

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Gangguan Motor Lube Oil Bfpt Pump

PT UBJ O & M PLTU Rembang pernah mengalami kegagalan motor induksi 3 fasa pada *Motor Lube Oil Bfpt Pump* seperti yang di perlihatkan pada gambar 4.1 adanya indikasi gangguan pada *Motor Lube Oil Bfpt Pump* terjadi pada tanggal 28 Juli 2016



Gambar 4.1 *Motor Lube Oil Bfpt Pump*

## 4.2. Spesifikasi Motor Lube Oil Bfpt Pump

Tabel 4.1. Spesifikasi Motor Lube Oil Bfpt Pump

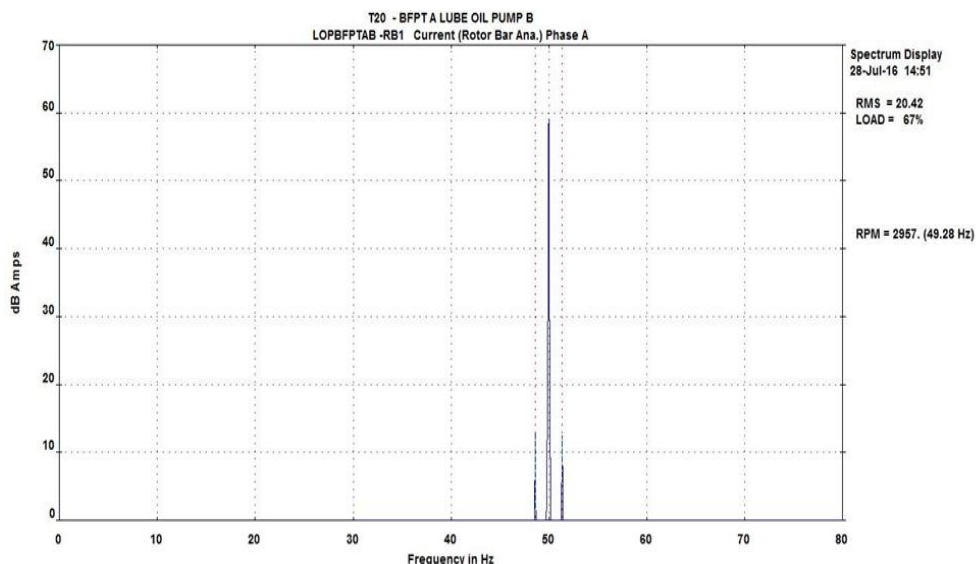
Nama Peralatan	Motor Lube Oil Bfpt Pump
Daya	18,5 Kw
Tegangan	400 Volt
Arus Normal	33.9 Ampere
Rotasi	2930 RPM
Frekuensi	50 Hz

### 4.3. Hasil Uji MCSA pada tanggal 28 Juli 2016

Berdasarkan pengambilan data MCSA pada tanggal 28 Juli 2016 maka dapat di lakukan analisis :

#### 4.3.1. Analisis data rotor bar pada saat gangguan (rotor bar broken)

Analisis rotor bar di lakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan pada rotor bar. Spektrum arus pada domain frekuensi dapat di tunjukan seperti pada gambar 4.2 sebagai berikut



Gambar 4.2. Spektrum Probe MCSA pada saat gangguan

Untuk menghitung analisa rotor (broken rotor bar) terlebih dahulu kita menghitung besarnya frekuensi running speed dengan menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$F_{\text{running speed}} = \frac{\text{Rotary per minute (Rpm)}}{60 \text{ second/min}}$$

$$F_{\text{running speed}} = \frac{2957(\text{Rpm})}{60 \text{ second/min}}$$

$$F_{\text{running speed}} = 49,28 \text{ Hz}$$

Setelah di ketahui besarnya frekuensi running speed sebesar 49,26 Hz, maka untuk mengetahui besarnya nilai frekuensi synchronous speed (frekuensi slip) di gunakan persamaan 2.3 sehingga di dapat hasil sebagai berikut :

