

PENGURANGAN RESIKO TRIP PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA SEBAGAI PENGGERAK BLOWER

¹⁾Azriyenni, ²⁾Paulus S, Lulus B

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru
Telp:+62-761-66595, Fax:+62-761-66596
E-mail: yen_azri@yahoo.com

²⁾Jurusan Teknik Elektro, STT Pekanbaru
Jl. Dirgantara no 4, Arengka Raya, Pekanbaru
Telp:+62-761-61815

Abstrak

Motor Induksi tiga fasa digunakan sebagai penggerak blower pada generator uap dimana kinerjanya sangat dipengaruhi oleh buka-tutup louver. Louver adalah alat untuk mengatur volume udara yang keluar dari blower ke ruang pembakaran. Dalam aplikasinya blower mempunyai dua cara untuk membatasi volume udara, yaitu: dengan menggunakan louver sebagai penghalang dan dengan mengatur kecepatan putaran motor. Dalam tulisan ini akan membahas mengenai cara membatasi volume udara dikeluarkan dari louver, jika hal ini dilakukan maka arus motor akan terpengaruh. Hal ini akan menimbulkan rugi-rugi tembaga dan pengurangan resiko trip pada motor induksi tiga fasa. Oleh karena itu, untuk mengurangi resiko trip dapat menjaga kestabilan arus agar tidak mencapai nilai arus menjadi tinggi. Sehingga hasil yang diharapkan bahwa dengan mengatur posisi louver dapat menjaga steam quality (SQ) dan efisiensi motor. Maka daya yang digunakan untuk menggerakkan motor akan lebih rendah dan motor tidak selalu beroperasi dalam keadaan beban penuh.

Kata kunci : blower, louver, motor induksi tiga fasa, resiko trip, steam quality

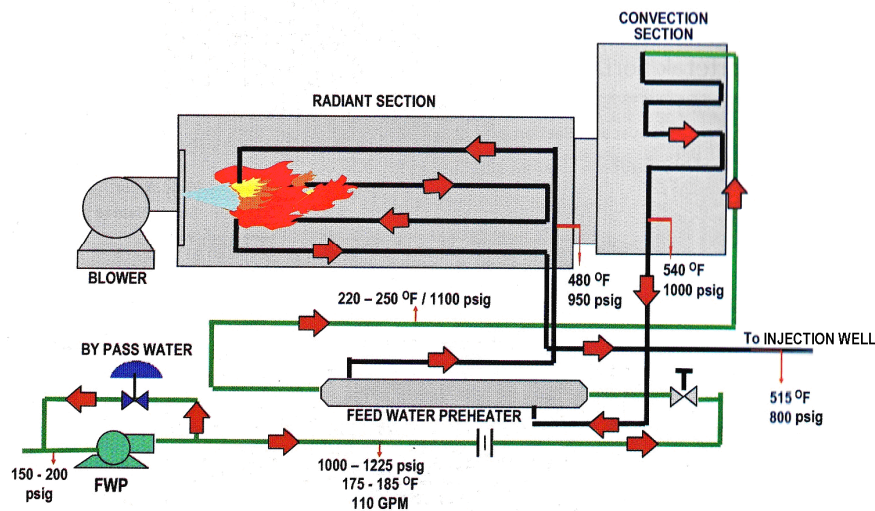
1. Pendahuluan

Generator uap (GU) adalah sebuah mesin penghasil uap panas yang berasal dari air yang dipanaskan. Didalam GU terdapat ruang pembakaran yang sekelilingnya tersusun pipa-pipa saluran air. Didalam pipa tersebut terjadi perpindahan panas, pipa-pipa tersebut mendapat pemanasan dari api pembakaran sehingga air yang mengalir didalamnya akan ikut panas hingga berubah bentuk menjadi uap.

Prinsip Kerja GU dapat dilihat pada gambar 1 dimana tujuannya adalah merubah air menjadi uap, untuk lebih jelasnya dapat dijabarkan sebagai berikut :

- a) Air yang berasal dari fasilitas pengolahan air atau *Water Treating Plant* (WTP) dipompakan ke *pre heater* dengan tujuan untuk melakukan pemanasan awal, dimana air yang pada awalnya mempunyai temperatur sekitar 175⁰F – 185⁰F berubah menjadi sekitar 220⁰F – 250⁰F.

