

ANALISA STARTING MOTOR INDUKSI TIGA FASA 5 HP MENGUNAKAN METODE HUBUNG LANGSUNG/DOL (Direct On Line) DI PDAM KAMPUNG BUGIS TARAKAN

Sugeng Riyanto (1), Supriadi (2)
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan
Jl. Amal lama no 1, Indonesia
e-mail : sugeng072.sr@gmail.com/supriadimp.st@gmail.com

Abstrak

Motor listrik sering kita jumpai atau sering kita dapati diberbagai perusahaan atau di industri-industri yang besar mau pun kecil, yang mana motor listrik tersebut sering digunakan berbagai macam kebutuhan. Dari hasil analisa yang didapat pada perusahaan daerah air minum (PDAM) Tarakan bahwa arus starting dari motor sebesar 89,09 ampere, daya mekanik 25,024 kW dan daya keluaran rotor pada slip 8,007 kW, torsi pada motor induksinya sebesar 1,24 Nm serta rugi-rugitembaga 0,3919 kW.

Kata kunci. Arus starting, daya mekanik dan daya keluaran rotor, torsi serta rugi-rugi tembaga.

1. PENDAHULUAN

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) kota Tarakan adalah merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa memberikan pelayanan air bersih terhadap konsumen di kota Tarakan. Dalam mensuplai air bersih tersebut membutuhkan pendorong air sampai ke konsumen, maka diperlukan yang namanya motor listrik ..

Motor induksi merupakan motor listrik yang banyak digunakan pada industri-industri besar maupun industry kecil dimana motor jenis ini memiliki beberapa keuntungan di antaranya kontruksi yang sederhana dan kokoh harga relative murah dan tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit. Pada prinsipnya motor induksi dioperasikan pada kecepatan yang konstan, apabila beban berubah maka kecepatan motor akan berubah. Penggunaan motor induksi di dalam suatu system kelistrikan sangat dibutuhkan didalam dunia industry adalah sebagai penggerak. Secara umum motor induksi yang terdapat pada industri-industri dioperasikan baik dengan menghubungkan motor induksi secara langsung ke rangkaian. Kendala dari penggunaan motor induksi adalah pada saat starting, dimana motor membutuhkan arus lebih tinggi sekitar 5 sampai 7 kali dari arus normal sehingga menyebabkan tegangan pada system turun yang dapat mengganggu peralatan lain. Motor induksi ini pada umumnya hanya memiliki satu suplai tenaga yang mengeksitasi belitan stator, belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini dieksitasi oleh induksi dari perubahan medan magnetic yang disebabkan olah arus pada belitan stator. Hampir semua motor AC yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi tiga fasa yang paling banyak di pakai di perindustrian.

Ada beberapa metode starting dan pengasutan yang digunakan untuk menjalankan motor listrik diantaranya Pengasutan Langsung/ DOL (*Direct on line*), Pengasutan Bintang Segitiga, Pengasutan dengan Autotransformator, Pengasutan dengan Tahanan Rotor. Didalam penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengasutan starting motor induksi tiga fasa pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) kampung bugis di Tarakan menggunakan metode Pengasutan Langsung/ DOL (*Direct on line*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

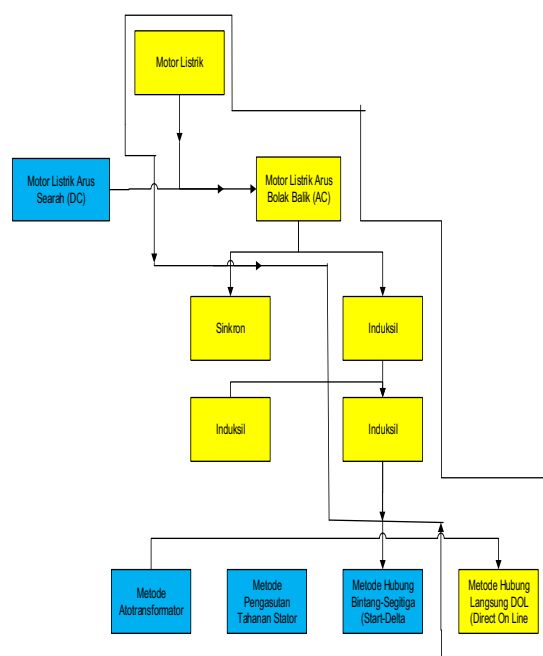
Motor induksi merupakan motor listrik yang banyak digunakan pada industri-industri besar maupun industry kecil dimana motor jenis ini memiliki beberapa keuntungan di antaranya konstruksi yang sederhana dan kokoh harga relative murah dan tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit. Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya adalah:

- a. David H.Sirait, Analisa Starting Motor Induksi TigaFasaPadaPT.BerlianUnggas Sakti TJ.Morawa,. JurusanTeknik Elektro Universitas Sumatra Utara Medan 2008
- b. Andyk ProboPrasetya, Analisa Perbandingan SistemPengasutan Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Wedit Malang. Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang April 2012.
- c. Budi Arto, Analisa Pengasutan Motor Induksi Tiga Fasa Floating Crane OBT Alpapada PT. Armada Indonesia Mandiri Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan 2014
- d. Agus, analisispengasutan motor induksi 3 fasa konveyor pada Bandara Juwata Tarakan. Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan 2017.

3. METODE PENELITIAN

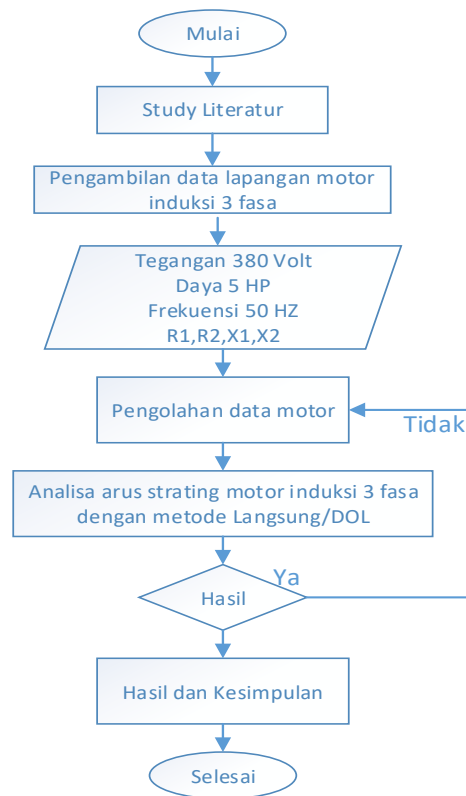
Langkah awal dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Study literature, bahan yang dibutuhkan
2. Data yang digunakan dalam penelitian motor listrik tiga fasa yang ada pada (Perusahaan Daerah Air Minum) Tarakan.
3. Pengolahan dan menganalisa data yang telah di kumpulkan.
4. Hasil dan kesimpulan.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian Motor Listrik Tig Fasa

Diagram alur penelitian dimulai dari proses awal sampai selesai dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Alur Penelitian

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Adapun spesifikasi dari motor induksi fasa 3 di PDAM Kampung Bugis Tarakan :

Tabel 4.1 Spesifikasi Motor Induksi Tigafasa

Merek	GRUNDFOS X
Tegangan (V)	Tegangan (V) 380/415
Frekuensi	50 Hz
Daya (P)	4.00 kW
Rpm	2930 (dalam keadaan tidak berbeban) 2910 (dalam keadaan berbeban)

Sumber : PDAM KampusBugisTarakan.

Dari data tahanan motor induksi 3 fasa 4.00 kW di dapat besarnya tahanan masing-masing:

Tabel 4.2 Data tahanan motor induksi 5 Hp

X_1	X_2	X_m	R_1	R_2
3,4342	5,0121	186,67	1,2805	1,5435

Sumber : PDAM kampungBugisTarakan

Selisih nilai kecepatan rotor dan stator seperti pada persamaan dibawah ini

$$slip = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\% = \frac{2930 - 2910}{2930} \times 100\% = 0,68\%$$

Jumlah kutub pada motor GRUNDFOS X

$$p = \frac{120 \times f}{ns} = \frac{120 \times 50}{2930} = \frac{6000}{2930} = 2,04$$

Besarnya nilai konstanta

$$K = \frac{3}{2\pi \times N_s}$$

$$K = \frac{3}{2 \times 3,14 \times 2930} = 1,63 \times 10^{-4} \text{ atau } 0,000163$$