$$F_{\text{slip}} = \frac{2 \times \text{line frequency}}{\text{poles}}$$

$$F_{\text{slip}} = \frac{2 \times 50 \text{ Hz}}{2}$$

$$F_{\text{slip}} = 50 \text{ Hz}$$

Dengan menghitung besarnya frekuensi running speed dan frekuensi synchronous speed (frekuensi slip ) maka dapat di tentukan besarnya frekuensi side band yang terjadi di sekitar line frekuensi dengan menggunakan persamaan 2.15 yang besarnya :

$$F_{\text{sideband}} = (F_{\text{synchronous}} - F_{\text{running speed}}) \times \text{poles}$$

$$F_{\text{sideband}} = (50 \text{ Hz} - 49,28 \text{ Hz}) \times 2$$

$$F_{\text{sideband}} = (0,72 \text{ Hz} ) \times 2$$

$$F_{\text{sideband}} = 1,44 \text{ Hz}$$

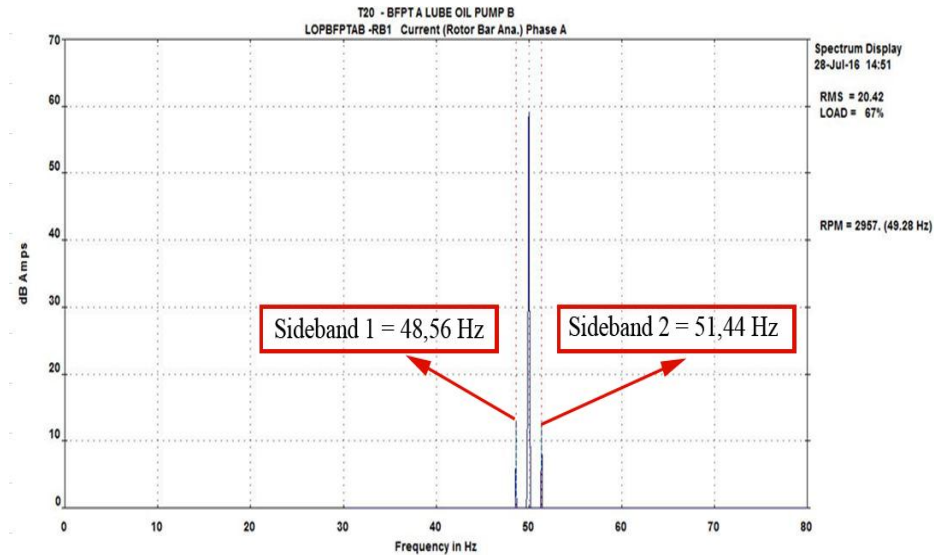
Berdasarkan nilai frekuensi sideband sebesar 1,44 Hz, maka dapat di artikan bahwa sideband yang muncul di sekitar line frekuensi besarnya adalah :

$$F_{\text{sideband}_2} = \text{Linefrekuensi} \pm \text{frekuensi sideband yang timbul} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$F_{\text{sideband}_1} = 50 \text{ Hz} - 1,44 \text{ Hz} = 48,56 \text{ Hz}$$

$$F_{\text{sideband}_2} = 50 \text{ Hz} + 1,44 \text{ Hz} = 51,44 \text{ Hz}$$

Besarnya nilai Frekuensi sideband yang muncul di antara line frekuensi dapat di tunjukan pada gambar 4.3 sebagai berikut :



Gambar 4.3. Spektrum Probe MCSA pada saat gangguan

Sedangkan untuk mengetahui indikasi kerusakan rotor bar (broken rotor bar ) dapat di lihat besarnya penurunan yang terjadi antara line frekuensi dengan frekuensi side band. penentuan ada dan tidaknya kerusakan rotor harus sesuai dengan tabel standard dari EASA seperti yang di tunjukan pada tabel 2.17

