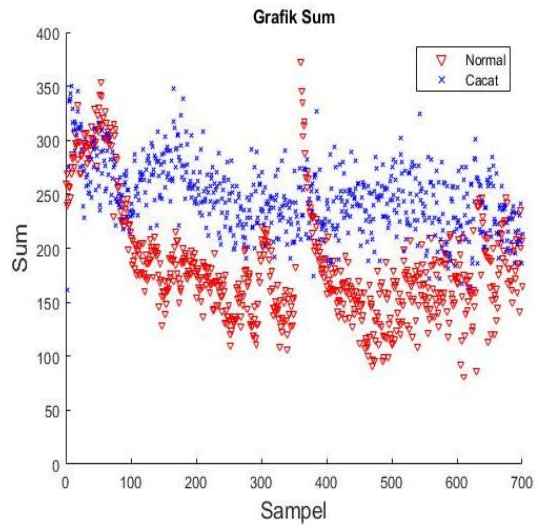
(k)



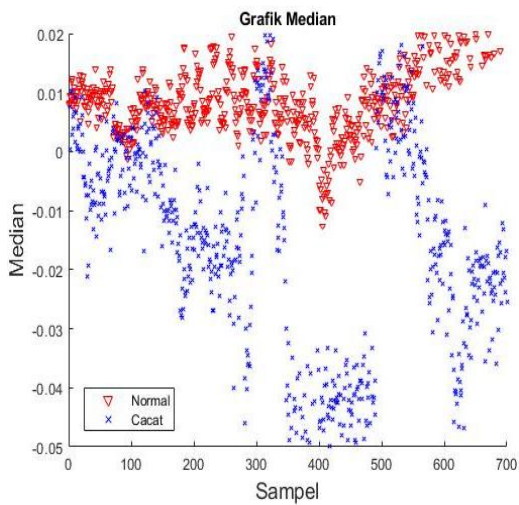
(l)



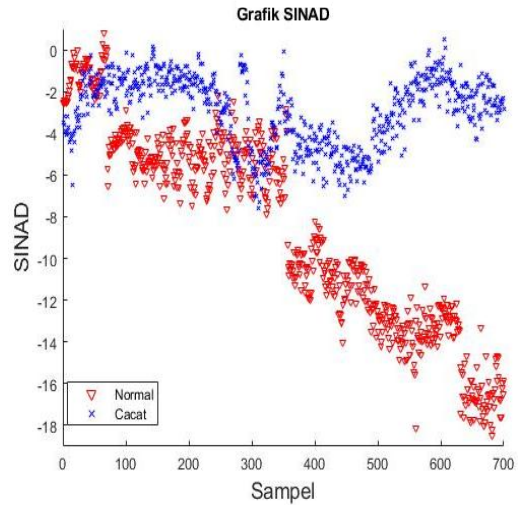
(m)



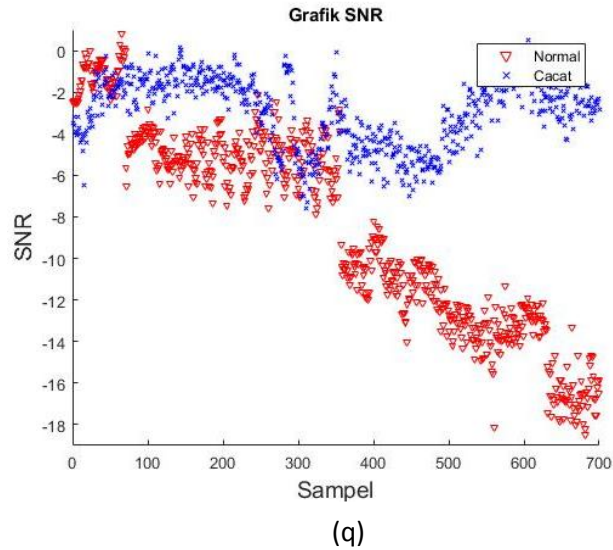
(n)



(o)



(p)



Gambar 4.3 Parameter statistik domain waktu (a) *Root Mean Square* (RMS), (b) *Standard Deviasi*, (c) *Peak Value*, (d) *Kurtosis*, (e) *Variance*, (f), *Crest Factor*, (g) *Mean*, (h) *Entropy*, (i) *Minimum*, (j) *Standart Error*, (k) *Skewness*, (l) *Max*, (m) *Range*, (n) *Sum*, (o) *Median*, (p) *Signal to Noise and Distortion Ratio* (Sinad), (q) *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Gambar 4.3 adalah hasil plot setelah di masukkan ke parameter statistik kemudian plot tersebut di seleksi secara visual dengan membedakan antara yang dapat memisahkan dua kondisi dengan baik dan yang tidak dapat memisahkan dua kondisi atau masih bercampur antar dua kondisi. Didapatkan analisa seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil Analisa Parameter Statistik

