

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1. Bahan Penelitian

3.1.1. Pendahuluan

Data yang akan digunakan dalam skripsi ini adalah data *vibrasi* dari eksperimen uji *bearing* yang menghasilkan data *run to failure*. Data diunduh dari *Institute of Electrical and Electronic Engineers* melalui penyimpanan data oleh Patrick Nectoux, Rafael Gouriveau, dan Kamal Mejaher dari *Prognostics and Health Management, FEMTO-ST Institute*. Pengujian dilakukan dengan 3 kondisi operasi *bearing* yang berbeda, kecepatan masing-masing *bearing* mulai dari 1500 – 1800 rpm dan beban *bearing* mulai dari 4000 – 5000 N.

3.1.2. Data Vibrasi

Data vibrasi yang digunakan dalam skripsi ini diperoleh dari pengembangan data vibrasi yang mempresentasikan perambatan cacat dari elemen bergulir pada *bearing* yang didukung oleh program MATLAB. Sinyal getaran berasal dari 12 akselerometer secara *horizontal* dan *vertical*. Sinyal getaran dikumpulkan setiap 10 detik dengan batas data sampling sebesar 2560 sampel dan frekuensi getaran sebesar 25,6 kHz.

Data vibrasi yang akan digunakan terdiri dari 24 *bearing* yang kemudian akan dibagi kedalam 3 data set sesuai dengan kondisi dan arah sinyal. Pada kondisi *bearing* pertama pada data set 1 memiliki kecepatan sebesar 1800 rpm dengan beban sebesar 5000 N, pada kondisi *bearing* kedua pada data set 2 memiliki kecepatan 1650 rpm dengan beban sebesar 4200 N, dan pada kondisi *bearing* ketiga pada data set 3 memiliki kecepatan 1500 rpm dengan beban sebesar 4000 N. Berikut merupakan data vibrasi *bearing* yang terbagi kedalam 3 data set:

1. Data set 1

Pada data set 1 terdiri dari 7 bearing yang dimana masing-masing bearing memiliki 2 arah yang berbeda yaitu, bearing 1 arah horizontal, bearing 1 arah vertical, bearing 2 arah horizontal, bearing 2 arah vertical, bearing 3 arah horizontal, bearing 3 arah vertical, bearing 4 arah horizontal, bearing 4 arah vertical, bearing 5 arah horizontal, bearing 5 arah vertical, bearing 6 arah horizontal, bearing 6 arah vertical, bearing 7 arah horizontal, dan bearing 7 arah vertical. Setiap satu titik pengukuran terdapat 2560 pengukuran vibrasi yang setiap titiknya diukur dalam waktu yang berbeda. Berikut adalah salah satu contoh data vibrasi bearing ke- 1 pada data set 1 dari $t = 2010.12.01.09.39.39$ sampai ke- $t = 2010.12.01.17.26.29$ disajikan pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Vibrasi Bearing 1 untuk Data set 1

	<i>Bearing 1</i>	
	$t = 2010.12.01.09.39.39$	
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	0.552	-0.146
2	0.501	-0.48
3	0.138	0.435
⋮	⋮	⋮
2559	-0.23	-0.762
2560	-0.134	0.541
	$t = 2010.12.01.09.39.49$	
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	-0.146	-0.043
2	-0.48	0.313
3	0.435	-0.388
⋮	⋮	⋮
2559	0.082	0.174
2560	0.669	-0.125
	⋮	

Sumber: *Prognostics and Health Management, FEMTO-ST Institute*

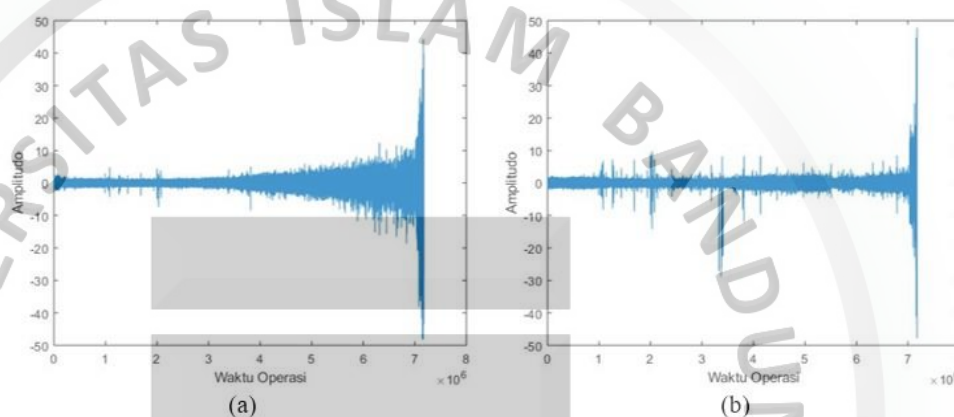
*)Keterangan: t = tahun.bulan.tanggal.jam.menit.detik