Dengan membandingkan hasil analisa pada low frekuensi dengan tabel standar dari EASA dapat di lihat bahwa degradation pada kurva spectrum bernilai 44,55 db seperti yang terlihat pada gambar 4.6 sehingga dapat di katakan bahwa motor Lube Oil Bfpt Pump tersebut teridentifikasi adanya kerusakan rotor bar

#### 4.3.2. Data Arus Tidak Seimbang Saat Terjadi Gangguan

Hasil Pengukuran dengan probe MCSA pada ketiga fasa didapat :

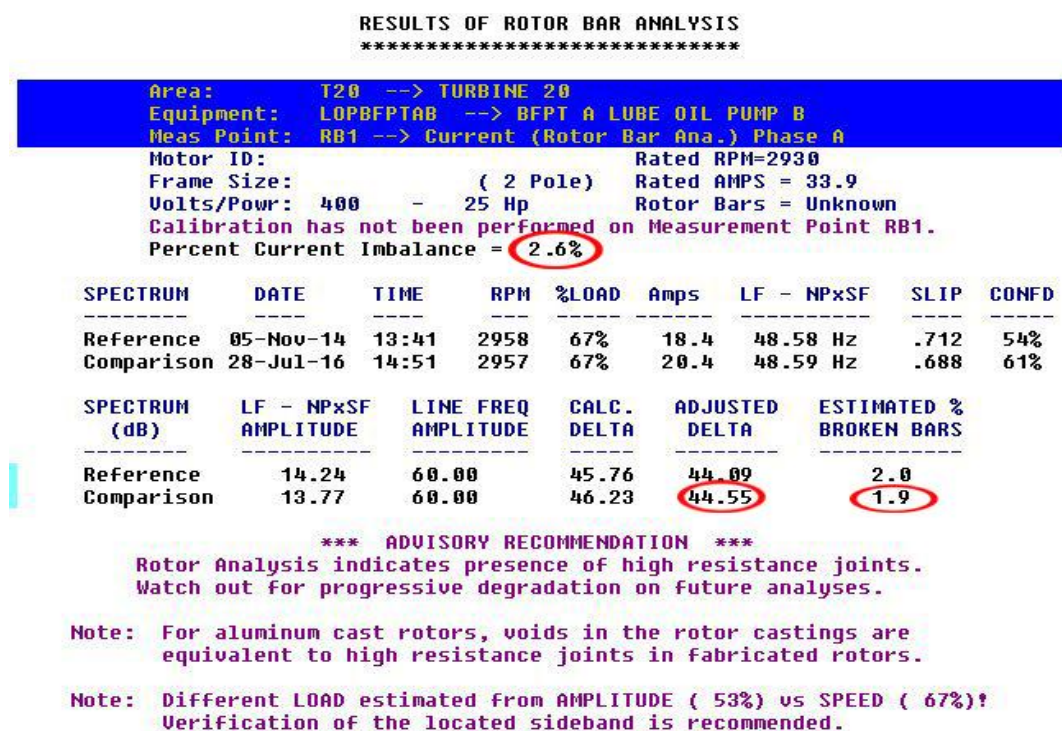
Tabel 4.2. Data arus ketiga fasa saat gangguan

A	Fasa R	20,97 Ampere
B	Fasa S	21,33 Ampere
C	Fasa T	20,05 Ampere

Dari nilai ketiga fasa diatas terlihat bahwa arus antar fasa tidak seimbang atau *current unbalance*, sehingga data tersebut harus dianalisa lebih lanjut menggunakan *software AMS Suite Health Machinery*.

Data yang dianalisa dan diolah kedalam *oftware AMS Suite Health Machinery* merupakan hasil pengukuran dengan CSI 2130 yang menunjukkan arus tidak seimbang antar fasanya. Apabila hasil pengukuran MCSA dengan CSI 2130 menghasilkan kondisi normal maka data tidak diolah dan dianalisa lebih lanjut dengan *software AMS Suite Health Machinery*, namun *monitoring* tetap dilakukan sesuai jadwal pengecekan secara periodik.