Nama Parameter Statistik	Hasil Analisa Parameter
<i>RMS, Standar Deviasi, Variance, Entropy, Standard Error</i>	Dapat memisahkan data getaran bantalan normal dengan bantalan cacat lintasan dalam dengan baik
<i>Peak Value, Kurtosis, Crest Factor, Minimum, Skewness, Median, SINAD, Maximum, Range, Mean, SUM</i>	Dapat digunakan untuk memisahkan data bantalan normal dan bantalan cacat tetapi belum sempurna karena masih terdapat data yang jauh dari kelompok sebaran data sejenisnya.

## 1.2 Klasifikasi Binary SVM

Setelah proses menyeleksi parameter selesai selanjutnya masuk ketahap klasifikasi *binary SVM* dengan metode *Fitcsvm* yang dilakukan dengan mengklasifikasikan dua kelas, dimana setiap kelasnya memiliki 700 set data. Sehingga total *input* data sejumlah 1400 data. Terdapat dua tahapan yang dilakukan, diantaranya proses *training* dan *testing*. Total data input yang dimiliki kemudian dipisahkan, sehingga 1000 set data untuk proses *training* dan 400 set data untuk proses *testing*.

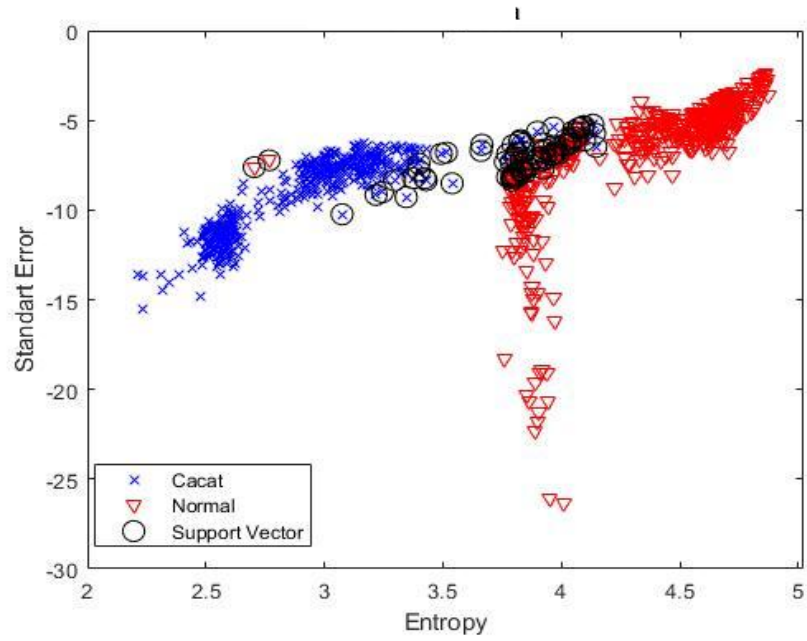
Proses *training* adalah proses dimana tahap pembentukan model klasifikasi. Pada model ini dibuat dari 1000 set data *training* yang digolongkan terhadap kelasnya masing – masing. Proses ini menghasilkan model berupa *support vector*.

Proses *testing* adalah proses dimana data testing di evaluasi terhadap model klasifikasi yang dibuat. Sebanyak 400 set data *testing* dari 2 kelas menempati model klasifikasi dan menghitung tingkat akurasi dengan variasi *Kernel Fuction Radial Basis Function* (RBF), *Polynomial* dan *Linear*.

