

PENGARUH VARIASI PEMBEBANAN TERHADAP KINERJA MOTOR PRIMARY AIR FAN 3 FASA, 6 KV UNIT 1 DI PLTU TELUK SIRIH

BAMBANG ANDIKA¹, YULISMAN², WIWIN LOVITA³

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Email: yulisman@umsb.ac.id², lovitawiwini21@gmail.com³

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v9i2.7989>

Abstrak: Motor PAF 3 fasa, 6 kV merupakan salah satu motor induksi yang digunakan di PLTU Teluk Sirih untuk menghasilkan tekanan udara yang masuk ke ruang bakar (boiler). Pada Unit 1 PLTU Teluk Sirih terdapat 2 buah motor PAF. Motor PAF dalam perubahan beban harian mengalami perubahan pada kinerja Motor seperti : Daya masukan, Daya reaktif, Daya keluaran dan Torsi motor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dan melihat kinerja Motor PAF 3 fasa, 6 kV terhadap perubahan beban harian pada saat performance test pembangkit. Dari hasil analisa diperoleh bahwa semakin bertambahnya beban pembangkit maka daya masukan, daya keluaran dan Torsi motor juga naik dimana pada jam 18.00 beban pembangkit 95 MW untuk PAF A didapat daya masukan tertinggi 961,2918 kW, daya keluaran 915,1498 kW, daya reaktif 459,2839 KVAR dan torsi motor 5864,165 Nm, untuk PAF B didapat pada jam 18.00 beban pembangkit 95 MW dengan daya masukan tertinggi 957,3682 kW, daya keluaran 911,4145 kW, daya reaktif 457,4092 KVAR dan torsi motor 5840,229 Nm.

Kata kunci : Motor Induksi, Daya dan Torsi Motor.

A. Pendahuluan

Sistem tenaga listrik adalah jaringan yang terdiri dari pembangkit, transmisi, dan distribusi untuk menghasilkan, menyalurkan, dan mendistribusikan energi listrik dari sumbernya hingga ke konsumen. Energi listrik merupakan suatu energi yang sangat di butuhkan menunjang aktivitas sehari-hari. Dalam kehidupan masyarakat kini, hampir sebagian besar kegiatan masyarakat menggunakan listrik, mulai dari pekerjaan kecil hingga pekerjaan penting sehingga aktivitas sekarang sangat bergantung kepada pasokan listrik.

Sistem tenaga listrik mempunyai beberapa komponen utama seperti pembangkitan, transmisi, distribusi dan beban/ konsumen. Dalam hal ini salah satu komponen utama yang akan di bahas yaitu sistem pembangkit dimana pada saat sekarang ini ada berbagai macam pembangkit yang dibedakan berdasarkan sumber energi penggerakannya. Pembangkit ada beberapa macam diantaranya Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan lainnya.

Pembangkit tenaga listrik yang berkembang saat ini yang mampu memasok tenaga listrik dengan tenaga yang cukup besar, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Teluk Sirih yang berbahan bakar batu bara dengan kapasitas 2 x 112 MW. Secara geografis PLTU Teluk Sirih terletak di Sumatera Barat tepatnya di Desa Teluk Sirih Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang. PLTU Teluk Sirih sangat penting untuk menjaga ketersediaan listrik di Sumatera Barat, Riau, dan Jambi yang biasa disebut dengan Sumatera Bagian Tengah.

Secara umum PLTU Teluk Sirih terdiri dari peralatan utama (turbin, generator, trafo dan boiler) dan peralatan pendukung seperti *IDF (Induced Draft Fan)*, *PAF (Primary Air Fan)*, *SAF (Secondary Air Fan)*, *CWP (Circulating Water Pump)*, dan motor-motor penunjang lainnya. Secara garis besar peralatan yang ada di PLTU Teluk Sirih banyak menggunakan motor-motor listrik yang berkapasitas besar, dimana motor-motor tersebut digunakan untuk berbagai keperluan di PLTU Teluk Sirih sebagai penggerak pompa, kompresor, kipas atau *fan*.

Pembangkit listrik tenaga uap membutuhkan udara karena udara digunakan sebagai oksigen untuk proses pembakaran batu bara. Proses ini mengubah energi panas dari pembakaran menjadi energi listrik melalui pemanasan air menjadi uap yang mengatur turbin. Suply

udara dapat dibagi menjadi dua, yaitu *primary air fan* yang menghasilkan udara primer dan *secondary air fan* yang menghasilkan udara sekunder. Ke dua fan ini adalah komponen yang vital pada pembangkit listrik tenaga listrik berbahan bakar batubara. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) ada beberapa fan yang digunakan, seperti *primary air fan*, *secondary air fan*, *induced draft fan*, dan *sealing air fan* tetapi kali ini penulis akan membahas *primary air fan* khususnya. Pada unit 1 PLTU Teluk Sirih menggunakan dua buah *primary air fan* yang bekerja untuk mensuplai boiler.

