

## PEMBUATAN PROTOTIP PEMANAS BEARING

Firman Silitonga  
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir- BATAN

## ABSTRAK

*Pembuatan prototip pemanas bearing. Telah dibuat pemanas bearing daya 1000 VA, 220 volt, dan frekuensi 50 Hz. Pemanas bearing terdiri dari kumparan primer dengan jumlah lilitan 230, inti besi berbentuk U dengan luas penampang 36 cm<sup>2</sup> dan inti besi melintang dengan luas penampangnya masing-masing 9 cm<sup>2</sup> dan 3 cm<sup>2</sup> dan isolasi. Inti besi melintang ini adalah tempat untuk memasukkan bearing motor listrik. Pemanas bearing adalah suatu alat listrik yang dapat digunakan untuk memanaskan bearing motor listrik dan sejenisnya. Bila kumparan primer dihubungkan dengan suplai tegangan 220 volt akan menginduksikan tegangan pada kumparan primer dan kumparan sekunder dimana bearing merupakan kumparan sekunder tertutup sehingga mengakibatkan bearing tersebut menjadi panas. Pemanas bearing ini telah dapat digunakan untuk memanaskan bearing motor listrik dengan diameter dalam 3 cm sampai dengan 6 cm dan diameter luar bearing maksimum 12 cm.*

*Kata kunci: bearing, pemanas, inti besi*

## ABSTRACT

*A prototype construction of bearing heater system. A bearing heater system has been successfully constructed using transformer-like method of 1000 VA power, 220 V primary voltage, and 50 Hz electrical frequency. The bearing heater consists of primary coil 230 turns, U-type and bar-type iron core with 36 cm<sup>2</sup>, 9 cm<sup>2</sup>, and 3 cm<sup>2</sup> cross-section, and electrical isolation. The bearing heater is used to enlarge the diameter of the bearing so that it can be easily fixed on an electric motor shaft during replacement because the heating is conducted by treating the bearing as a secondary coil of a transformer. This bearing heater can be used for bearing with 3 and 6 cm of inner diameter and 12 cm of maximum outside diameter.*

*Keyword: bearing, heater, iron core*

## PENDAHULUAN

Motor listrik banyak digunakan pada pompa-pompa listrik dan mesin-mesin produksi seperti mesin bubut, mesin frais dll. Motor listrik tersebut banyak mengalami kerusakan pada bearingnya. Untuk memperbaiki motor-motor listrik sering mengalami hambatan karena menggunakan palu plastik untuk memasukkan bearing motor listrik ke poros motor tersebut dan memerlukan waktu yang cukup lama serta sering bearing tersebut mengalami cacat atau rusak. Untuk mengatasi hal ini diperlukan pemanas bearing untuk memasukkan bearing motor listrik pada

porosnya. Alat pemanas bearing adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk memanaskan bearing motor listrik atau sejenisnya yang dapat ditempatkan pada inti besi melintang yang dapat dilepas setelah bearing tersebut panas dapat dimasukkan ke poros motor. Prinsip kerja pemanas bearing ini sama seperti transformator berdasarkan induksi magnetik. Alat pemanas bearing ini terdiri dari atas inti besi berbentuk U dan inti besi melintang yang dapat dilepas. Inti besi berbentuk U terbuat dari lapisan-lapisan besi tipis dengan tebal 1mm dengan luas penampang 36 cm<sup>2</sup> ditempatkan koker dengan 230 lilitan yang disebut dengan

kumparan primer. Kumparan primer ini dihubungkan dengan suplai tegangan. Inti besi melintang adalah tempat untuk memasukkan bearing motor listrik untuk dipanaskan dan ditempatkan diatas inti besi yang berbentuk U tersebut. Bearing yang ditempatkan pada inti besi melintang merupakan kumparan sekunder.

Bila kumparan primer ini dihubungkan ke tegangan suplai dan inti besi melintang terdapat bearing, maka arus listrik mengalir pada kumparan primer dan menginduksikan tegangan pada kumparan primer dan juga terjadi tegangan induksi pada kumparan sekunder (bearing motor listrik), karena kumparan sekunder merupakan satu lilitan tertutup maka terjadi arus listrik pada bearing dan suhunya naik serta mengakibatkan diameter bearing tersebut bertambah sehingga mudah dimasukkan kedalam poros motor tersebut.

