

Tabel XII

NILAI PERBANDINGAN PADA MOTOR
DENGAN TEGANGAN DAN PUTARAN SINKRON SAMA

No.	Perbandingan	60 Hz	400 Hz	60 : 400 Hz
1.	Jumlah Kutub	2 kutub	14 kutub	1 : 1/7
2.	Dimensi Efektif	$0.079 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$	$0.022 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$	1 : 6.9
3.	Rugi Histerisis	92.24 watt	628.26 watt	1 : 0.15
4.	Rugi Arus Eddy	1382.4 watt	61440 watt	1 : 0.0225
5.	Rugi Besi	1476.66 watt	62068.3 watt	1 : 0.0238
6.	Rugi Tembaga	0.56 watt	24.89 watt	1 : 0.0225

Tabel XIII

NILAI PERBANDINGAN PADA TRANSFORMATOR
DENGAN TEGANGAN DAN Φ (FLUX) SAMA

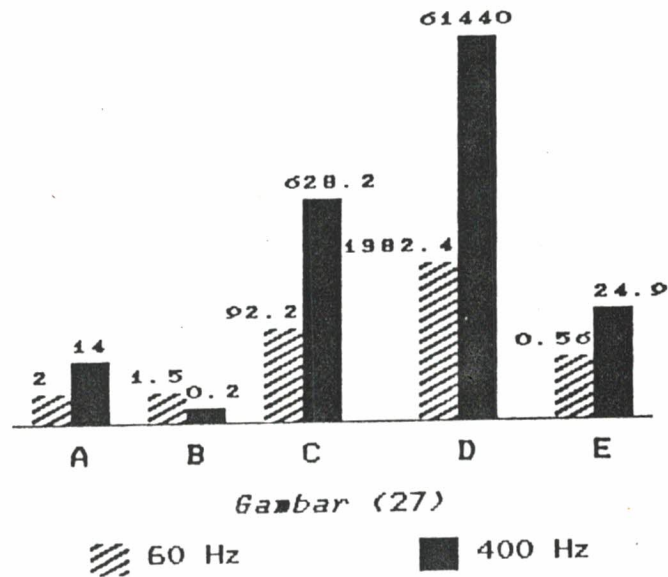
No.	Perbandingan	60 Hz	400 Hz	60 : 400 Hz
1.	Jumlah lilitan Primer	323 llt	48 llt	1 : 6.7
2.	Jumlah lilitan Sekunder	162 llt	24 llt	1 : 6.75
3.	Penampang Besi	$64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	$9.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	1 : 6.72
4.	Besar Reactansi	426 m Ω	416.8 m Ω	1 : 28.5
5.	Rugi Histerisis	115.2 watt	768 watt	1 : 0.15
6.	Rugi Arus Eddy	123.9 watt	5506.7 watt	1 : 0.0225
7.	Rugi Besi	239.1 watt	6274.7 watt	1 : 0.038
8.	Rugi Tembaga	315.5 watt	11.06 watt	1 : 28.5

Tabel XIV

NILAI PERBANDINGAN PADA KONDUKTOR
DENGAN TEGANGAN DAN JUMLAH KUTUB YANG SAMA

No.	Perbandingan	60 Hz	400 Hz	60 : 400 Hz
1.	Besar Reactansi	0	1.4	0
2.	Skin Efek	0	0.57	0
3.	Efek proximity	0.45	0.29	1 : 1.55
4.	Tahanan AC	1.23 Ω	1.30 Ω	1 : 0.94

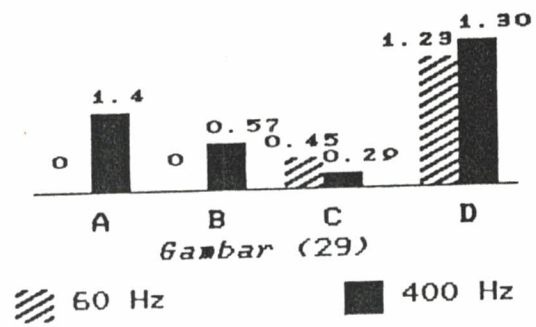
HISTOGRAM PERBANDINGAN PADA MOTOR



Gambar (27)

- Keterangan :*
- A. Jumlah Kutub.
 - B. Dimensi Efektif ($10^{-4} M^3$)
 - C. Rugi Histerisis (Watt)
 - D. Rugi Arus Eddy (Watt)
 - E. Rugi Tembaga (Watt)

