

PERANCANGAN DINAMOMETER ARUS EDDY KAPASITAS 250 KW

Supriyo¹⁾ dan Nazaruddin Sinaga²⁾

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Kotak Pos 6199 SMS, Semarang 50329
Telp. 7473417, 7466420 (Hunting), Fax.7472396

Abstrak

Pengukuran daya mesin merupakan pengukuran torsi yang berhubungan dengan tenaga mekanik, baik untuk tenaga yang diperlukan maupun tenaga yang dikembangkan oleh mesin. Dinamometer merupakan suatu mesin elektro-mekanik yang digunakan untuk mengukur torsi dan kecepatan (rpm) dari tenaga yang diproduksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Perancangan dilakukan untuk membuat dinamometer arus eddy sebagai alat uji. Alat uji tersebut dihubungkan ke chasis yang dibebani mesin uji. Hasil perhitungan perancangan putaran 4000 rpm, torsi 600 Nm dan daya 251,3 kW.

Kata kunci : Dinamometer arus eddy

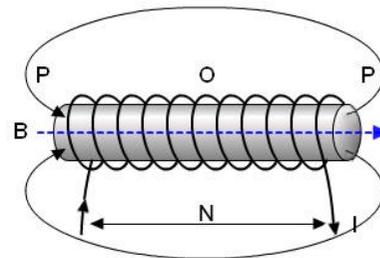
1. PENDAHULUAN

Berbagai informasi perkembangan transportasi yang ada semakin meningkat sesuai dengan perkembangan jaman. Sarana transportasi diberbagai daerah sangat diperlukan untuk memperlancar roda perekonomian. Alat transportasi yang baik memerlukan mesin yang baik dengan cara pengujian.

Pengujian daya pada mesin diperlukan alat dinamometer. Alat tersebut dihubungkan ke poros mesin atau ke rol penghubung roda kendaraan untuk mengukur momen putar, sedangkan untuk mengukur putaran menggunakan tachometer. Dengan mengetahui momen putar dan putaran, maka daya yang dihasilkan oleh mesin yang diuji dapat ditentukan.

Medan Magnet pada Solenoida

Sebuah kawat dibentuk seperti spiral yang selanjutnya disebut kumparan , apabila dialiri arus listrik maka akan berfungsi seperti magnet batang.



Gambar 1. Kumparan pada sebuah Solenoida

Besarnya medan magnet disumbu pusat (titik O) Solenoida dapat dihitung

$$B_0 = \frac{\mu_0 I N}{L}$$

Dimana :

B_0 = medan magnet pada pusat solenoida dalam tesla (T)

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/amp. m

I = kuat arus listrik dalam ampere (A)

N = jumlah lilitan dalam solenoida

L = panjang solenoida dalam meter (m)

Besarnya medan magnet di ujung Solenoida (titik P) dapat dihitung:

$$B_P = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I N}{L}$$

Dimana :

B_p = Medan magnet diujung Solenoida dalam tesla (T)

N = jumlah lilitan pada Solenoida dalam lilitan

I = kuat arus listrik dalam ampere (A)

L = Panjang Solenoida dalam meter (m)

Permeabilitas.

Menurut satuan internasional, permeabilitas hampa udara mempunyai nilai $4\pi \times 10^{-7}$ Wb/Am atau $12,57 \times 10^{-7}$ Wb/Am. Nilai permeabilitas bahan magnet adalah tidak konstan, dimana sebagian besar tergantung pada besarnya kekuatan magnetisasi yang dikenakan padanya. Besarnya permeabilitas suatu bahan magnet selalu diperbandingkan terhadap permeabilitas hampa udara, dimana perbandingan tersebut disebut permeabilitas relatif. Permeabilitas relatif didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$$

Dimana,

μ_r = permeabilitas relatif

μ_o = permeabilitas hampa udara (Wb/Am)

μ = permeabilitas bahan (Wb/Am)

Torsi

$$\tau = B \cdot I \cdot A \cdot N$$

Dimana :

B = Medan magnet (T)

I = Arus listrik (A)

A = Luas penampang solenoida (m^2)

N = Jumlah lilitan

Prinsip Operasi Daya Dinamometer

Tindakan sebuah dinamometer menyerap sebagai beban yang digerakkan oleh penggerak utama yang sedang diuji. Dinamometer harus mampu beroperasi pada kecepatan dan beban apapun untuk setiap tingkat torsi yang dibutuhkan. Daya yang diserap oleh dynamometer diubah menjadi panas dan panas umumnya terdisipasi ke udara atau ditransfer ke pendingin air yang terdisipasi ke udara.