Pada sistem diatas juga terdapat sebuah damper untuk mengatur flow udara pada sistem line tersebut. Dimana bukaan dampernya sangat mempengaruhi kerja dari motor PAFan. Damper pada sistem ini diatur dengan *Control Valve*. Regulasi damper tersebut biasa mengikuti beban pembangkit dimana jika beban puncak (100 MW) maka pembukaan damper juga akan besar dan begitu sebaliknya jika beban rendah maka pembukaan damper juga akan kecil, hal tersebut dikarenakan jika beban tinggi maka otomatis pembakaran di boiler semakin besar.

Ada beberapa akibat apabila terjadi permasalahan di PA fan seperti *overheating* atau panas berlebihan pada komponen internal, yang berujung pada berbagai kerusakan serius karna kipas PA fan ini berfungsi untuk menjaga suhu optimal. Jika sudah *overheating* salah satu akibatnya akan membuat performa mesin akan turun, Sebelum sepenuhnya mati, amplifer mungkin akan mengurangi dayanya untuk mencoba menurunkan suhu. Selain itu masih banyak lagi permasalahan di PA Fan diantaranya kerusakan komponen internal, kehausan dini sampai yang paling parah kerusakan permanen. Motor harus menanggapi perubahan tersebut, oleh karena adanya beberapa faktor itu, perlu suatu upaya untuk mengetahui pengaruh kinerja *primary air fan*. Berdasarkan hal diatas maka penulis berkeinginan untuk mengkaji hal tersebut dalam penelitian berjudul “Studi Analisis Pengaruh Variasi Pembebanan terhadap Kinerja Motor Primary Air Fan 3 Fasa, 6 kV Unit 1 di PLTU Teluk Sirih”. Salah satu komponen yang memiliki peranan penting pada system pembangkitan listrik di PT. PLN (PERSERO) Sektor Teluk Sirih yaitu PAF (Primary Air Fan), dimana peran Motor PA Fan pada sistem pembakaran PLTU sangatlah vital bagi kelangsungan operasional boiler, jika Motor PA Fan tidak bekerja secara normal, maka akibatnya akan sangat buruk bagi proses produksi pembakaran pada boiler, Oleh karena itu diharapkan dalam penelitian ini kinerja Motor PA Fan di PLTU Teluk Sirih masih dalam performa yang baik yaitu beroperasi secara normal dan mampu bekerja sesuai spesifikasi motor tersebut.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berjudul Studi Analisis Pengaruh variasi Pembebanan Terhadap Kinerja Motor PA Fan 3 fasa, 6 kV di PLTU Teluk Sirih. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengumpulan data dan menghitung daya, torsi Motor PA Fan pada berbagai variasi pembukaan damper. Perubahan pembukaan damper tersebut disebabkan oleh tekanan diboiler ketika beban pembangkit berubah.

C. Hasil dan Pembahasan

Identifikasi lokasi

Pada penelitian ini fokus yang diambil berada pada kawasan sector pembangkitan Teluk Sirih di area Boiler (Primary Air Fan). PLTU Teluk Sirih ini berlokasi di Teluk Sirih RT.01 RW. 04, kelurahan Teluk Kabung Tengah, Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Kota madya Padang, Sumatera Barat, berjarak ± 30 km sebelah selatan dari pusat kota padang. Kontruksi ini terdiri dari atas perkerja sipil, mekanikal, dan electrical. Dalam pelaksanaannya melibatkan beberapa instansi yakni untuk perkerjaan sipil oleh PT. Rekayasa Industri sedangkan untuk perkerjaan mekanikal dan elektrikal dilaksanakan oleh Cina National Technical Export & Import Cooperation (CNTIC).

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini akan dibahas beberapa parameter yang menjadi dasar Analisa, maka dibutuhkan data awal yang akan menjadi pedoman dalam perhitungan.