HISTOGRAM PERBANDINGAN PADA KONDUKTOR

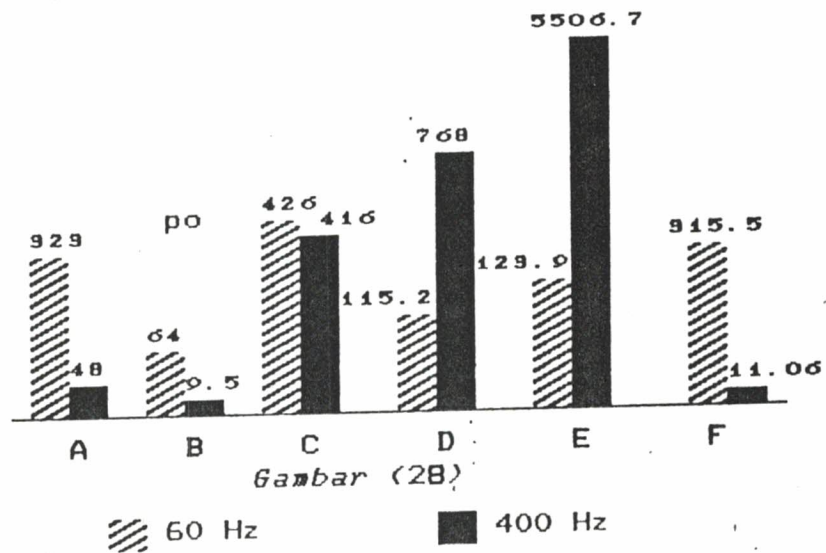


Keterangan :

- A. Besar Reactansi (Ω)
- B. Skin Effec
- C. Effec Proximity
- D. Tahanan AC (Ω)

HISTOGRAM

PERBANDINGAN PADA TRANSFORMATOR



Keterangan :

- A. Jumlah Lilitan Primer
- B. Penampang Besi (10^{-4} M^2)
- C. Besar Reactansi ($\text{m}\Omega$)
- D. Rugi Histerisis (Watt)
- E. Rugi Arus Eddy (Watt)
- F. Rugi Tembaga (Watt)

APPENDEK I

PADA MOTOR

Sebuah motor induksi 3 ϕ , frekwensi 60 Hz dengan data sebagai berikut :

D a y a	: 15 Kw
Tegangan terminal	: 440 Volt
Jumlah kutub	: 2
Putaran sinkron	: 3520 rpm
Diameter Stator	: $0.207 \cdot 10^{-2}$ m
Arus tanpa beban	: 4.6 Ampere
Arus beban penuh	: 43.7 Ampere
Panjang efektif	: $0.2345 \cdot 10^{-2}$ m
Tahanan tanpa beban	: 6.65 Ω

D i m e n s i (D_m) adalah

$$D_m = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l = 0.785 \cdot 207^2 \cdot 234.5 = 1.52 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$$

Rugi Tembaga (P_{cu}) adalah

$$P_{cu} = I_{cu}^2 \cdot R_a = \frac{E^2}{R_a} = \frac{(2 k_e f \Phi)^2}{R_a} = \frac{4 \cdot 0.6^2 \cdot 60^2 \cdot 0.0269^2}{6.65}$$

$$= 0.56 \text{ watt}$$

Rugi histerisis (F_h) adalah

$$F_h = k_h \cdot f \cdot B_{max}^k = 2.4 \cdot 60 \cdot 0.8^{1.9} = 94.24 \text{ watt}$$

Rugi Arus Eddy (F_{ed}) adalah

$$F_{ed} = k_e f^2 \cdot B_{max}^2 = 0.6 \cdot 60^2 \cdot 0.8^2 = 1382.4 \text{ watt}$$

Rugi Besi (F_c) adalah

$$F_c = F_h + F_{ed} = 92.16 + 1382.4 = 1474.16 \text{ watt}$$

Jika frekwensi motor dirubah 400 Hz dengan mengasumsikan faktor tegangan dan putaran sinkron sama dengan frekwensi 60 Hz, maka diperoleh sebagai berikut :