- b) Setelah melewati *pre heater*, air mengalir menuju *convection section*. Di dalam *convection section*, terjadi proses pemanasan yang berasal dari sisa gas buang sehingga temperatur air mencapai 540 °F.
- c) Air dari *convection section* ini akan mengalir menuju *radiant section*. Di dalam *radiant section* terjadi pemanasan kembali yang berasal dari pembakaran *burner*, sehingga air tersebut akan berubah menjadi uap dengan temperatur 500°F – 520°F.
- d) Uap kemudian dialirkan ke sumur injeksi melalui *steam distribution line*.



Gambar 1. Arah aliran air pada GU [1]

Kualitas uap atau *Steam Quality* (SQ) adalah presentase air yang telah diubah menjadi uap. Presentase 74% – 75% sudah melalui tahapan teknis. Dasar pertimbangannya adalah bahan baku air yang digunakan berasal dari hasil samping pengolahan produksi minyak, sehingga masih banyak mineral yang terkandung didalam air.

Jika SQ terlalu kering/tinggi, maka mineral-mineral yang terkandung di air bisa menimbulkan kerak pada pipa. Jika SQ basah/rendah bisa mengakibatkan pengikisan pada permukaan dalam pipa.

Untuk menentukan SQ menggunakan persamaan :

$$SQ = \left(1 - \frac{TDS_{in}}{TDS_{out}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Dimana : TDS = Total Dissolve Solid

TDS_{in} = air yang akan berubah jadi uap

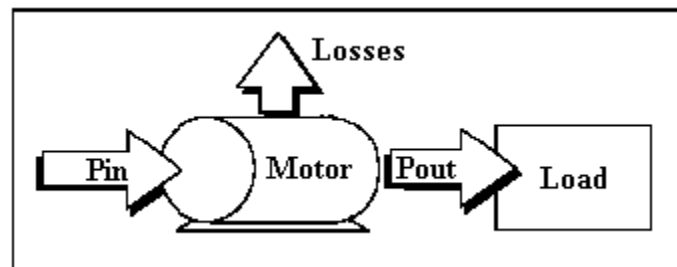
TDS_{out} = air yang telah berubah jadi uap

Untuk menentukan nilai TDS dengan menggunakan alat ukur TDSmeter

2. Tinjauan Pustaka

Motor induksi tiga fasa merupakan motor AC yang paling banyak dan paling luas dipakai sebagai alat penggerak bagi keperluan industri. Motor induksi tiga fasa berputar relatif stabil pada berbagai daya. Konstruksi motor induksi terdiri dari 2 bagian utama, yaitu stator (bagian yang bergerak terhubung ke sumber tegangan) dan rotor (bagian bergerak).

Motor bekerja dengan merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada proses ini, motor akan kehilangan sebagian energi yang digunakan.



Gambar 2. Energi Motor yang hilang

Efisiensi motor ditentukan oleh kehilangan dasar yang bisa dikurangi dengan cara merubah rancangan motor dan kondisi operasi. Jenis kehilangan ini bisa dilihat pada tabel berikut :

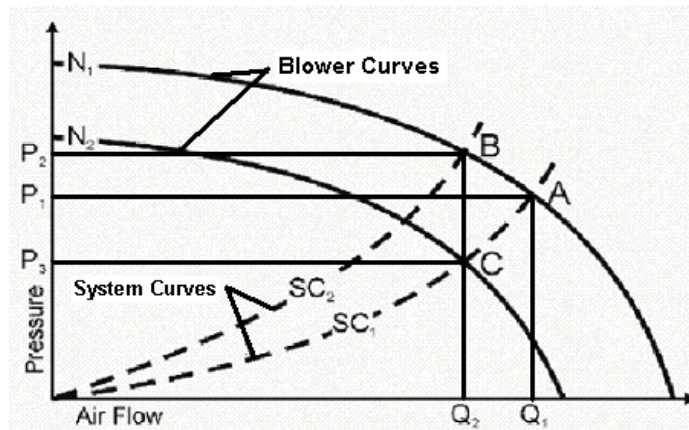
Tabel 1. Jenis kehilangan pada motor induksi [4]