Tabel 3.1 Data Vibrasi *Bearing 1* untuk Data set 1 (Lanjutan)

	t = 2010.12.01.17.26.29	
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	0.656	5.87
2	-1.217	1.235
3	-2.192	-14.327
⋮	⋮	⋮
2559	-3.578	2.146
2560	-2.709	0.47

Sumber: *Prognostics and Health Management, FEMTO-ST Institute*

*)Keterangan: t = tahun.bulan.tanggal.jam.menit.detik



Gambar 3.1 Plot Data Vibrasi pada data set 1 (a) *bearing* ke-1 arah *horizontal* dan (b) *bearing* ke-1 arah *vertical*

Pada Gambar 3.1 diatas merupakan plot data vibrasi pada dasaset 1 *bearing* ke-1 arah *horizontal* dan *vertical* dari $t = 2010.12.01.09.39.39$ sampai ke- $t = 2010.12.01.17.26.29$. Tanda plus (+) menandakan bunyi pada vibrasi yang terdeteksi semakin besar, sedangkan tanda minus (-) menandakan bunyi getaran yang terdeteksi semakin kecil.

2. Data set 2

Pada data set 2 terdiri dari 3 *bearing* yang dimana masing-masing *bearing* memiliki 2 arah yang berbeda yaitu, *bearing* 1 arah *horizontal*, *bearing* 1 arah *vertical*, *bearing* 2 arah *horizontal*, *bearing* 2 arah *vertical*, *bearing* 3 arah *horizontal*, dan *bearing* 3 arah *vertical*. Setiap satu titik pengukuran

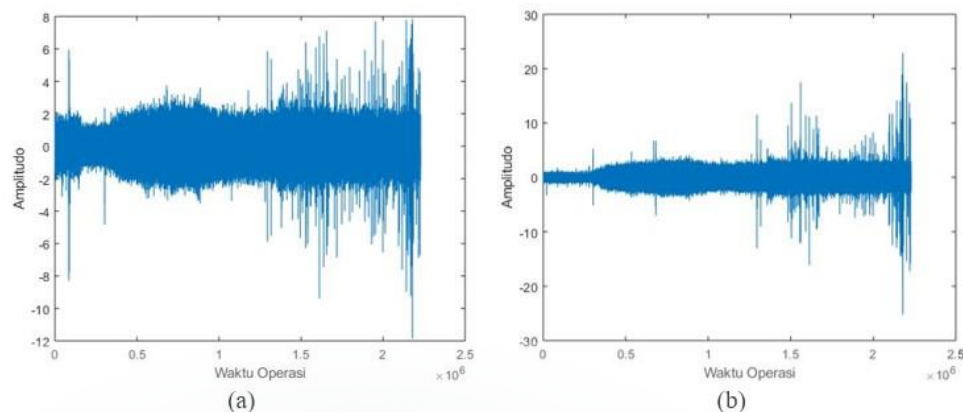
terdapat 2560 pengukuran vibrasi yang setiap titiknya diukur dalam waktu yang berbeda.

Berikut adalah salah satu contoh data vibrasi *bearing* ke- 1 pada dataset 2 dari $t = 2011.05.06.08.14.15$ sampai ke- $t = 2011.05.06.10.45.55$ disajikan pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Data Vibrasi *Bearing 1* untuk Data set 2

<i>Bearing 1</i>		
$t = 2011.05.06.08.14.15$		
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	-0.391	0.011
2	0.292	0.133
3	0.596	0.024
⋮	⋮	⋮
2559	-1.125	0.274
2560	-0.511	0.17
$t = 2011.05.06.08.14.25$		
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	-0.142	-0.755
2	0.553	-0.652
3	0.511	0.602
⋮	⋮	⋮
2559	-0.948	0.292
2560	-0.602	0.322
	⋮	
$t = 2011.05.06.10.45.55$		
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	0.733	-0.579
2	-0.666	1.415
3	1.572	-1.034
⋮	⋮	⋮
2559	0.936	-3.488
2560	0.026	5.154

Sumber: *Prognostics and Health Management, FEMTO-ST Institute*
 *)Keterangan: t = tahun,bulan,tanggal,jam,menit,detik



Gambar 3.2 Plot Data Vibrasi pada data set 2 (a) *bearing* ke-1 arah *horizontal* dan (b) *bearing* ke-1 arah *vertical*

Pada Gambar 3.2 diatas merupakan plot data vibrasi pada data set 2 *bearing* ke-1 arah *horizontal* dan *vertical* dari $t = 2010.12.01.09.39.39$ sampai ke- $t = 2010.12.01.17.26.29$.