Jumlah kutub (p) adalah

$$p = \frac{f \cdot 60}{n} = \frac{400 \cdot 60}{3520} = 14$$

Rugi histresis (P_h) adalah

$$P_h = 2.4 \cdot 400 \cdot 0.81.6 = 628.26 \text{ watt}$$

Rugi arus eddy (P_{ed}) adalah

$$P_{ed} = 0.6 \cdot 400^2 \cdot 0.8^2 = 61440 \text{ watt}$$

Rugi Besi (P_c) adalah

$$P_c = 61440 + 628.26 = 62068.3 \text{ watt}$$

Rugi tembaga (P_{cu}) adalah

$$P_{cu} = \frac{0.56}{60^2} \times 400^2 = 24.89 \text{ watt}$$

APPENDEK II

TRANSFORMATOR.

$$E_1 = 4.44 F N_1 \bar{x}_{\max}$$

$$\begin{aligned} \bar{x}_{\max} &= A \cdot B_{\max} \\ &= 64 \cdot 10^{-4} \times 0.8 = 5.12 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$E_1 = 4.44 \times 60 \times 5.12 \times 10^{-3} \times N_1$$

$$E_1 = 440 \text{ Volt}$$

Jadi N_1 adalah 323 lilitan

Jumlah lilitan sisi sekunder (N_2) adalah

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \rightarrow N_2 = \frac{N_1 \cdot V_2}{V_1} = \frac{323 \times 220}{440}$$

$$N_2 = 162 \text{ lilitan.}$$

Rugi histerisis (P_h) adalah

$$P_h = K_h \cdot F \cdot B_{\max} = 2.4 \times 60 \times 0.8 = 115.2 \text{ Watt}$$

Rugi Tembaga (P_{cu}) adalah

$$P_{cu} = \frac{N_1^2 \cdot I^2 \cdot r \cdot l_m}{A_{cu}} = \frac{323^2 \cdot 22.7^2 \cdot 1.7241 \cdot 10^{-8} \cdot 32 \cdot 10^{-2}}{9.4 \cdot 10^{-4}}$$

$$P_{cu} = 315.5 \text{ watt}$$

Rugi Tembaga (P_{ed}) adalah

$$\begin{aligned} P_{ed} &= \frac{\pi^2 \cdot F^2 \cdot \tau^2 \cdot B_{\max} \cdot v}{r_{ed}} \\ &= \frac{3.14^2 \cdot 60^2 \cdot 0.1225 \cdot 10^{-6} \cdot 0.8^2 \cdot 6144 \cdot 10^{-6}}{13.8 \cdot 10^{-8}} = 123.9 \text{ watt} \end{aligned}$$

Rugi rugi Besi (P_c) adalah

$$P_c = P_{ed} + P_h = 123.9 + 115.2 = 239.1 \text{ watt}$$

Rugi Total adalah 554.6 watt

Besarnya Reaktansi (X) adalah

$$\begin{aligned} X &= 2 \pi F \mu N_1 \frac{l_t}{h} \epsilon k \\ &= 2 \cdot 3.14 \cdot 60 \cdot 0.01 \cdot 323 \cdot (0.069/0.24) \cdot 7.2 \cdot 10^{-2} \cdot 0.0167 = 420.9 \text{ m}\Omega \end{aligned}$$

Jika frekwensi supply pada transformator dirubah 400 Hz, dengan mengasumsikan faktor tegangan dan flux (Φ) sama dengan 60 Hz, maka diperoleh sebagai berikut :

$$P_h = 2.4 \cdot 400 \cdot 0.8 = 768 \text{ watt}$$

$$P_{cu} = \frac{N_1^2 I^2 r_{cu} l_m}{A_{cu}} = \frac{323^2 \cdot 0.17241 \cdot 10^{-8} \cdot 32 \cdot 10^{-2} \cdot 4.25^2}{9.4 \cdot 10^{-4}}$$

$$P_{cu} = 11.06 \text{ watt}$$

$$P_{ed} = 5506 \text{ watt}$$

$$P_c = 6274 \text{ watt}$$

Besar reactansi adalah 417 m Ω

Untuk faktor flux (Φ) yang sama, maka N_1 untuk transformator 400 Hz adalah

$$\Phi_{max} = A \cdot B_{max} = 64 \cdot 10^{-4} \cdot 0.8 = 5.12 \cdot 10^{-3}$$

$$N_1 = \frac{E_1}{4.44 \cdot 400 \cdot 5.12 \cdot 10^{-3}} = 48 \text{ lilitan}$$

$$N_2 = 24 \text{ lilitan}$$

Untuk faktor yang sama pada transformator 400 Hz, maka Φ (flux) dan luas penampang pada 60 Hz adalah

$$\Phi_{60} = \frac{440}{4.44 \cdot 60 \cdot 48} = 0.0344 \text{ weber}$$

$$A_{60} = \frac{\Phi_{60}}{B_{max}} = \frac{0.0344}{0.8} = 430 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