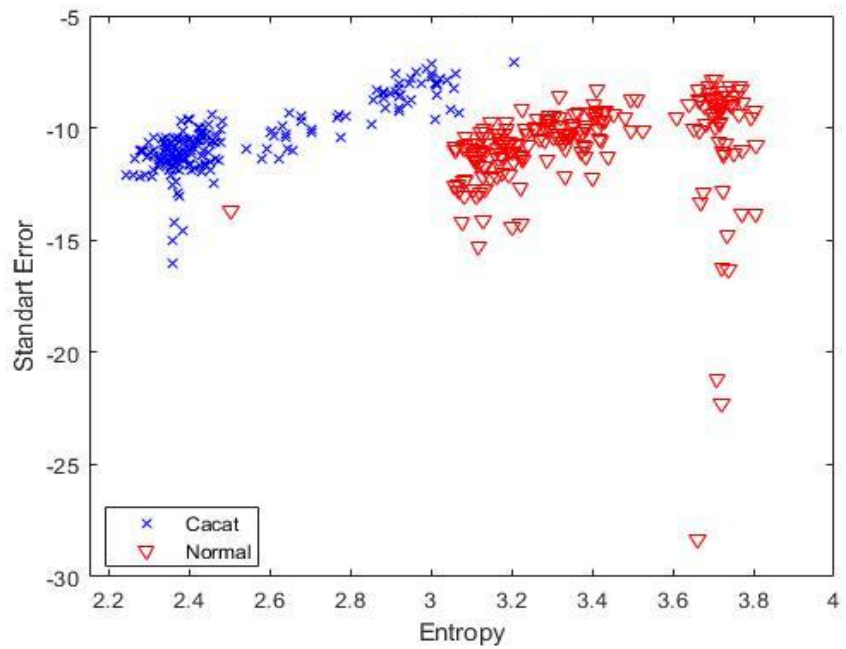
## 1.3 Hasil Klasifikasi Data Normal dan Cacat

### 1.3.1 Hasil Klasifikasi Parameter *Entropy* dengan *Standart Error*

Hasil klasifikasi data normal dan cacat dengan parameter statistik *Entropy* dengan *Standart Error* perbedaan antara dua kelas keliatan jelas karena *Entropy* adalah fungsi untuk menyatakan besaran keadaan mikroskopis sedangkan *Standart Error* adalah nilai rata-rata dari *standard deviasi*. Pada Gambar 4.4. Model *training* yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 (a) dan hasil *testing* ditunjukkan pada Gambar 4.4 (b). Pada dasarnya kedua gambar ini memiliki pola yang sama, karena pada proses *testing* SVM tidak membentuk model baru melainkan menempati model yang telah dibentuk pada proses *training*. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rapur dkk, (2016) menggunakan parameter stastistik *Entropy* dengan *Standart Error* dapat memisahkan dua kelas dengan baik. Hal ini sesuai dengan metode yang diusulkan oleh peneliti.



(a)

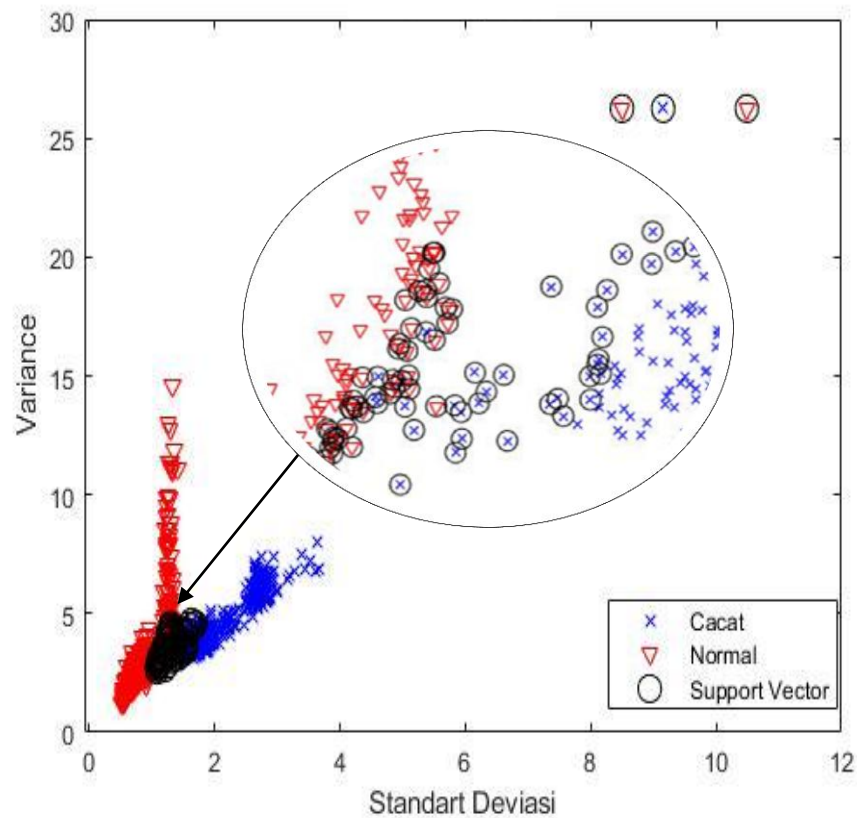


(b)