- a) Data Spesifikasi Motor PAF 3 Fasa 6 kV
- b) Data Operasi Motor PAF 3 Fasa 6 kV

Teknik Pengolahan Data

Dalam teknik pengolahan data ini penulis ingin menjabarkan atau memaparkan tentang pengolahan data yang didapat oleh penulis sebagai bahan untuk mengerjakan penelitian ini. Dimana penulis disini menjelaskan langkah – langkah melakukan perhitungan :

1. Pada tahapan ini dilakukan Dasar perhitungan Daya masukan Motor PA Fan 3 fasa, 6 kV dapat dihitung dengan berdasarkan data operasi motor dilapangan pada unit 1 di PLTU Teluk Sirih :

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I_b \times \cos \varphi \quad (3-1)$$

Dimana :

P_{in} = Daya motor (Watt)

V_{L-L} = Tegangan motor (Volt)

I_b = Arus motor (A)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

2. Daya reaktif adalah daya yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet atau daya yang ditimbulkan oleh beban yang bersifat induktif. Satuan daya reaktif adalah VAR (Volt.Amper Reaktif). Dasar perhitungan Daya reaktif (Q_{out}) Motor induksi 3 fasa, 6 kV PA Fan pada unit 1 PLTU Teluk Sirih:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot I_b \cdot \sin \varphi \quad (3-2)$$

Dimana :

Q_{out} = Daya reaktif (VAR)

V_{L-L} = Tegangan line to line (Volt)

I_b = Arus beban (A)

$\sin \varphi$ = Faktor reaktif

3. Daya merupakan jumlah usaha yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Dalam fisika, daya adalah kecepatan melakukan kerja. Daya sama dengan jumlah energi yang dihabiskan per satuan waktu. Dalam sistem SI, satuan daya adalah joule per detik (J/s), atau Watt. Dasar perhitungan Daya keluaran (P_{out}) Motor induksi 3 fasa, 6 kV PA Fan pada unit 2 di PLTU Teluk Sirih :

$$P_{out} = \eta \times P_{in} \quad (3-3)$$

Dimana :

P_{out} = Daya output (Watt)

η = Efisiensi motor

P_{in} = Daya input (Watt)

4. Secara umum torsi (torque) merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu. Pada penelitian penulis menggunakan dasar perhitungan Torsi motor induksi 3 fasa, 6 kV PA Fan pada unit 1 PLTU Teluk Sirih :

$$T_m = \frac{P_{out}}{2 \pi n_r / 60} \quad (3-4)$$

Dimana :

$$T_m = \text{Torsi Motor (N.m)}$$

$$P_{out} = \text{Daya keluaran Motor (Watt)}$$

$$n_r = \text{Kecepatan rotor/motor (rpm)}$$

Hasil Perhitungan

a) Menghitung daya masukan motor

Besarnya nilai daya masukan yang diperoleh dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (3-1) sebagai berikut :

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I_b \times \cos \varphi$$

Data jam 06.00 pada PAF A pada beban pembangkit 93 MW sebagai berikut:

$$V_{L-L} = 6000 \text{ V}$$

$$I_b = 116 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0.73$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I_b \times \cos \varphi$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 6000 \times 116 \times 0.73$$

$$P_{in} = 879.736,1 \text{ Watt}$$

$$P_{in} = 879.736 \text{ kW}$$

b) Menghitung daya reaktif motor

Dalam perhitungan nilai daya Reaktif pada Motor PAF digunakan menggunakan persamaan (3-2) sebagai berikut :

$$Q = \sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot I_b \cdot \sin \varphi$$

Berdasarkan data yang didapat pada beban harian yang diambil waktu performance test pembangkit sebagai berikut :

Data jam 06.00 pada PAF A pada beban pembangkit 93 MW sebagai berikut :

$$V_{L-L} = 6000 \text{ V}$$

$$I_b = 116 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0.73$$

$$\sin \varphi = 1 - (\cos \varphi)^2$$

$$= 1 - (0,73)^2$$

$$= 1 - 0,5329$$

$$= 0,4671$$

$$\sin \varphi = \sqrt{0,4671}$$

$$= 0,68$$

$$Q_{out} = \sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot I_b \cdot \sin \varphi$$

$$Q_{out} = \sqrt{3} \times 6000 \times 116 \times 0,68$$

$$Q_{out} = 819.480,2 \text{ VAR}$$

$$Q_{out} = 819.480 \text{ KVAR}$$

c) Menghitung daya keluaran motor

Dalam perhitungan nilai daya keluaran pada Motor PAF digunakan menggunakan persamaan (3-3) sebagai berikut :

$$P_{out} = \eta \times P_{in}$$

Berdasarkan data yang didapat pada beban harian yang diambil waktu performance test pembangkit sebagai berikut :