Pada dinamometer daya (P) tidak diukur secara langsung, melainkan dihitung dari torsi (τ) dan nilai-nilai kecepatan sudut (ω) atau gaya (F) dan kecepatan linear (v) :

$$P = \tau \cdot \omega$$

Atau

$$P = F \cdot v$$

Dimana :

P = daya dalam watt

τ = torsi dalam newton meter

ω = kecepatan sudut dalam radian per detik

F = gaya dalam newton

v = kecepatan linear dalam meter per detik

Pembagian dengan konversi yang konstan mungkin diperlukan tergantung pada unit ukuran yang digunakan.

Untuk satuan HP,

$$P_{hp} = \frac{\tau \text{ lb.ft} \cdot \omega \text{ RPM}}{5252}$$

Dimana :

P_{hp} adalah daya horse power

$\tau \text{ lb.ft}$ adalah torsi dalam pound-feet

$\omega \text{ RPM}$ adalah kecepatan rotasi dalam revolusi per menit

Untuk satuan kW,

$$P_{kW} = \frac{\tau \text{ N.m} \cdot \omega \text{ RPM}}{9549}$$

Dimana :

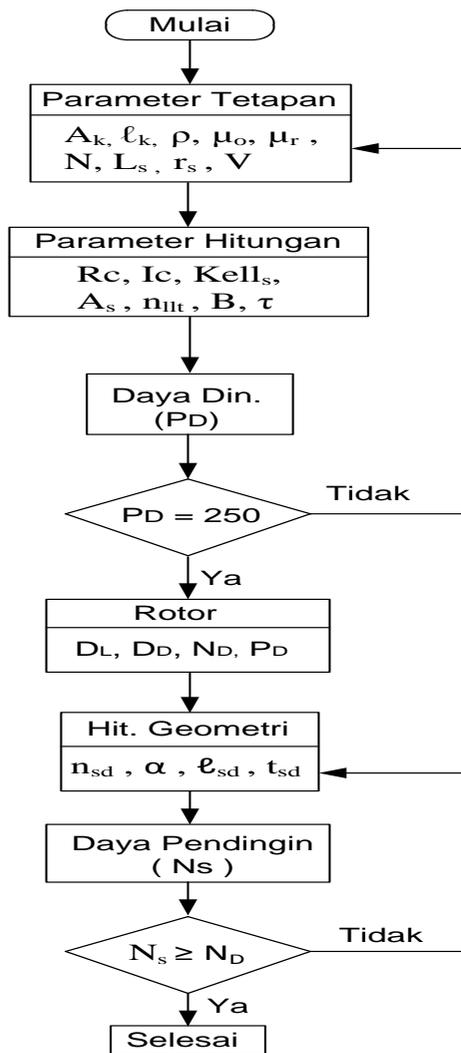
P_{kW} adalah daya dalam kilowatt

$\tau \text{ N.m}$ adalah torsi dalam newton meter

$\omega \text{ RPM}$ adalah kecepatan rotasi dalam revolusi per menit.

2. METODE PENELITIAN

Flowchart penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. Diagram alir perancangan

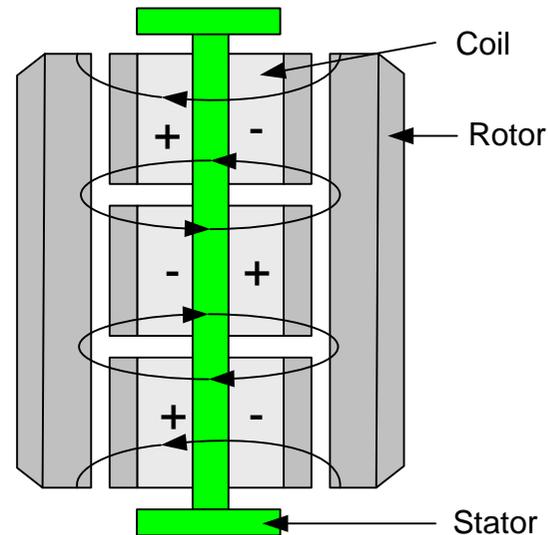
Dimana :

- A_k = Luas penampang kawat (mm^2)
- ℓ_k = Panjang kawat (m)
- ρ = Tahanan jenis kawat tembaga (Ωm)
- μ_o = Permeabilitas hampa udara (Wb/Am)
- μ_r = Permeabilitas relative besi
- L_s = Panjang solenoid (m)
- R = Jari-jari solenoid (m)
- V = Tegangan sumber dc (V)
- N = Putaran (rpm)
- τ_T = Torsi total (Nm)
- D_L = Diameter luar rotor (m)
- D_D = Diameter dalam rotor (m)
- N_D = Daya pendingin dynamometer
- P_D = Daya (hp)
- R_c = Tahanan per coil (Ω)
- I_c = Arus per coil (A)
- K_{ℓ_s} = Keliling solenoid (m)