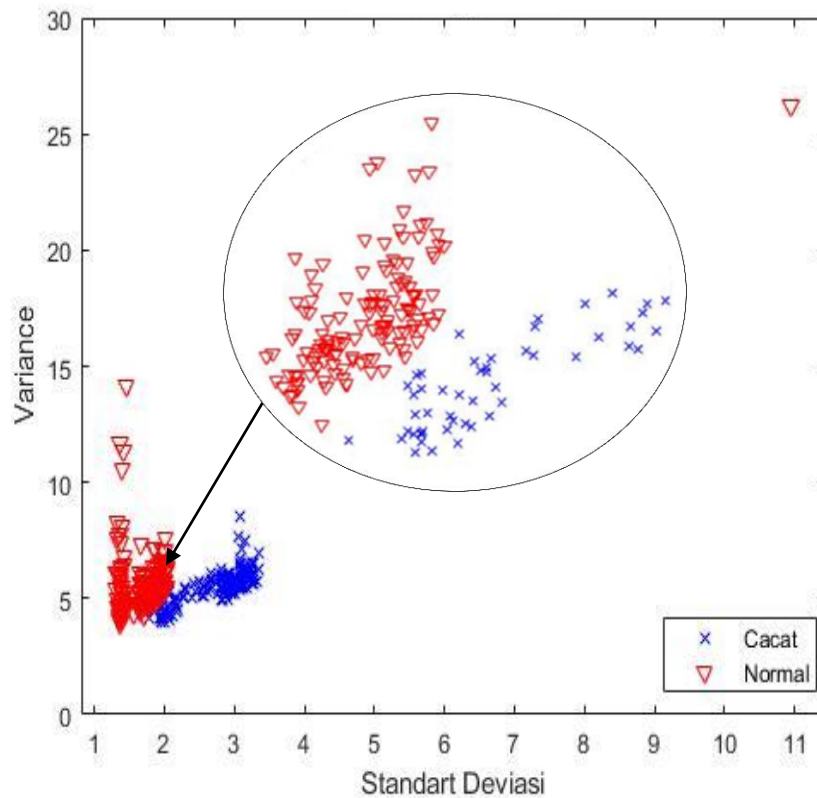
Gambar 4. 4 (a) *Training* data normal dan cacat (b) Hasil *testing* data normal dan cacat

### 1.3.2 Hasil Klasifikasi Parameter *Standart Deviasi* dengan *Variance*

Hasil klasifikasi data normal dan cacat dengan parameter statistik *Standart Deviasi* dengan *Variance* perbedaan antara dua kelas keliatan jelas karena *Standart Deviasi* adalah daya yang terkandung dalam sinyal getaran sedangkan *Variance* adalah parameter statistik yang menunjukkan seberapa jauh kumpulan data tersebar yang dirumuskan sebagai nilai kuadrat dari nilai *standart deviasinya*. Seperti pada Gambar 4.5. Model *training* yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 (a) dan hasil *testing* ditunjukkan pada Gambar 4.5 (b). Hal ini sesuai dengan metode yang sebelumnya digunakan oleh Rapur dkk, (2016) bahwa parameter statistik *Standart Deviasi* dengan *Variance* dapat digunakan untuk klasifikasi cacat pada bantalan.





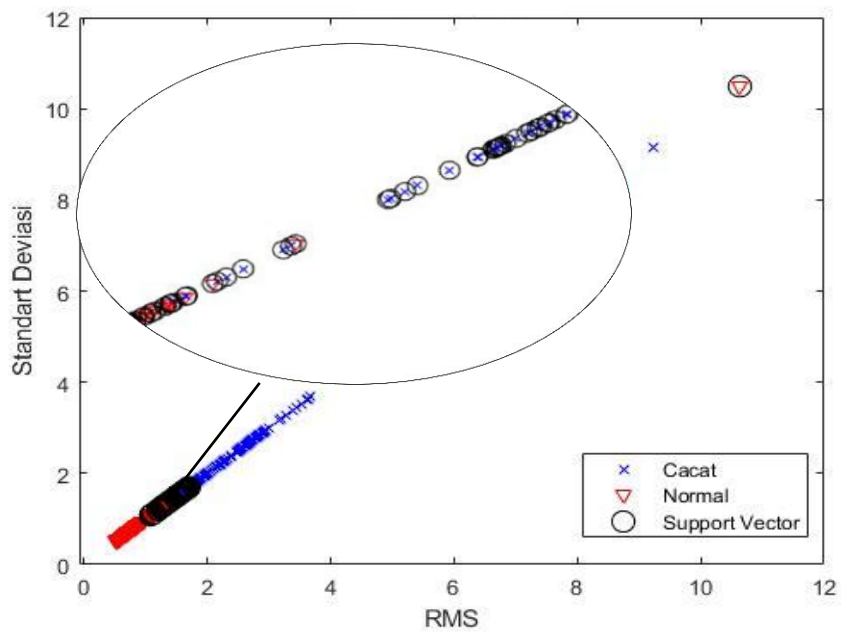


(b)