Jenis Kehilangan	Persentase kehilangan total (100%)
Kehilangan tetap atau kehilangan inti	25
Kehilangan variabel: kehilangan stator I^2R	34
Kehilangan variabel: kehilangan rotor I^2R	21
Kehilangan gesekan & penggulangan ulang	15
Kehilangan daya yang menyimpang	5

Pada aplikasi *blower*, terdapat istilah “*tahanan sistem*” yang merupakan jumlah kehilangan tekanan statis dalam sistem. Tahanan sistem merupakan fungsi pola susunan saluran, pengambilan, lengkungan dan penurunan tekanan yang melintasi peralatan. Tahanan sistem bervariasi terhadap kuadrat volume aliran udara

yang memasuki sistem. Sehingga, tahanan sistem akan meningkat jika volume udara meningkat, begitu pula sebaliknya.

Karakteristik *blower* dapat dinyatakan dalam bentuk kurva *blower* (*blower curves*). Yaitu, suatu kurva kinerja yang menggambarkan pengaruh kecepatan putaran (N) terhadap volume udara yang dialirkan (Q).



Gambar 3. Kurva kinerja blower

Blower bekerja berdasarkan kecepatan putaran, daya dan tekanan. Perubahan kecepatan putaran (N_1) akan memperkirakan perubahan kenaikan tekanan dan daya yang diperlukan untuk mengoperasikan *blower* pada kecepatan putaran (N_2) yang baru. Kinerja *blower* dilihat berdasarkan efisiensinya, maka diperlukan beberapa parameter pengukuran termasuk kecepatan udara, tekanan, volume dan daya yang dipergunakan motor untuk menggerakkan *blower*.

Untuk menghitung volume udara dapat menggunakan persamaan :

$$Q = v \times A \quad (2)$$

Dimana :

- . Q = Volume udara (feet³/menit)
- v = Kecepatan udara (feet/menit)
- A = Luas bidang (feet²)

Untuk menghitung luas bidang (A) harus diketahui diameter salurannya, setelah itu menggunakan persamaan berikut :

$$A = 0,785.D^2 \quad (3)$$

Dimana :

D = Diameter saluran (inci)

Selanjutnya untuk mengetahui efisiensinya menggunakan persamaan

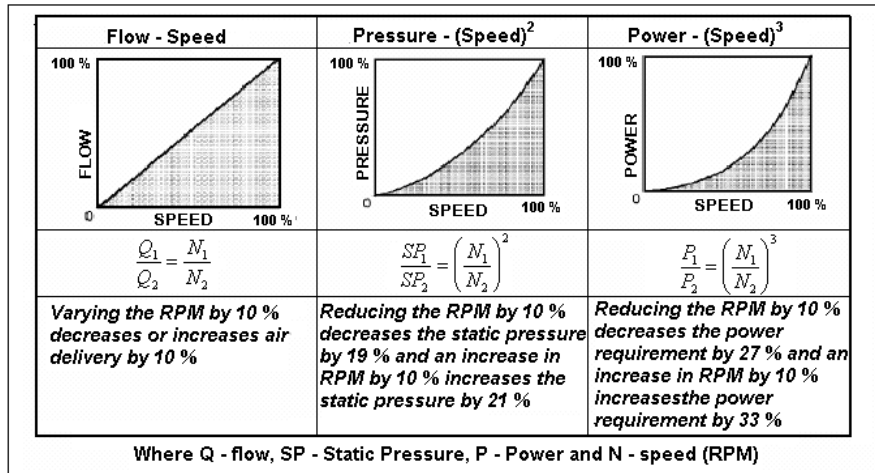
$$\eta = \frac{Q \times p_a}{33000 \times P} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana :

Q = Volume udara (feet³/menit)

p_a = Tekanan udara (lb/feet²)