- n_{lit} = Jumlah lilitan per solenoid (lilit)
- P = Daya dynamometer (kW)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan dynamometer arus eddy seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Dynamometer arus eddy

Dynamometer mengabsorpsi tenaga yang dikeluarkan oleh mesin dengan cara pengereman bertahap sejak mesin dalam keadaan diam sampai pada putaran maksimum. Hampir semua aspek kinerja mesin dapat diukur selama pengujian, diantaranya adalah torsi maksimum, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang, dan lain lain.

Untuk menentukan kapasitas dynamometer tergantung dari daya pada mesin tersebut. Daya dynamometer ditentukan lebih besar 10-20 % dari daya mesin yang diuji. Kapasitas dynamometer yang ada dipasaran adalah untuk daya mesin besar diatas 50 HP, sedangkan untuk daya mesin dibawah 25 HP tidak tersedia. Hasil perhitungan perancangan dynamometer arus eddy dapat dilihat pada tabel 4.1 .

Tabel 4.1 Hasil perhitungan perancangan

| | | |
|----|--|-----------------------|
| 1 | R coil (Ω) | 3,9667 |
| 2 | R sirkuit (Ω) | 1,983 |
| 3 | Luas penampang kawat, A_k (mm^2) | 0,75 |
| 4 | Hamb. Jenis, ρ (Ωm) | 0,0175 |
| 5 | Panjang kawat, l (m) | 170 |
| 5 | Torsi total, T_t (Nm) | 600 |
| 6 | Torsi per-coil, T_c (Nm) | 75 |
| 7 | Arus per-coil, I (A) | 6,05 |
| 8 | Permeabilitas hampa, μ_0 (Wb/Am) | $12,57 \cdot 10^{-7}$ |
| 9 | Permeabilitas inti besi, μ_r | 150 |
| 10 | Jumlah lilitan, n (lilit) | 1041 |
| 11 | Panjang solenoid, L (m) | 0,1 |
| 12 | Jari-jari Solenoid, r (m) | 0,026 |
| 13 | Luas penampang solenoid, A_s (mm^2) | 0,0021 |
| 14 | Keliling solenoid, K_{ll} (m) | 0,163 |
| 15 | Medan magnet, B (Tesla) | 6 |
| 16 | Putaran, N (rpm) | 4000 |
| 17 | Daya, P (kW) | 251,3 |

4. KESIMPULAN

Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Dinamometer pendingin udara: penyerapan arus eddy dapat menghasilkan perubahan beban yang sangat cepat untuk penyelesaian beban dan sederhana.
2. Daya hasil perhitungan menunjukkan 251,3 kW adalah memenuhi syarat yang dibutuhkan untuk kapasitas 250 kW

DAFTAR PUSTAKA

Arons, A.(1997). *Teaching Introductory Physics*. New York, NY: John Wiley & Sons.

Frankel, M. (2009, July 2). Physics Simulations, Retrieved from:

http://phet.colorado.edu/simulations/index.php?cat=Electricity_Magnets_and_Circuits

G. Wacau, (1989), *Drsection for use by the dynamometric*, Berlin “*Inside the Eddy-Current/ Powder Dynamometers.*”http://www.magtrol.com/motortesting/wbpb_dynamometer_inside.htm

James Kennicutt Discovering and Analyzing Magnetic Fields with

Solenoids in Introductory Physics Dept. of Physics, SUNY-Buffalo State College, 1300 Elmwood Ave, Buffalo, NY 14222 jrk9@buffalo.edu

Magtrol motor testing products description, “*Engine Dynamometers.*”

http://www.magtrol.com/motortesting/ed_dynamometers.htm.

Magtrol motor testing products description, “*Eddy-Current Dynamometers.*”

http://www.magtrol.com/motortesting/wb_dynamometers.htm

Sawicki, C.A. (1997). Magnetic field demonstration/mystery. *The Physics Teacher*, 35(4), 227-229.

Tata Surdia, (1985), *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta

Tom Priolo, (2003), *Baby Dynamometer Design Project*, Department of Electrical & Computer Engineering, Cleveland State University, senior design project, spring

William D. Callister, Jr, (2007), *Material Science and Engineering*, John Wiley & Sons, Inc, United States of America