Impedansi Z_f pada motor induksi tiga fasa

$$Z_f = R_f + j_f X_f = \frac{\left[\left(\frac{R_2}{s} \right) + jX_2 \right] (jX_m)}{R_2 + j(X_2 + X_m)}$$

$$= \frac{\left[\left(\frac{1,5435}{0,68} \right) + j5,0121 \right] \times (j186,67)}{1,5435 + j(5,0121 + 186,67)} = \frac{(2,269 + j5,0121) \times (j186,67)}{1,5435 + j191,682}$$

$$= \frac{935,608 + j423,554}{1,5435 + j191,682} = \frac{1027,013 \angle 24,3^\circ}{191,682}$$

$$= 5,643 \angle -65,2^\circ$$

$$= 2,375 + j5,118$$

Nilai R_c pada rangkaian ekivalen

$$R_c = \frac{V_1^2}{P}$$

$$R_c = \frac{380^2}{4000} = 36,1 \text{ ohm}$$

Arus I_o yang mengalir pada rangkaian ekivalen

$$I_o = \frac{V_1}{\sqrt{(R_c^2 + jX_m^2)}}$$

$$I_o = \frac{380}{\sqrt{(36,1^2 + 187,67^2)}}$$

$$I_o = \frac{380}{191,11 \angle 79,11}$$

$$I_o = 1,98 \angle -79,11$$

$$I_o = 0,37 + j1,94 \text{ ampere}$$

Tegangan terminal berbeda dengan ggl lawan sebesar jatuh tegangan pada impedansi stator .

$$E_2 = V_2 + I_2 R_2 + X_2$$

$$E_2 = 415 + 69,09 + 1,5435 + 5,0121$$

$$E_2 = 490,64 \text{ volt}$$

Arus starting I_2 yang mengalir pada rangkaian ekivalen

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_2} = \frac{E_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2 + (X_2)^2}}$$

$$I_2 = \frac{490}{\sqrt{\left(\frac{1,5435}{0,68}\right)^2 + (5,0121)^2}} \quad I_2 = \frac{490}{\sqrt{(2,269)^2 + (5,0121)^2}}$$

$$I_2 = \frac{490}{\sqrt{(2,269)^2 + (5,0121)^2}}$$

$$I_2 = \frac{490}{5,50} = 89,09 \text{ ampere}$$

tegangan terminal V_t pada rangkaian ekivalen

$$V_t = \frac{V_1}{\sqrt{3}}$$

$$V_t = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ volt}$$

Maka arus I_2' yang mengalir pada rangkaian ekivalen saat berbeban

$$I_2' = \frac{V_t}{\left[R_1 + \left(\frac{R_2}{s} \right) \right] + j(X_1 + X_2)}$$

$$I_2' = \frac{380}{\left[1,2805 + \left(\frac{1,5435}{0,68} \right) \right] + j(5,0121 + 3,4342)}$$

$$I_2' = \frac{380}{(1,2805 + 2,2698) + j8,4463}$$

$$I_2' = 107,03 + j47,23$$

$$I_2' = 107,23 \angle 23,81$$

Nilai I_1 pada rangkaian ekivalen

$$I_1 = I_o + I_2'$$

$$I_1 = 2,371 + j63,161 + 13,532 - j40,469$$

$$I_1 = 15,903 + j103,63$$

$$I_1 = 16,237 \angle 11,53^\circ \text{ ampere}$$

Daya keluaran pada rotor (P_{out} rotor) atau disebut dengan daya mekanik (P_m)

$$P_m = 3(I_2')^2 R_2 \left[\frac{1-s}{s} \right]$$

$$P_m = 3(107,23)^2 1,5435 \left[\frac{1-0,68}{0,68} \right]$$

$$P_m = 3(107,23^2) \times 1,5435 \times 0,470$$

$$P_m = 25024 \text{ watt} = 25,024 \text{ kW}$$

Daya keluaran rotor pada slip

$$P_{out \text{ rotor}} = (1 - slip) \times P_m$$

$$= (1 - 0,68) \times 25024$$

$$= 8007 \text{ watt} = 8,007 \text{ kW}$$

Nilai $\cos \phi$ pada motor induksi tiga fasa

$$\cos \phi = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{R_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}}$$