P = Daya (HP)



Gambar 4. Kurva kecepatan, tekanan dan daya *blower*

Dari gambar 4, diperoleh tiga hukum mengenai *blower* :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (5)$$

$$\frac{SP_1}{SP_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \quad (6)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \quad (7)$$

Dimana :

Q = Volume udara yang dialirkan

SP = Tekanan statis

P = Daya

N = Kecepatan putaran

3. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan adalah metode eksperimen yaitu dengan menurunkan aliran udara dari Q1 ke Q2, dengan metode sebagai berikut :

- Metode I, adalah dengan membatasi aliran udara dengan menutup sebagian *dampers* dalam sistem. Sehingga menimbulkan kurva kinerja sistem yang baru (SC_2) dimana tekanan yang dikehendaki lebih besar untuk aliran udara yang diberikan. *Blower* akan beroperasi pada titik B. Dimana aliran udara turun menjadi Q_2 dan tekanan meningkat menjadi P_2 (seperti pada gambar 3).
- Metode II, adalah dengan menurunkan kecepatan putar dari N_1 ke N_2 , dengan tetap menjaga *dampers* terbuka penuh. *Blower* akan beroperasi pada titik C dimana akan diperoleh aliran udara Q_2 yang sama namun mempunyai tekanan P_3 yang lebih rendah (seperti pada gambar 3).

Kemudian pengukuran daya masuk dilakukan tiga tahap, yaitu :

Tahap 1. Menentukan daya masuk dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi}{1000} \quad (8)$$

Tahap 2. Menentukan nilai daya dengan mengambil nilai di *name plate* atau dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P_{infl} = P_{rating} \times \frac{0,7457}{\eta_r} \quad (9)$$

Dimana :

P_{infl} = Daya masuk pada beban penuh (kW)

P_{rating} = Daya yang tertera di name plate (HP)

Tahap 3. Menghitung daya

$$P_o = \frac{P_i}{P_{infl}} \times 100\% \quad (10)$$

Dimana :

P_o = Daya keluar yang dinyatakan dalam % kecepatan daya

P_i = Daya tiga fasa (kW)

P_{infl} = Daya Masuk pada beban penuh (kW)

4. Hasil dan Pembahasan

Pada eksperimen buka tutup *louver* ini dilakukan pada salah satu unit GU yang berada di *Central Steam Station Area 4 DSF*. Sebelum melakukan eksperimen ini, unit GU sudah beroperasi normal selama tiga hari dan tidak ada permasalahan dalam

masa operasinya. Tabel berikut adalah hasil eksperimen berdasarkan buka tutup louver.

Tabel 2. Pengambilan data-data motor

Posisi Louver	Arus di Motor				O ₂ Excess (%)	Steam Quality (SQ)
	Fasa 1	Fasa 2	Fasa 3	Rata-rata		
10%	30	30	30	30	0%	60%
20%	34	34	34	34	0%	62%
30%	38	38	38	38	0%	63%
40%	42	42	42	42	0%	64%
50%	46	46	46	46	0%	65%
60%	50	50	50	50	0%	67%
70%	54	54	54	54	0%	70%
80%	58	58	58	58	1%	72%
90%	62	62	62	62	3%	74%
100%	66	66	66	66	5%	74%

Dari hasil eksperimen didapatkan bahwa untuk mendapatkan SQ 74% masih dalam toleransi cukup membutuhkan 90% posisi *louver* terbuka. Kemudian untuk menghitung parameter-parameter pada motor induksi dan *blower*, ada beberapa parameter lain yang perlu diketahui, seperti luas saluran udara, kecepatan angin. Dengan diketahui bahwa saluran udara mempunyai diameter masuk 21 inci dan diameter luar 24 inci, maka sesuai dengan persamaan $A = 0,785.D^2$, maka didapatkan : $A = 0,785 (24)^2$ maka : $A = 3,14 \text{ feet}^2$ (luas saluran luar *blower* adalah $3,14 \text{ ft}^2$). Untuk spesifikasi *blower* didapatkan data-data dari tabel 3 seperti berikut ini :