Tujuan dari penggunaan pemanas bearing ini untuk mempermudah memasukkan bearing ke poros motor listrik dan juga untuk menghindari kerusakan bearing pada saat memasukkan bearing ke poros motor listrik. Dengan menggunakan alat ini lebih cepat dan praktis dibandingkan dengan menggunakan palu plastik untuk memasukkan bearing ke poros motor atau sejenisnya.

## TEORI

Pemanas bearing motor listrik ini pada umumnya terdiri dari ;

- Inti besi ( teras besi)
- Kumparan primer
- Kumparan sekunder (bearing yang ditempatkan pada inti besi melintang )

Teras inti besi merupakan bagian yang penting dari alat pemanas bearing ini untuk melewati fluks magnetik. Teras inti besi ini terbuat dari besi dengan tebal 1mm dan disusun sedemikian rupa sehingga membentuk penampang tertentu. Penampang tersebut harus

cukup besar untuk melewati fluks magnetis sehingga tidak terjadi panas.

Besarnya penampang inti besi yang diperlukan untuk alat pemanas, bergantung dari beberapa faktor yaitu tegangan primary, frekuensi , jumlah lilitan primer, dan daya listrik yang diperlukan .

Besarnya penampang inti besi efektif untuk teras segi panjang ialah<sup>[1]</sup> :

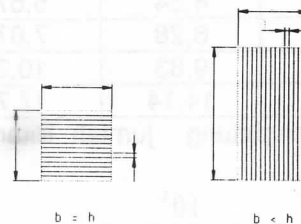
$$A_{ef} = 7 \sqrt{\frac{P_s}{f}} \dots\dots\dots 1)$$

Untuk menentukan lebar maksimum dari transformator adalah

$$b_{maks} \text{ (dalam cm) } = \sqrt{A_{efektif}} \dots\dots\dots 2)$$

Dalam hal ini  $b = h$

Bahwa penampang besi efektif dari sebuah transformator seperti pada Gambar 1.



Gambar 1

.Penampang efektif pemanas bearing  
Ukuran minimum (  $b_{minimum}$  )

$$b_{minimum} = 0,81 \sqrt{A_{efektif}}$$

dengan:

$A_{ef}$  = penampang inti besi efektif,  $cm^2$  .

$P_s$  = daya sekunder

$f$  = frekuensi, Herz.

Alat pemanas bearing ini mempunyai hanya satu kumparan yaitu kumparan primer sedangkan kumparan sekunder adalah bearing yang ditematkan pada inti besi melintang.

Untuk menentukan diameter kawat tembaga yang digunakan pada kumparan primer pemanas bearing sebagai berikut<sup>[1]</sup>

$$d_{cu} = 1,13 \sqrt{\frac{I}{J}} \dots\dots\dots 3)$$

dengan:  
 $d_{Cu}$  = diameter kawat email, mm  
 $I$  = arus listrik yang mengalir, Amper  
 $J$  = kerapatan arus, Amper/mm<sup>2</sup>

Dengan menggunakan rumus 3) ini diameter kawat email dapat dilihat pada Tabel 1 ini.

Tabel 1<sup>[2]</sup>.  
Diameter kawat email

Diameter Kawat email(mm)	Kerapatan arus per mm <sup>2</sup>	
	2 A	2,5 A
0,50	0,39	0,40
0,60	0,566	0,7
0,70	0,77	0,96
0,80	1,01	1,25
0,90	1,27	1,6
1,0	1,57	1,96
1,2	2,26	2,83
1,5	3,53	4,42
1,7	4,54	5,67
2,0	6,28	7,87
2,5	9,83	10,3
3,0	14,14	17,7

Untuk menghitung jumlah lilitan per volt<sup>[3]</sup>:

$$\frac{N}{V} = \frac{10^8}{4,44 \cdot f \cdot B \cdot A_{ef}} \dots\dots\dots 4)$$

dengan:  
 $B$  = induksi dalam inti besi biasanya 12000 Gauss  
 $f$  = frekuensi, Herz  
 $N$  = jumlah lilitan  
 $V$  = tegangan dalam volt

Resistansi listrik dari lilitan pemanas bearing adalah ohm ( $\Omega$ ), besarnya resistansi ini dapat ditentukan dengan persamaan 5) berikut<sup>[4]</sup>:

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots\dots\dots 5)$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

dengan :  
 $R$  = resistansi lilitan,  $\Omega$   
 $\rho$  = resistivitas tembaga  
 $l$  = panjang kawat, cm