Berikut hasil analisis prosentase arus tidak seimbang dari *Motor Lube Oil Bfpt Pump* ketika terjadi gangguan yang dianalisa menggunakan *software AMS Health Machinery* :



Gambar 4.4. Hasil Analisa *AMS Suite Health Machinery* pada saat gangguan

Dari hasil Analisis *AMS Suite Health Machinery* pada *Motor Lube Oil Bfpt Pump* maka didapat data sebagai berikut :

- a. *Percent Current Unbalance* = 2,6 %
- b. Calc. Delta (dB) = 44,55
- c. Broken Bars = 1,9

Perhitungan Arus Tidak Seimbang Saat Terjadi Gangguan

$$\% \text{ Unbalance} = \frac{\text{I Maximum deviation} - \text{I average}}{\text{I average}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Unbalance} = \frac{\text{I Tertinggi} - \text{I Rata-rata}}{\text{I Rata-rata}} \times 100\%$$

Tabel 4.3. Data arus ketiga fasa saat gangguan

A	Fasa R	20,97 Ampere
B	Fasa S	21,33 Ampere
C	Fasa T	20,05 Ampere

- I Max = 21,33
- I rata-rata =  $(20,97 + 21,33 + 20,05) / 3 = 20,78$
- I rata-rata = 20,78

$$\% \text{ Unbalance} = \frac{21,33 - 20,78}{20,78} \times 100\%$$

- % Unbalance = 2,6 %

#### 4.3.3. Analisa Pembahasan Arus Unbalance Saat Terjadi Gangguan

Dari hasil data percobaan didapat persen arus *unbalance* sebesar 2,6 %. Dari industri motor telah menentukan level yang diizinkan untuk persen arus tidak seimbang tidak melebihi 10 % . Terjadi ketidak seimbangan arus antar fasa pada motor induksi tiga fasa dapat mempengaruhi besarnya nilai tegangan dan hambatan pada motor. Sesuai hukum ohm yang ada yaitu :

Dimana  $I$  = Arus (Ampere)

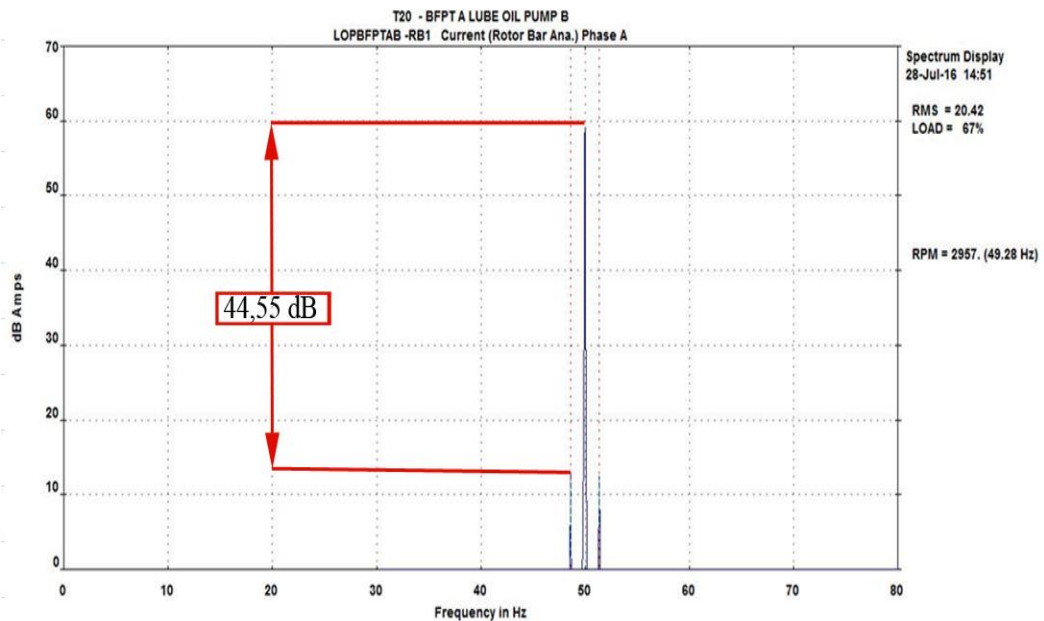
$V$  = Tegangan (Volt)