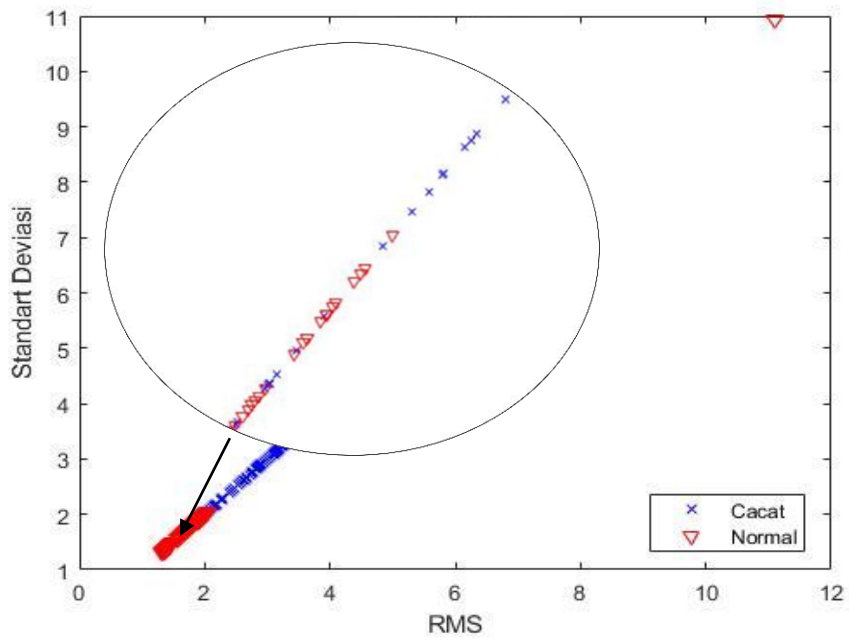
Gambar 4. 5 (a) *Training* data normal dan cacat (b) Hasil *testing* data normal dan cacat

### 1.3.3 Hasil Klasifikasi Parameter RMS dengan *Standart Deviasi*

Hasil klasifikasi data normal dan cacat dengan parameter statistik RMS dengan *Standart Deviasi* perbedaan antara dua kelas kelihatan jelas tapi masih ada sedikit data yang bercampur karena RMS adalah akar kuadrat dari rata-rata nilai kuadrat dari gelombang sinyal getaran, seperti pada Gambar 4.6. Model *training* yang ditunjukkan pada Gambar 4.16 (a) dan hasil *testing* ditunjukkan pada Gambar 4.6 (b). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fathurrohman dkk, (2017) menunjukkan parameter stastistik RMS dengan *Standart Deviasi* dapat memisahkan dua kelas dengan baik. Hal ini sesuai dengan yang di usulkan peneliti yang ingin membuktikan parameter tersebut baik digunakan untuk klasifikasi cacat pada bantalan.



(a)



(b)

Gambar 4. 6 (a) *Training* data normal dan cacat (b) Hasil *testing* data normal dan cacat

#### 1.4 Klasifikasi *Binary SVM*

Hasil klasifikasi SVM biasanya dapat dilihat pada visualisasi hasil klasifikasi. Namun untuk mengetahui tingkat akurasi dengan variasi *kernel* tidak dapat dilakukan dengan pengamatan secara visual. Untuk itu pada proses *testing* berfungsi sebagai indikator keberhasilan sebuah klasifikasi. Pada proses *testing*, hal yang paling utama dilakukan adalah memberikan hasil analisa dan perhitungan tingkat akurasi. Nilai ini diukur berdasarkan bagaimana set data yang digunakan dalam proses testing dapat menempati posisinya sesuai penggolongan kelas yang ada pada model klasifikasi. Semakin banyak data yang berada di dalam kelasnya maka tingkat akurasi klasifikasi semakin besar. Tingkat akurasi ketiga hasil klasifikasi *binary SVM* dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil tingkat akurasi dari kombinasi parameter dengan fungsi *kernel*

<b>No</b>	<b>Kombinasi Parameter Statistik</b>	<b>Akurasi Kernel Linear</b>	<b>Akurasi Kernel RBF</b>	<b>Akurasi Kernel Polynomial</b>
<b>1</b>	<i>Entropy dengan Standart Error</i>	100%	100 %	100 %
<b>2</b>	<i>Standart Deviasi dengan Variance</i>	99,75%	100%	100 %
<b>3</b>	<i>RMS dengan Standart Deviasi</i>	99,50 %	99,25 %	99,50 %