$A$  = luas penampang kawat, cm<sup>2</sup>  
 $d$  = diameter kawat tembaga, cm  
 Untuk menentukan resistivitas bahan standar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2<sup>[4]</sup>.  
Resistivitas bahan konduktor

Bahan	Mikro. ohm. cm			
	$\rho_{25}$	$\rho_{50}$	$\rho_{75}$	$\rho_{80}$
Cu.100%	1,75	1,92	2,09	2,12
Cu.75%	1,80	1,97	2,14	2,18
Al.61%	2,89	3,17	3,46	3,74

Besarnya induktansi sendiri per lilitan ( $L_w$ ) dapat ditentukan dengan persamaan 5) berikut<sup>[5]</sup>:

$$L_w = \frac{12,56 \cdot \mu \cdot A_{eff}}{10^9 \cdot l_{Fe}} \dots\dots\dots 6)$$

dimana :  $L_w$  = induksi diri per lilitan dalam Henry  
 $\mu$  = permeabilitas besi (biasanya  $\mu = 700$ )  
 $l_{Fe}$  = panjang jalan fluks magnetik didalam inti besi, cm.

Bila besarnya  $L_w$  telah ditentukan dan jumlah lilitan  $N$  sudah diketahui, maka besarnya induksi sendiri dari seluruh lilitan dapat ditentukan dengan persamaan 6) berikut<sup>[5]</sup>:

$$L = L_w \times N^2 \text{ dalam Henry} \dots\dots\dots 7)$$

Kumparan primer ini ditempatkan pada sebuah koker yang terbuat dari bahan pertinaks yang tebalnya kira-kira 3 mm dan dimasukkan pada inti besi pemanas bearing.

Untuk menentukan jumlah lapis yang diperlukan dengan menggunakan persamaan 4 berikut<sup>[5]</sup>:

$$n = \frac{N \times D}{10 l_w} \times 1,05 \dots\dots\dots 8)$$

dengan :  
 $n$  = jumlah lapis (baris)  
 $N$  = jumlah lilitan  
 $L_w$  = panjang ruang yang dililit, cm.

D = diameter kawat email termasuk isolasi

### METODE PEMBUATAN PROTOTIP

Pada metode pembuatan prototip pemanas *bearing* sebagai berikut :

- I. Perancangan prototip
- II. Pelaksanaan pembuatan

#### I. Perancangan prototip

Tahapan-tahapan perancangan prototip sebagai berikut:

1. Menentukan besarnya daya pemanas *bearing* :

Daya 1 KVA, tegangan 220 volt dan frekuensi 50 Hz

Dari data ini dapat kita hitung luas penampang dengan persamaan 1)

$$A_{ef} = 7 \sqrt{\frac{P_s}{f}}$$

$$A_{ef} = 7 \sqrt{\frac{1000}{50}} = 31,3 \text{ cm}^2$$

Untuk menentukan ukuran penampang inti besi dengan persamaan 2) :

$$b = h = \sqrt{A_{efektif}} = \sqrt{31,3} = 5,59 \text{ cm}$$

dipilih  $b=h = 6 \text{ cm}$

2. Menentukan lilitan per volt

$$\frac{N}{V} = \frac{10^8}{4,44 \cdot f \cdot B \cdot A_{ef}}$$

$$\frac{N}{V} = \frac{10^8}{4,44 \cdot 50 \cdot 12.000 \cdot 36} = 1,0427$$

Jumlah lilitan untuk 220 volt adalah :

$$120 \times 1,0427 = 229,396 = 230 \text{ lilitan}$$

3. Menentukan jumlah baris dengan persamaan 4)

$$n = \frac{N \times D}{10 l_w} \times 1,05 = \frac{230 \cdot 2}{10 \cdot 11} \times 1,05$$

4. Menentukan resistansi lilitan primer dengan persamaan 5)

Panjang lilitan / adalah 230 lilitan dikali dengan keliling inti besi =  $230 \times 36 \text{ cm} = 8280 \text{ cm} = 8300 \text{ cm}$ .