Data jam 06.00 pada PAF A pada beban pembangkit 93 MW sebagai berikut :

$$\eta = 94,1 \%$$

$$P_{in} = 879.736 \text{ kW}$$

$$P_{out} = \eta \times P_{in}$$

$$P_{out} = 0,941 \times 879.736$$

$$P_{out} = 827.831,5 \text{ Watt}$$

$$P_{out} = 827.8315 \text{ kW}$$

d) Menghitung Torsi motor

Dalam perhitungan nilai Torsi pada Motor PAF digunakan menggunakan persamaan (3-4) sebagai berikut :

$$T_m = \frac{P_{out}}{2 \pi n_r / 60}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran Motor PAF dan data kecepatan motor yang didapat Torsi Motor sebagai berikut :

Data jam 06.00 pada PAF A pada saat beban pembangkit 93 MW sebagai berikut :

$$P_{out} = 827.831 \text{ Watt}$$

$$n_r = 1491 \text{ rpm}$$

$$T_m = \frac{P_{out}}{2 \pi n_r / 60}$$

$$T_m = \frac{827.831}{2 \times 3,14 \times 1491 / 60}$$

$$T_m = 5304,636 \text{ Nm}$$

Analisa Perhitungan

a) PAF A

dapat dilihat pada pukul 06.00 dengan beban pembangkit 93 MW Arus motor yaitu 116,10 A dengan daya masukan motor 879.7361 kW, daya reaktif 819.4802 KVAR dan daya keluaran 827.8315 kW Sedangkan pada pukul 18.00 beban pembangkit 95 MW Arus motor yaitu 121,34 A dengan daya masukan motor 113.3558,2 kW, daya reaktif 541.588,9 KVAR dan daya keluaran 107.9147,2 kW. Hal tersebut menjelaskan bahwasanya kenaikan beban pembangkit berpengaruh terhadap daya masukan, daya reaktif dan daya keluaran motor. Disini terlihat jelas bahwa daya reaktifnya mengecil pada beban puncak dan analisa terhadap motor ini bagus karena daya reaktif adalah daya yang diperlukan untuk pembangkitan medan magnet jadi semakin kecil semakin bagus.

pada pukul 06.00 dengan beban pembangkit 93 MW daya keluaran motor yaitu 827.8315 kW maka didapat Torsi motor 5.304,636 Nm. Sedangkan pada pukul 18.00 beban 95 MW daya keluaran yaitu 107.91472 kW didapat Torsi motor 5.304,636 Nm. Hal tersebut menjelaskan bahwasanya kenaikan beban pembangkit berpengaruh juga terhadap kenaikan Torsi motor.

b) PAF B

dilihat pada pukul 06.00 dengan beban pembangkit 93 MW Arus motor yaitu 106,59 A dengan daya masukan motor 807,6750 kW, daya reaktif 752.3548 KVAR dan daya keluaran 760.0221 kW Sedangkan pada pukul 18.00 beban pembangkit 95 MW Arus motor yaitu 107,27 A dengan daya masukan motor 1.002.1163 kW, daya reaktif 478.7889 KVAR dan daya keluaran 943. 9932 kW. Hal tersebut menjelaskan bahwasanya kenaikan beban pembangkit berpengaruh terhadap daya masukan, daya reaktif dan daya keluaran motor. Disini terlihat jelas bahwa daya reaktifnya mengecil pada beban puncak dan analisa terhadap motor ini bagus karena daya reaktif adalah daya yang diperlukan untuk pembangkitan medan magnet jadi semakin kecil semakin bagus.

dapat dilihat pada pukul 06.00 dengan beban pembangkit 93 MW daya keluaran motor yaitu 760.0221 kW maka didapat Torsi motor 4.870,124 Nm. Sedangkan pada pukul 18.00 beban 95 MW daya keluaran yaitu 903.3365 kW didapat Torsi motor 5.788,466 Nm. Hal tersebut menjelaskan bahwasanya kenaikan beban pembangkit berpengaruh juga terhadap kenaikan Torsi motor.