$R$  = Hambatan (Ohm)

Dengan semakin besar nilai arus , maka tegangan akan semakin besar dan hambatan akan semakin kecil dan begitupun sebaliknya. Jika salah satu fasa R,S, dan T ada yang mengalami *over current* maka dapat menyebabkan *over voltage*, apabila hal ini terjadi maka akan menyebabkan *over heating*. Dan apabila ada arus yang kecil pada salah satu fasa, maka kemungkinan hambatan akan semakin besar dan hal ini juga dapat menyebabkan *over heating* . Sehingga dari CBM (*Condition Based Maintenance*) memberikan rekomendasi untuk dilakukan pengecekan terminasi terkait dengan kondisi suhu motor. Selain itu juga besar kecilnya hambatan juga mempengaruhi arus dan tegangan sehingga dari CBM memberikan rekomendasi untuk dilakukan pengecekan *resistance winding* .

#### 4.3.4. Analisa pembahasan Kerusakan Rotor Bar Saat Terjadi Gangguan

Estimasi *Broken Bars* adalah 1,9. Jika estimasinya semakin besar maka kondisi *rotor bar* semakin jelek . Kondisi kerusakan *rotor bar* dapat dilihat seperti yang terlihat pada gambar 4.6 dari penguatan sinyal yang diperoleh ( $\Delta$ dB) yaitu 44,55 . Nilai tersebut didapat dari selisih antara frekuensi puncak dengan *lower side band* . Sesuai dengan standar dari *Electrical Apparatus Service Association* (EASA) maka data tersebut menunjukkan motor dalam kondisi *marginal condition*



Gambar 4.5. Gambar penunjuk dB / penguatan sinyal rotor bar rusak

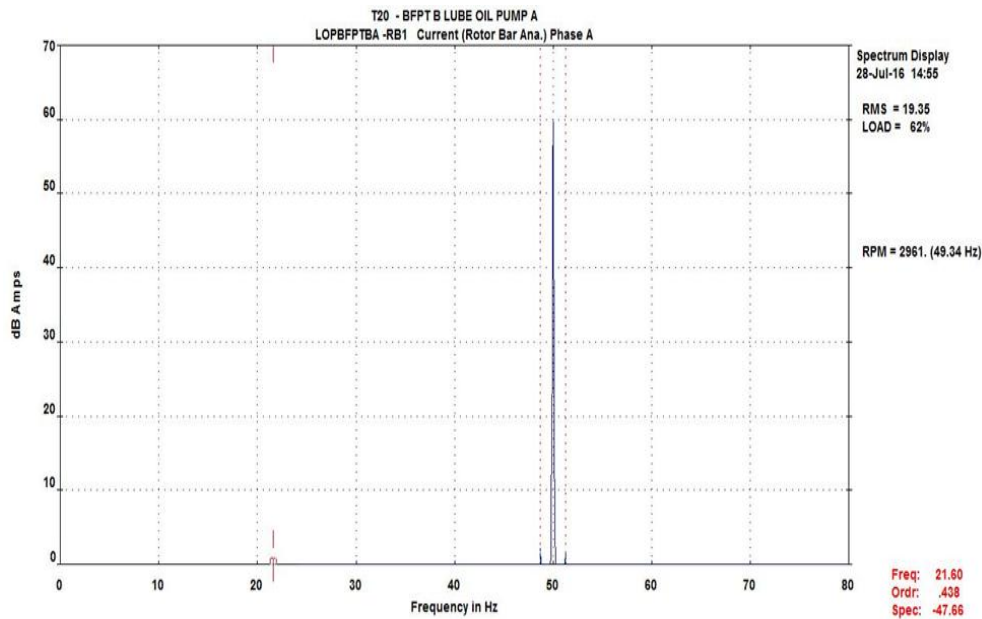
Apabila motor dalam kondisi *marginal condition* maka kondisi motor tersebut mendekati kondisi yang tidak baik, sehingga solusi yang diberikan atau direkomendasikan yaitu *monitoring* / pengecekan dilanjutkan dan dipantau perkembangannya. Apabila pada kondisi *monitoring* maka kemungkinan ada 1 *rotor bar* yang rusak atau patah, apabila kondisi *dangerous* maka ada lebih dari 1 rotor bar yang patah dan rekomendasi yang diberikan adalah motor segera dimatikan dan lakukan perbaikan.