Tabel 3. Spesifikasi blower berdasarkan kerja motor

SPECIFICATIONS		At 100% of motor rating			At 115% of motor rating		
Blower Designation	Motor HP	Volume, cfm	Volume, cfh	Pressure, osi	Volume, cfm	Volume, cfh	Pressure, osi
2408-H-50	50	10800	648000	10	13100	786000	8

Pada kinerja motor 100%, $P = 10$ osi (ounce square inch)

Volume udara yang dihembuskan (Q) adalah $10800 \text{ feet}^3/\text{menit}$ dan luas

saluran (A) adalah $3,14 \text{ feet}^2$ maka : $v = \frac{Q}{A}$

$$v = \frac{10800 \text{ feet}^3 / m}{3,14 \text{ feet}^2} = 3439,5 \text{ feet/menit}$$

Kecepatan angin pada saat motor bekerja 100% adalah 3439,5 feet/menit di dalam saluran udara seluas 3,14 feet². Maka Energi yang digunakan untuk menggerakkan *blower* $W = 282,6 \times 3439,5 = 972002,7 \text{ lb feet/mnt} = 29,45 \text{ HP} \approx 30 \text{HP}$ (daya mekanis *blower*).

Untuk menghitung daya elektrik motor dioperasikan dalam kondisi tanpa beban. Berdasarkan data yang didapat, diketahui : $V = 460 \text{ V}$, $I = 35 \text{ A}$, $\cos \phi = 0,4$ maka sesuai dengan persamaan (8) didapatkan :

$$P = \frac{\sqrt{3} \times 460 \times 35 \times 0,4}{1000} = 11,154 \text{ kW} = 14,9 \text{ HP} \approx 15 \text{ HP (daya elektrik)}$$

Maka daya yang dibutuhkan motor untuk menggerakkan *blower* adalah :

$$P_{\text{total}} = 30 + 15 = 45 \text{ HP (saat louver terbuka 100\%)}$$

Dari hasil eksperimen, untuk mendapatkan SQ 74% cukup membutuhkan 90 % posisi *louver* terbuka, maka luas bidang saluran udara menjadi : $A_2 = 0,9 \times 3,14 \text{ feet}^2 = 2,826 \text{ feet}^2$.

Untuk menghitung daya yang dibutuhkan, maka menggunakan persamaan (7). Karena kecepatan putaran motor tidak mengalami perubahan maka persamaan tersebut menjadi $P_1 = P_2$.

Karena Daya yang dicari adalah daya mekanis, maka sesuai dengan persamaan

$$F_1 v_1 = F_2 v_2 \text{ dan } F_1 \frac{Q_1}{A_1} = F_2 \frac{Q_2}{A_2}. \text{ Jumlah volume yang dipindahkan akan selalu sama,}$$

maka $Q_1 = Q_2$. Jika luas saluran berubah maka kecepatan angin juga akan berubah. Semakin kecil luas saluran maka kecepatan angin akan semakin besar, Mengacu kepada persamaan (2) didapatkan $Q = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$, Sehingga ketika $Q_1 = Q_2$,

$$\text{persamaan sebelumnya akan menjadi } \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}.$$

$$\text{Maka : } F_2 = \frac{282,6 \times 2,826}{3,14} = 254,34 \text{ lb}$$

Sehingga kerja *blower* pada saat *louver* terbuka pada kondisi 90% adalah 254,34 lb.

Daya motor pada kondisi SQ = 74% berdasarkan nilai dari hasil eksperimen posisi *louver* membuka 90%. Data motor name plate : V = 460 V, I = 62 A, Cos φ= 0,8. Maka daya didapatkan :

$$P = \frac{1.732 \times 460 \times 62 \times 0,8}{1000} = 39,517 \text{ kW} = 52,9 \text{ HP}$$

Daya yang terukur pada saat *louver* terbuka 90 % adalah 52,9 HP. Jika motor yang terpasang adalah 50 HP, maka :

$$P = (52,9/50) \times 100\% = 105,8\%$$

Motor sudah beroperasi 105, 8 % pada saat *louver* baru terbuka 90%.