$$\cos \phi = \frac{1,5435}{\sqrt{(1,5435)^2 + (5,0121)^2}}$$

$$= \frac{1,5435}{5,244} = 0,29$$

Pada saat motor distart nilai torsi

$$T_{st} = k \times E_2 \times I_2 \times \cos \phi$$

$$= \left(\frac{3}{2 \times \pi \times n_s} \right) \times 380 \times 69,09 \times 0,29$$

$$= \left(\frac{3}{2 \times 3,14 \times 2930} \right) \times 380 \times 69,09 \times 0,29$$

$$= 0,00016 \times 380 \times 69,09 \times 0,29$$

$$= 1,24 \text{ Nm}$$

Rugi-rugi tembaga pada motor induksi

$$\begin{aligned}
 P_{cu} &= 3 \times I^2 \times R_2 \\
 &= 3 \times 69,09 \times 1,5435 \\
 &= 391,9 \text{ watt} = 0,3919 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Daya output pada rotor dan rugi-rugi angin diakibatkan gesekan

$$\begin{aligned}
 P_{out \text{ rotor}} &= P_m - (\text{rugi} - \text{rugi angin dan gesekan}) \\
 P_{out \text{ rotor}} &= 25024 - 1251,2 \\
 P_{out \text{ rotor}} &= 23772 \text{ Watt} = 23,772 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Besarnya efisiensi pada motor induksi

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\
 \eta &= \frac{8007}{25024} \times 100\% \\
 &= 31,99\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Hasil analisis motor induksi tiga fasa Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Tarakan kampung bugis adalah sebagai berikut

Kecepatan Rotor Dan Stator (Slip)	Jumlah Kutub (P)	Nilai Impedansi (Z_t)	Arus Yang Mengalir Rangkaian Ekuivalen (I_2')	Besarnya Nilai i_1	Daya Mekanik (Kw)	Daya Keluaran Rotor Pada Slip (Kw)	Arus Starting Motor Induksitigafasa (A)
0,68 %	2,04	2,375+j5,118	107,23 \angle 23,81	118,32 \angle 24,63	25,024	8,007	89,09

Sumber: Hasil Perhitungan

Lanjutan tabel 4.1 Hasil analisis motor induksi tiga fasa Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Tarakan Kampung Bugis

Nilai Torsi Pada Motor Induksi Tiga Fasa (Nm)	Rugi-Rugi Tembaga Pada Motor Induksi	Efisiensi (H) % Motor Induksi
1,24	0,3919	31,99 %

Sumber: Hasil Perhitungan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil analisa bahwa motor induksi tiga fasa yang ada di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tarakan di dapat arus yang mengalir pada rangkaian ekuivalen 107,23 \angle 23,81 arus startingnya sebesar 89,09 ampere.
2. Daya mekanik 25,024 kW dan daya keluaran rotor pada slip 8,007 kW.
3. Nilai torsi pada motor induksinya sebesar 1,24 Nm serta rugi-rugi tembaga 0,3919 kW

Saran

Analisa ini masih perlu penelitian lebih lanjut untuk pengembangan dengan beberapa metode yang akan diterapkan salah satunya adalah dengan menggunakan metode auto transformator.

DAFTAR PUSTAKA

Refdinal Nazir, 2017, Teori Dan Aplikasi Motor Dan Generator Induksi. ITB Bandung

Zuhal, 1991, Dasar Tenaga Listrik, ITB Bandung.

Zuhal, 1988, Dasar Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya, ITB Bandung.

David H.Sirait, Analisa Starting Motor Induksi Tiga Fasa Pada PT.Berlian Unggas Sakti TJ.Morawa., Jurusan Teknik Elektro Universitas Sumatra Utara Medan 2008.

Andyk Probo Prasetya., Analisa Perbandingan Sistem Pengasutan Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Wedit Malang. Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang April 2012.c.

Budi Arto, Analisa Pengasutan Motor Induksi Tiga Fasa Floating Crane OBT Alpapada PT. Armada Indonesia Mandiri Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan 2014

Agus, analisis pengasutan motor induksi 3 fasa konveyor pada Bandara Juwata Tarakan. Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan 2017.