APPENDIX III

PADA KAWAT KONDUKTOR

Faktor efek mengulit (Skin Effec).

$$X_s = \left[\frac{8 \pi f}{R_{dc}} \times 10^{-9} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{8 \pi 60}{0.7} \times 10^{-9} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.4677 \cdot 10^{-3}$$

$$Y_s = \frac{X_s^4}{192 + 0.8 X_s^4} = \frac{(1.4677 \cdot 10^{-3})^4}{192 + 0.8 (1.4677 \cdot 10^{-3})^4} = 0$$

Faktor Efek Proximity

$$Y_p = \frac{X_p^4}{192 + 0.8 X_p^4} \left[\frac{D_s}{D} \right]^2 \left[0.312 \left[\frac{D_s}{D} \right]^2 + \frac{1.18}{192 + 0.8 X_p^4 + 0.27} \right]$$

$$X_p = \left[\frac{8 \pi f}{R_{dc}} \times 10^{-9} K_p \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{8 \pi 60}{0.7} \times 10^{-9} \times 0.8 \right]^{\frac{1}{2}} = 1.3124 \cdot 10^{-3}$$

$$Y_p = \frac{(1.31)^4 \cdot 10^{-12}}{192 + 0.8 X_p^4} (0.378) \left[0.118 + \frac{1.18}{\frac{2.945 \cdot 10^{-12}}{192.27}} \right] = 0.45$$

$$R_{ac} = R_{dc} (1 + Y_s + Y_p) = 0.7 (1 + 0 + 0.4468) = 1.23 \Omega$$

Apabila frekwensi dinaikkan 400 Hz maka

Besar Reactansi adalah 1.4 Ω

Besar Induktansi adalah 0.557 mH

Efek mengulit adalah

$$Y_s = 0.57$$

$$Y_p = 0.29$$

$$R_{ac} = 1.30 \Omega$$

DAFTAR PUSTAKA

1. M. Kostenko L. Pistrovsky 'Electrical Machinery Volume I Dan Volume II', Mir Publisher. Moscow 1969.
2. S.K. Scar 'Rotating Electrical Machinery', Khansia Publishers New Delhi, Second Edition 1979.
3. Ralph Z Lawrence 'Prinsiple Or Alternating Current Machinery', McGraw Hill Book Company, Edition 1953.
4. General Standart Of Hollandse Signal Poraten Bu.
5. BM Weedy ' Underground Transmition Of Electric Power' A Wiley Inter Science Publication, London 1979.
7. H.N Muller Jr 'Electrical Characteristics Of Cabel', Electric Transmition And Distribution Book, Westing House.
8. TS Madhava Rao 'Electric Power Transfer System' Khanna Publishers. New Delhi 1980.
9. Department Of Electrical Engineering Masscusetts Institute Of Technology 'Magnetic Circuit And Transformator' The M.I.T Press, Masscusetts 1965.
10. D.J Mulvey 'Conductor Resistance Effects At High Frequency', General Electric Paper.
11. Neher J.H and McGrath 'The Calculation Of Temperature Rise And Load Capability Of Cabel System', AIEE Transactions Papers.
12. Richard R. Anis 'Small Specialty Motors ', 'Motor Application And Maintenance' Robert W. Smeaton, Editor. Mc Graw Hill Book Company.

B I O G R A F I

N a m a : Agus Setyo Winarno
Tempat Tgl Lahir : Sidoarjo, 15 Januari 1962.
A l a m a t : Sidosermo II/40 Surabaya.
A g a m a : I s l a m
P e k e r j a a n : PT FAL INDONESIA
Pendidikan : 1. SD Negeri Sidokepong tamat tahun 1975
2. STN 1 Sidoarjo tamat tahun 1978
3. STM Siang Surabaya tamat tahun 1982
4. Memasuki Universitas Muhammadiyah Surabaya
tahun 1983.