D. Penutup

Simpulan

Setelah dilakukan pembahasan dan melakukan analisa terhadap perhitungan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan nilai daya masukan dan daya reaktif Motor PAF selalu berubah-ubah karena berpengaruh terhadap berapa besarnya kenaikan flow udara yang masuk ke ruang bakar yang dikarenakan terjadinya proses pembakaran yang meningkat diruang bakar dalam proses kenaikan beban pembangkit. PAF A pada pukul 18.00 saat beban pembangkit 95 MW didapat hasil perhitungan daya masukan sebesar 879.7361 kW, daya reaktif sebesar 819.4802 KVAR dan daya keluaran 827.8315 kW sedangkan untuk PAF B pada pukul dan beban pembangkit yang sama didapat hasil perhitungan daya masukan sebesar 1.002.1163 kW, daya reaktif sebesar 478.7889 KVAR dan daya keluaran 943. 9932 kW.
2. Kenaikan torsi motor PAF sejalan dengan beban harian, pada pukul 18.00 beban pembangkit 95 MW didapat hasil perhitungan torsi PAF A sebesar 5.304,636 Nm dan PAF B sebesar 4.870,124 Nm.
3. Berdasarkan hasil penelitian, kinerja Motor PAF di PLTU Teluk Sirih semakin besar beban pembangkit maka semakin bagus kinerja Motor PAF tersebut. Dari kedua Motor PAF di PLTU Teluk Sirih kinerja yang bagus dapat dilihat dari hasil perhitungannya yaitu PAF A pada Torsi motor tertinggi pukul 18.00 WIB yaitu 5.304,636 Nm dengan Daya Reaktif 819.4802 KVAR dan PAF B pada Torsi motor tertinggi pukul 18.00 yaitu 4.870,124 Nm dengan Daya Reaktif 478.7889 KVAR

Saran

Setelah melakukan pengumpulan, mengolah dan menganalisa data, maka penulis menyarankan :

1. Dalam pengoperasian Motor PAF perlu selalu diperhatikan nilai parameternya agar tidak melebihi dari kemampuan Motor PAF sehingga kestabilan Motor terjaga, tahan lama dan dapat beroperasi secara kontiniu
2. Disarankan untuk PLTU Teluk Sirih pada Motor PAF dilakukan inspeksi dan pemeliharaan kapasitor bank agar faktor daya yang lebih bagus.

Daftar Pustaka

- Ghazali, Rizal angga. 2011. Metode perhitungan efisiensi motor induksi yang sedang beroperasi. Jurnal. fakultas teknik, Program studi Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok
- Chapman, Stephen J. (2002). *Electric Machinery and Power System Fundamentals*. New York: McGraw-Hill.
- Bloch, Heize. 1998. *Improving Machinery Reliability*. Oxford : Elsevier's Science & Technology Rights Department.
- Pasaribu, J,S. 2022. Analisis Kinerja dan Torka Motor Induk di Tiga Fasa Terhadap Perubahan Beban di PT. Asrindo Citra Subur Makmur - Gelombangn .Jurnal. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Elektro.Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
- Lohdy Diana1, A. S. 2021. Studi Numerik Centrifugal Fan Tipe Impeller Backward dengan Variasi Putaran Fan. *MEMME, Vol. 5 (2) Des (2021)*, 5, 168-178.
- Fadila, S. 2022. Analisis Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa 2,2 kW di PT. Max Power Indonesia. Jurnal. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
- Oktavianto, A. Joko. Wrahatnolo, T. Ibrohim. 2025. Analisis Kelayakan Motor Induksi 3 Fasa Berdasarkan Tahanan Isolasi dan Indeks Polaritas Di PT. PLN Indonesia Power Grati PGU. Jurnal. Teknik Elektro. Fakultas Teknik Elektro. Universitas Negeri Surabaya.Sudirham, Sudaryatno. 2012. Analisis rangkaian rangkaian listrik jilid 3. Darpublic, kanayakan D-30, Bandung, 40135.
- Xiangtan, Electric. 2002. *Motor*. PT.PLN (Persero) Pembangunan Teluk Sirih.
- Novianto, D. 2022. Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Penggerak Vacuum di PT. Pindo Deli Perawang. Jurnal. Teknik Elektro.Program Studi Teknik Elektro. Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
- Wijaya Mochtar S.T. 2001. "DASAR-DASAR MESIN LISTRIK". Jakarta : Djembatan
- Syawaluddin, Wahid. 2018. Analisis Pengaruh Pembebanan terhadap Torka Motor Induksi tiga fasa pada PLTU Tenayan Raya. Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri, Vol 3 No 1, pp. 1-8.
- Al Qadhar, Muhammad Aziz, et al. "Rancang Bangun Lengan Robot Pick And Place 6 Axis Menggunakan Arduino Mega." *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah* 19.2 (2025): 771-777.
- Berli, Ade Usra, et al. "Analisis Laju Perpindahan Panas Pada Berbagai Material Dinding Bangunan." *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah* 20.1 (2026): 118-126.
- Edison, Taufik. *PROTOTYPE PENGIKUT OTOMATIS SINAR MATAHARI PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER*. Diss. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT, 2022.