Berdasarkan hasil perhitungan pada saat SQ = 74%, didapatkan daya yang terukur adalah 52,9 HP. Sedangkan daya yang digunakan adalah 41,5 HP. Maka untuk

menghitung efisiensi motor adalah : $\eta = \frac{41,5}{52,9} \times 100\% = 78,37 \%$

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 4, dapat dihitung nilai efisiensinya sesuai dengan tabel dibawah.

Tabel 4. Pengaruh buka tutup *louver* terhadap efisiensi motor

louver position	A	F	P mekanis	P total	I terukur	P terukur	Efisiensi
100	3.14	282.60	29.45	44.45	68	56.38	78.84%
90	2.83	254.34	26.51	41.51	62	52.97	78.37%
80	2.51	226.08	23.56	38.56	58	49.55	77.83%
70	2.20	197.82	20.62	35.62	54	46.13	77.21%
60	1.88	169.56	17.67	32.67	50	42.71	76.49%
50	1.57	141.30	14.73	29.73	46	39.30	75.65%
40	1.26	113.04	11.78	26.78	42	35.88	74.64%
30	0.94	84.78	8.84	23.84	38	32.46	73.43%
20	0.63	56.52	5.89	20.89	34	29.05	71.92%
10	0.31	28.28	2.95	17.95	30	25.63	70.02%

Dari tabel diatas didapatkan, bahwa efisiensi motor dipengaruhi oleh perubahan mekanis *louver*. Semakin besar *louver* terbuka, semakin tinggi efisien motor. Perubahan *louver* berpengaruh terhadap kerja motor. Dari hasil eksperimen dan perhitungan dapat diketahui bahwa dengan membuka-menutup *louver* maka akan terjadi perubahan volume udara. Semakin besar luas saluran udaranya, maka volumenya juga semakin besar sehingga motor akan bekerja lebih berat. SQ sangat dipengaruhi oleh buka tutup *louver*. Semakin menutup *louver*, maka SQ akan semakin

kecil. Untuk mendapatkan SQ yang diharapkan, yaitu 74 % maka louver harus terbuka 90 % sampai 100 %. Untuk mendapatkan SQ yang sesuai, motor harus bekerja diatas 100 %. Pada saat louver terbuka 90% maka motor sudah bekerja pada kondisi 105,8%. Hal ini mengakibatkan motor akan cepat panas, karena arusnya yang tinggi. Pada saat louver terbuka 100 %, arus motor melebihi seting *thermal over load relay* yang terpasang sehingga bisa menyebabkan trip.

5. Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang diambil dan perhitungan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Daya motor yang terpasang sesuai untuk memutar bebannya. Meskipun motor beroperasi diatas 100 %, hal tersebut masih dalam batas toleransi kerja.
2. Perubahan louver linier terhadap arus motor, efisiensi motor dan SQ. Semakin lebar louver terbuka maka arus motor, efisiensi motor dan SQ juga semakin besar.
3. Pada kondisi louver membuka 90 %, SQ terjaga pada kondisi 74%.
4. *Trip* akan terjadi pada saat louver terbuka 100%. Karena arus yang mengalir melebihi nilai seting *thermal over load relay* yang terpasang.

6. Daftar Pustaka

- [1] Operator Certification Manual – 3. 2001. *Steam Generator*. PT CPI.
- [2] Operator & Technician Certification Electrical 4. *Motor and Control*. 2006. PT CPI. Hal 106 – 116.
- [3] Marathon Electric Mfg Corp. 2003. *Operation & Maintenance Instruction*. Marathon Electric Motor Instalation.
- [4] Joe Evans. 2010. *The Three Phase Induction Motor*.
- [5] NEC code. 2008
- [6] Fadillah K dan Wurdono 1999. *Instalasi Motor-motor listrik jilid 1*. Angkasa. Bandung
- [7] Fadillah K dan Wurdono. 1999. *Instalasi Motor-motor listrik jilid 2*. Angkasa. Bandung.
- [8] Parekh R. 2003. *AC Induction Motors Fundamentals*. Microchip Technology Inc.