Dari Tabel 2, resistivitas untuk tembaga murni  $\rho_{25} = 1,75 \cdot 10^{-6} \text{ ohm.cm}$  dan dari Tabel 1 diperoleh diameter kawat email 2 mm.

$$R = \rho \frac{l}{A} = 1,75 \cdot 10^{-6} \frac{8300}{\pi R^2}$$

$$R = 1,75 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{8300}{3,14 \cdot \left(\frac{1}{10}\right)^2}$$

$$R = 0,46 \text{ ohm}$$

5. Untuk menentukan induktansi per lilitan dengan persamaan 6)

$$L_w = 2(180) + 2(180) = 720 \text{ mm} = 72 \text{ cm}$$

$$L_w = \frac{12,56 \cdot \mu \cdot A_{eff}}{10^9 J_{Fe}} = \frac{12,56 \cdot 700 \cdot 36}{10^9 \cdot 72}$$

$$= 4,396 \times 10^{-6} \text{ Henry}$$

Besarnya induktansi sendiri lilitan primary dengan persamaan 7)

$$L = L_w \times N^2 = 4,396 \cdot 10^{-6} \times 230^2$$

$$L = 0,2325 \text{ Henry}$$

Besarnya reaktansi induktif  $X_L$  dapat ditentukan

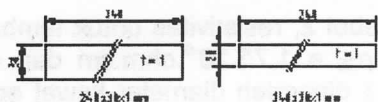
$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,2325 = 73 \text{ ohm}$$

II. Metode Pelaksanaan pembuatan prototip pemanas *bearing* sebagai berikut :

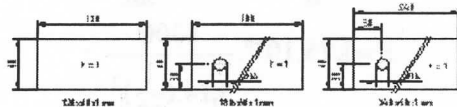
Tahapan-tahapan pelaksanaan pembuatan sebagai berikut:

1. Pelat besi tipis dengan tebal 1mm dipotong dengan dimensi seperti Gambar 2. dan sebagian dilubangi dengan diameter 14 mm sedemikian rupa seperti Gambar 3.

2. Pelat besi tipis seperti pada Gambar 2 dan 3 dibentuk menjadi teras besi dengan luas penampang  $36 \text{ cm}^2$  dijepit dengan penjepit yang terbuat dari pelat besi dengan tebal 5 mm dan baut mur 10 mm seperti Gambar 5. Pelat besi tipis dengan tebal 1 mm dibentuk menjadi inti besi luas penampang  $9 \text{ cm}^2$  yang digunakan untuk tempat masuknya bearing motor listrik.

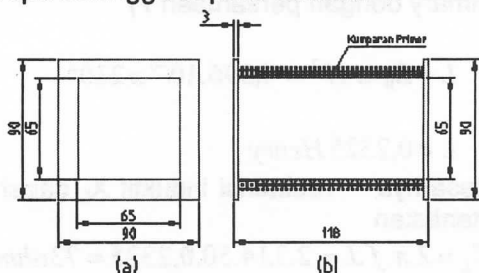


Gambar 2.  
Dimensi pelat besi tipis



Gambar 3.  
Dimensi pelat besi tipis yang dilubangi

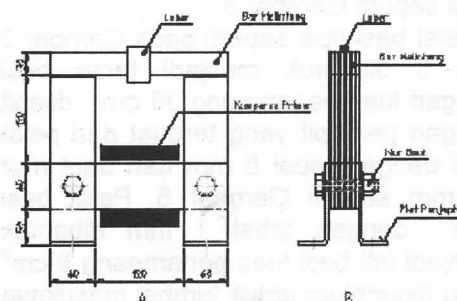
3. Kumparan primer terdiri atas 230 lilitan dan koker (tempat lilitan primary). Pada koker ini dililit 5 lapis (baris) dan masing-masing lapis dengan 46 lilitan dan masing-masing lapis diisolasi. Koker ini terbuat dari pertinaks dengan tebal 3 mm dan dibentuk sedemikian rupa sehingga seperti Gambar 4.



Gambar 4.  
Koker yang terbuat dari vertinaks

- a. Potongan koker atas
- b. Potongan dari samping

4. Pelat besi yang dipotong seperti Gambar 3 dan kumparan yang dililit pada koker seperti Gambar 4 dirakit sehingga membentuk seperti Gambar 5.



Gambar 5  
A. Skema pemanas bearing  
B. Pandangan samping

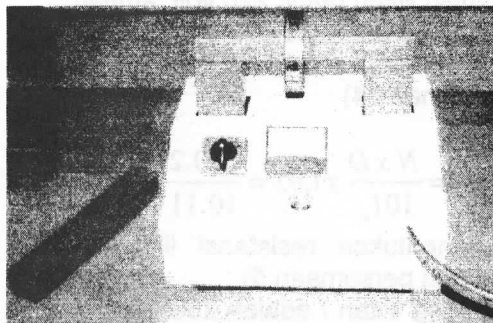
Bahan yang yang digunakan untuk pembuatan prototip pemanas bearing seperti pada Tabel 3.