#### 4.4. Hasil uji MCSA pada tanggal 28 Juli 2016

##### 4.4.1. Analisis data rotor bar degradation pada saat setelah perbaikan (rotor bar broken)

Analisis rotor bar degradation di lakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan pada rotor bar. Spektrum arus pada domain frekuensi dapat di tunjukan seperti pada gambar 4.7 sebagai berikut





Gambar 4.6. Spektrum Probe MCSA pada saat setelah perbaikan

Untuk menghitung analisa rotor (broken rotor bar) terlebih dahulu kita menghitung besarnya frekuensi running speed dengan menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$\text{Frunning speed} = \frac{\text{Rotary per minute (Rpm)}}{60 \text{ second}/\text{min}}$$

$$\text{Frunning speed} = \frac{2961(\text{Rpm})}{60 \text{ second}/\text{min}}$$

$$\text{Frunning speed} = 49,34 \text{ Hz}$$

Setelah di ketahui besarnya frekuensi running speed sebesar 49,34 Hz, maka untuk mengetahui besarnya nilai frekuensi synchronous speed (frekuensi slip) di gunakan persamaan 2.3 sehingga di dapat hasil sebagai berikut :

$$\text{Fslip} = \frac{2 \times \text{line frequency}}{\text{poles}}$$

$$\text{Fslip} = \frac{2 \times 50 \text{ Hz}}{2}$$



#### 4.4.2. Data Arus Unbalance Setelah perbaikan

Hasil pengukuran arus dengan *Clamp Ampere Motor Lube Oil Bfpt Pump* setelah perbaikan :

Tabel 4.4. Data arus ketiga fasa setelah perbaikan

A	Fasa R	20,44 Ampere
B	Fasa S	20,47 Ampere
C	Fasa T	20,30 Ampere

Tabel 4.3. Data arus ketiga fasa setelah perbaikan

Hasil arus diatas sudah seimbang antar ketiga fasanya, namun untuk memastikan perkembangan kondisi analisis *rotor bar* , maka data diolah dan dianalisa menggunakan *software AMS Suite Machinery* .

Berikut hasil grafik dari data *Motor Lube Oil Bfpt Pump* yang dianalisa menggunakan *software AMS Health Machinery* :

Berikut hasil analisis prosentase arus tidak seimbang dari *Motor Lube Oil Bfpt Pump* setelah di lakukan perbaikan yang dianalisa menggunakan *software AMS Health Machinery* :

```

RESULTS OF ROTOR BAR ANALYSIS
*****
Area: T20 --> TURBINE 20
Equipment: LOPBFPTBA --> BFPT B LUBE OIL PUMP A
Meas Point: RB1 --> Current (Rotor Bar Ana.) Phase A
Motor ID:
Frame Size: ( 2 Pole) Rated RPM=2930
Volts/Power: 400 - 25 Hp Rated AMPS = 33.9
Rotor Bars = Unknown
Calibration has been performed on RB1.
The adjusted Full Load Amps is now 32.2
Percent Current Imbalance = 0.3%

```

SPECTRUM	DATE	TIME	RPM	%LOAD	Amps	LF - NPxSF	SLIP	CONFID
Reference	09-Mar-14	09:51	2957	65%	21.5	48.65 Hz	.636	72%
Comparison	28-Jul-16	14:55	2961	62%	19.3	48.70 Hz	.639	61%

SPECTRUM (dB)	LF - NPxSF AMPLITUDE	LINE FREQ AMPLITUDE	CALC. DELTA	ADJUSTED DELTA	ESTIMATED % BROKEN BARS
Reference	3.58	60.00	56.42	54.25	0.6
Comparison	2.48	60.00	57.52	55.16	0.6

Note: Different LOAD estimated from AMPLITUDE ( 53%) vs SPEED ( 62%)!  
Verification of the located sideband is recommended.