3. Data set 3

Pada data set 3 terdiri dari 2 *bearing* yang dimana masing-masing *bearing* memiliki 2 arah yang berbeda yaitu, *bearing* 1 arah *horizontal*, *bearing* 1 arah *vertical*, *bearing* 2 arah *horizontal*, dan *bearing* 2 arah *vertical*. Setiap satu titik pengukuran terdapat 2560 pengukuran vibrasi yang setiap titiknya diukur dalam waktu yang berbeda.

Berikut adalah salah satu contoh data vibrasi *bearing* ke- 1 pada data set 3 dari $t = 2011.04.07.09.10.39$ sampai ke- $t = 2011.04.07.10.36.19$ disajikan pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Data Vibrasi *Bearing 1* untuk Data set 3

	<i>Bearing 1</i>	
	$t = 2011.04.07.09.10.39$	
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	0.338	-0.263
2	0.278	0.285
3	0.143	0.59
⋮	⋮	⋮
2559	0.642	-0.042
2560	0.088	-0.121

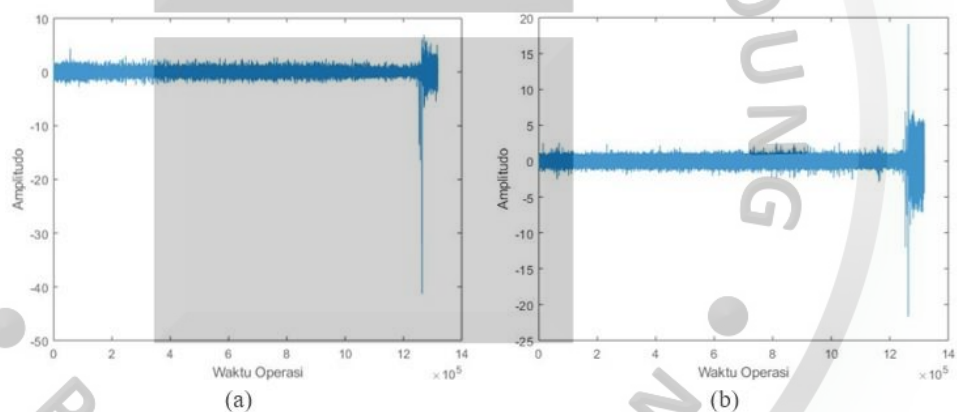
Sumber: *Prognostics and Health Management, FEMTO-ST Institute*

Tabel 3.3 Data Vibrasi *Bearing 1* untuk Data set 3 (Lanjutan)

	<i>t</i> = 2011.04.07.09.10.49	
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	0.236	-0.221
2	0.114	-0.499
3	-0.512	-0.087
	⋮	⋮
2559	-0.438	-0.255
2560	-0.644	-0.009
	<i>t</i> = 2011.04.07.10.36.19	
	<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1	-0.097	0.508
2	0.507	-0.987
3	0.28	-0.175
	⋮	⋮
2559	-0.298	-1.069
2560	-0.225	0.011

Sumber: *Prognostics and Health Management, FEMTO-ST Institute*

*)Keterangan: *t* = tahun,bulan,tanggal,jam,menit,detik



Gambar 3.3 Plot Data Vibrasi pada data set 3 (a) *bearing* ke-1 arah *horizontal* dan (b) *bearing* ke-1 arah *vertical*

Pada Gambar 3.3 diatas merupakan plot data vibrasi pada data set 3 *bearing* ke-1 arah *horizontal* dan *vertical* dari $t = 2011.04.07.09.10.39$ sampai ke- $t = 2011.04.07.10.36.19$.

3.2. Metode

Adapun prosedur dan teknis pengolahan yang dilakukan dalam skripsi ini untuk menentukan model survival menggunakan SVR adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai RMS pada data vibrasi *bearing* FEMTO.

2. Menentukan *time-to-failure* dengan mendeteksi data pertama yang melebihi *threshold* 1 pada setiap *bearing*.
3. Transformasi *time-to-failure* menjadi menit, jam, dan hari.
4. Menghitung Estimasi Kaplan-Meier dengan data *time-to-failure* menggunakan persamaan (2.8) dengan bantuan *software Microsoft Excel*.
5. Menghitung Estimasi Kegagalan PDF dengan data *time-to-failure* menggunakan persamaan (2.11) dengan bantuan *software Microsoft Excel*.
6. Menghitung probabilitas survival dari rata-rata Estimasi Kaplan-Meier dan Estimasi Survival PDF.
7. Membagi data hasil survival menjadi data *training* dan data *testing*, dimana data *training* tersebut akan dijadikan target vektor pada SVR.
8. Menentukan nilai C , fungsi kernel dan parameternya, kemudian menghitung nilai RMSE.
9. Mencari nilai w dan b menggunakan data *training* untuk membentuk persamaan SVR dengan bantuan *software Matlab*.
10. Kemudian dengan persamaan SVR yang telah terbentuk dapat digunakan untuk memprediksi data *testing*.
11. Menghitung nilai R^2 .