Tabel 3.  
Spesifikasi bahan /alat yang digunakan

No	Spesifikasi	Jumlah
1	Pelat besi 2400 x 1200 x 1mm	1 lembar
2	Pelat besi 2400 x 1200 x 1mm	¼ lembar
3	Baut dan mur, M12	4 buah
4	Pertinaks	¼ lembar
5	Lem besi	1 buah
6	Kawat email, d = 2mm	¼ kg
7	Sakelar, 16 A	1 buah
8	Voltmeter panel, 400 V	1 buah
9	Ampremeter, 20 A	1 buah
10	Lampu indikator	1 buah
11	Kabel listrik, 3 x 2,5 <sup>2</sup> mm	5 m
12	Bearing, diameter 10 cm	1 buah
13	Kertas isolasi listrik	3 lembar
14	Cat warna merah	1 kaleng
15	Cat warna biru	1 kaleng

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pembuatan prototip pemanas bearing ini seperti pada Gambar 6.



GAMBAR 6. Prototip pemanas *bearing*

Pemanas *bearing* ini mempunyai luas penampang inti besi 36 cm<sup>2</sup> masing-masing sisi  $b = h = 6$  cm. Tempat kumparan primer (koker) masing-masing sisinya 6,5 cm seperti pada Gambar 4a. Hal ini dibuat agar koker dapat dimasukkan kedalam inti besi tersebut seperti pada Gambar 5 A. *Bearing* motor listrik ini dimasukkan ke inti besi melintang dan ditempatkan diatas kaki pemanas *bearing* tersebut ( lihat Gambar 5). Pemanas *bearing* ini pada waktu digunakan untuk memanaskan *bearing* banyak fluksi yang timbul pada bodinya sehingga perlu dibumikan atau bodinya sebaiknya terbuat bahan plastik atau sejenisnya. Hal ini disebabkan fluksi bocor pada kumparan sekunder menginduksikan tegangan pada bodi pemanas *bearing* tersebut. Impedansi pemanas *bearing*  $Z = 0,46 + j 73$  ohm . Imdedansi pemanas *bearing* dipengaruhi oleh suhu, jumlah lilitan primer dan bahan email yang digunakan.

Pemanas *bearing* ini mempunyai 2 buah inti besi melintang masing - maing luas penampang inti besinya 9 cm<sup>2</sup> dan 4 cm<sup>2</sup>. Dari luas penampang dapat ditentukan bahwa diameter *bearing* motor listrik yang dapat dipanaskan mulai diameter dalam 3 cm sampai dengan 6 cm dan diameter luar *bearing* maksimum 12 cm. Pemanas *bearing* ini dilengkapi dengan lampu indikator, amperemeter dan sakelar yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan daya listrik ke pemanas *bearing* tersebut. Alat pemanas *bearing* ini sebaiknya dilengkapi dengan alat pengukur temperatur pada *bearing* untuk mengetahui temperaturnya.

### KESIMPULAN

Pemanas *bearing* motor listrik mempunyai luas penampang inti besi 36 cm<sup>2</sup> yang berbentuk U dan jumlah lilitan kumparan primer 230. Luas penampang inti besi melintang tempat memasukkan *bearing* masing-masing 9

cm<sup>2</sup> dan 4 cm<sup>2</sup>. Pemanas *bearing* motor listrik telah dapat digunakan untuk memanaskan *bearing* dengan diameter dalam 3 cm dan 6 cm serta diameter luar *bearing* maksimum 12 cm.

### DAFTAR ACUAN

- [1]. R.SURASNO SOSTRODIRDJO .1970."Transformator , konstruksi – rencana dan pembuatannya" P.T Technipress, Jakarta.
- [2]. ESWAR US.1990. "Handbook of Electrical Control System" Tata M.C.Graw Hill Publishing Company Lomited.
- [3]. FEINBER RAPHAEL.1979." Modern Power Transformer Pracrice ," The Macmillan Press LTD.
- [4]. Pof.Ir.T.HUTAURUK.1985."Transmisi Daya Listrik",Bandung.
- [5]. LATE SHRI D.L DESHPANDE. 1979." B.L a Text book of Electrical Technology," S.Chand & Company LTD,Ram Nagar New Delhi, 110055.