Gambar 4.8. Hasil Analisa *AMS Suite Health Machinery* setelah perbaikan

Dari gambar analisis *rotor bar analysis* pada *Motor Lube Oil Bfpt Pump* didapat data sebagai berikut =

- a. *Percent Current Unbalance* = 0,3 %
- b. Calc. Delta (dB) = 55,16
- c. Broken Bars = 0,6

Perhitungan Arus Tidak Seimbang Setelah Di Lakukan Perbaikan

$$\% \text{ Unbalance} = \frac{\text{I Maximum deviation} - \text{I average}}{\text{I average}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Unbalance} = \frac{\text{I Tertinggi} - \text{I Rata-rata}}{\text{I Rata-rata}} \times 100\%$$

Tabel 4.5. Data arus ketiga fasa setelah perbaikan

A	Fasa R	20,44 Ampere
B	Fasa S	20,47 Ampere
C	Fasa T	20,30 Ampere

- I Max = 20,47
- I rata-rata =  $(20,44 + 20,47 + 20,30) / 3 = 20,40$

I rata-rata= 20,40

$$\% \text{ Unbalance} = \frac{20,47 - 20,40}{20,40} \times 100\%$$

- % Unbalance = 0,3 %

#### 4.4.3. Analisa Pembahasan Arus Unbalance setelah perbaikan

Setelah *Motor Lube Oil Bfpt Pump* diperbaiki maka didapat persen arus *unbalance* 0,3 % (masih berada dibawah kisaran level maksimal yang diperbolehkan oleh industry yaitu 10%) maka dari itu arus antar fasa dapat dikatakan sudah seimbang dengan nilai

fasa R =20,44 Ampere

fasa S = 20,47 Ampere

fasa T =20,30 Ampere

Dari hasil data percobaan setelah di lakukan perbaikan didapat persen arus *unbalance* sebesar 0,3 % yang menunjukkan persentase *current unbalance* nya normal. Dari industri motor telah menentukan level yang diizinkan untuk persen arus tidak seimbang tidak melebihi 10 % . dapat mempengaruhi besarnya nilai tegangan dan hambatan pada motor. Sesuai hokum ohm yang ada yaitu

Dimana  $I =$  Arus (Ampere)

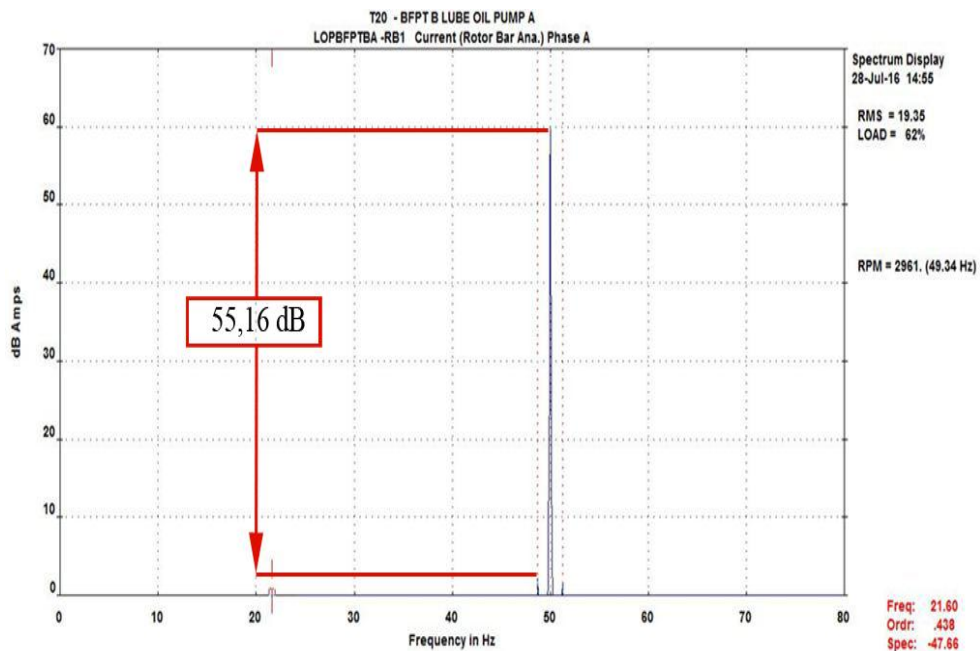
$V =$  Tegangan (Volt)

$R =$  Hambatan (Ohm)

Dengan semakin besar nilai arus , maka tegangan akan semakin besar dan hambatan akan semakin kecil dan begitupun sebaliknya. Jika salah satu fasa R,S, dan T ada yang mengalami *over current* maka dapat menyebabkan *over voltage*, apabila hal ini terjadi maka akan menyebabkan *over heating*. Dan apabila ada arus yang kecil pada salah satu fasa, maka kemungkinan hambatan akan semakin besar dan hal ini juga dapat menyebabkan *over heating* . Sehingga dari CBM (*Condition Based Maintenance*) memberikan rekomendasi untuk dilakukan pengecekan terminasi terkait dengan kondisi suhu motor. Selain itu juga besar kecilnya hambatan juga mempengaruhi arus dan tegangan sehingga dari CBM memberikan rekomendasi untuk dilakukan pengecekan *resistance winding* .

#### 4.4.4. Analisa Pembahasan Kerusakan Rotor Bar Setelah perbaikan

Setelah di lakukan perbaikan Estimasi *Broken Bars* yang semula Estimasi *Broken Bars* 1,9 saat terjadi kerusakan sekarang berubah menjadi 0,6 setelah di lakuka perbaikan itu menandakan motor menjadi normal . Jika estimasinya semakin besar maka kondisi *rotor bar* semakin jelek .



Gambar 4.9. Penunjuk dB / penguatan sinyal rotor bar rusak

Kondisi kerusakan *rotor bar* dapat dilihat dari penguatan sinyal yang diperoleh ( $\Delta$ dB) yaitu 55,16 kondisinya berubah setelah di lakukan perbaikan  $\Delta$ dB naik menjadi 55,16 maka kondisi motor di katakana normal statusnya sesuai dari standar EASA apabila nilai  $\Delta$ dB lebih dari 54 . Nilai tersebut didapat dari selisih antara frekuensi puncak dengan *lower side band* . Sesuai dengan standar dari *Electrical Apparatus Service Association* (EASA) maka data tersebut menunjukkan motor dalam kondisi *marginal condition*

**STANDART**  
**Electrical Apparatus Service Association**

<b>54 dB</b>	<b>Normal</b>
<b>45 - 54 dB</b>	<b>Marginal Condition</b>
<b>40 - 45 dB</b>	<b>Monitoring</b>
<b>&lt; 40 dB</b>	<b>Dangerous</b>

Gambar 4.10. Standard dari EASA

Selisih dB / Penguatan sinyal antara frekuensi puncak dan *side band* menurut EASA

- > 54 dB = Kondisi motor normal
- 45-54 dB = Kondisi motor *marginal condition* / kondisi secara umum, maka tindakan yang harus dilakukan adalah dilanjutkan pengecekan/*monitoring*
- 40-45 dB = Setidaknya ada satu broken rotor bar ( lakukan trending dan monitor terus )
- 40 dB Lebih dari satu broken rotor bar, maka direkomendasikan motor untuk dimatikan