

## Analisis Efisiensi Motor Induksi Dengan Turbin Uap Sebagai Penggerak Gilingan Di PG Kebon Agung

Damario Indra Baskoro<sup>a</sup>, Nyoto Susilo<sup>a</sup>, Rr Heni Hendaryati<sup>a</sup>, Yepy Komaril S.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65144

Telp. (0341) 464 318-128, Fax. (0341) 460782A

e-mail: [damarioindra13@gmail.com](mailto:damarioindra13@gmail.com), [heni@umm.ac.id](mailto:heni@umm.ac.id), [yepikomarils@gmail.com](mailto:yepikomarils@gmail.com)

### Abstract

*Sugar is one of the most important essential needs for people all over the world. The sugar industry has been known since the 13th century in Thailand and the 15th century in Brazil. With the development of industrial technology in Indonesia, the need for good production components is very necessary to improve the efficiency of an industry, where the demand for raw sugar is increasing. In 2017, Indonesia consumed 6.32 million tons of sugar, with an increase of 6% in 2018, in addition to being the largest sugar importer in the world in 2017-2018 with 4.45 million tons. Efficiency is defined as maximum output with available input and is a measure of expected performance. This study aims to select a more efficient power machine between induction motors and steam turbines. This study also aims to determine the influence of induction motors and steam turbines on milling drive. The method of this research is a field experiment starting from observation and data collection to data processing. From the processing of data between induction motors and steam turbines, it is obtained that the efficiency result of induction motors is higher than steam turbines. It is known from this research that the influence of induction motors and steam turbines on PG Kebon Agung is that in terms of maintenance, induction motors are more practical and cheaper than induction motors.*

*Keywords: Sugar; Efficiency; Induction Motor; Steam Turbine*

### Abstrak

*Gula adalah salah satu kebutuhan esensial terpenting bagi orang-orang di seluruh dunia. Industri gula sudah dikenal sejak abad ke-13 di Thailand dan abad ke-15 di Brazil. Dengan berkembangnya teknologi industri di Indonesia, kebutuhan komponen produksi yang baik sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi suatu industri, dimana kebutuhan gula mentah semakin meningkat. Pada tahun 2017, Indonesia mengkonsumsi gula sebesar 6,32 juta ton, meningkat 6% pada tahun 2018, selain menjadi importir gula terbesar di dunia pada tahun 2017-2018 sebesar 4,45 juta ton. Efisiensi didefinisikan sebagai output maksimum dengan input yang tersedia dan merupakan ukuran kinerja yang diharapkan. Penelitian ini bertujuan untuk memilih mesin yang lebih efisien daya antara motor induksi dan turbin uap. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh motor induksi dan turbin uap terhadap penggerak milling. Metode penelitian ini adalah eksperimen lapangan yang dimulai dari observasi dan pengumpulan data hingga pengolahan data. Dari pengolahan data antara motor induksi dengan turbin uap diperoleh hasil efisiensi motor induksi lebih tinggi dibandingkan dengan turbin uap. Dari penelitian ini diketahui pengaruh motor induksi dan turbin uap pada PG Kebon Agung adalah dari segi perawatan, motor induksi lebih praktis dan lebih murah dibandingkan motor induksi.*

*Kata Kunci: Gula; Efisiensi; Motor Induksi; Turbin Uap*

## 1. Pendahuluan

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting bagi masyarakat seluruh dunia. Industri gula sudah diketahui sejak abad ke-13 di Thailand dan abad ke-15 di Brazil, sementara Indonesia industri gula diperkirakan ada sejak zaman kolonialisme Belanda menggunakan tebu sebagai bahan utamanya [1]. Selain sebagai rasa manis, gula juga bermanfaat dalam dunia medis sebagai sumber rasa glukosa dan fruktosa. Peningkatan produksi gula masih menjadi tantangan besar yang harus di capai, dalam lima tahun sejak 2015 sampai 2019 produksi gula di Indonesia cenderung menurun, dari 2,53 juta ton pada 2015 dan 2,23 juta ton pada tahun 2019 [2].

Dengan berkembangnya teknologi di Indonesia terutama dibidang industri, Kebutuhan akan komponen produksi yang tepat sangat di butuhkan untuk dapat meningkatkan efisiensi pada sebuah pabrik, karena di Indonesia permintaan gula mentah untuk makanan dan minuman semakin meningkat, pada tahun 2017 di Indonesia mengkonsumsi gula sebesar 6,32 juta ton, dengan peningkatan 6% pada tahun 2018, selain itu indonesia menjadi importir gula terbesar di dunia pada tahun 2017-2018 dengan 4,45 juta ton [3]. Mengenai dunia industri Pabrik Gula Kebon Agung (PG Kebon Agung) merupakan sebuah industri yang cukup besar dalam penghasil gula dengan penggerak di gilingannya menggunakan dua jenis penggerak yaitu menggunakan motor induksi dan turbin uap. Untuk mengoptimalkan proses penggilingan maka perlu dibandingkan antara menggunakan motor induksi atau turbin uap.

Motor induksi terus berkembang di dunia indutri karena memiliki biaya yang rendah, ratio power-toweight yang tinggi dan kemampuan beradaptasi dengan berbagai kondisi saat operasional [3]. selain memiliki kelebihan motor induksi juga memiliki kekurangan di kendala dalam pengoperasiannya yaitu di kestabilan tegangan yang di suplai terhadap motor. Masalah ini mempengaruhi peforma motor induksi, maka perlu menjaga ke stabilan tegangan yang sudah di tetapkan atau terukur, karena jika dibiarkan terlalu lama dapat menimbulkan gangguan pada sistem mekanik dan elektrik motor [4].

Sedangkan turbin uap sangat banyak digunakan di dunia industri karena memiliki komponen yang kompleks berdaya tinggi dan terdiri dari beberapa silinder [5]. Selain itu, turbin uap juga sering mengalami penurunan akibat beberapa faktor seperti terjadinya derating (penurunan beban), faktor lamanya pemeliharaan, kesalahan dalam pengoperasian dan perawatan, selain itu besar dan kecilnya beban sangat berpengaruh sekali terhadap uap yang di hasilkan. Apabila beban cukup tinggi, maka jumlah uap yang dibutuhkan juga akan semakin tinggi dan sebaliknya. Pengaturan jumlah uap yang masuk ke dalam turbin di control valve yang bekerja secara otomatis [6].

Efisiensi adalah kemampuan menghasilkan output yang maksimal dengan input yang ada dan merupakan ukuran kinerja yang diharapkan.[7] Maka dari itu efisiensi motor induksi dengan turbin uap sangat penting di dunia industri. Dengan menggunakan alat yang hemat energi dapat mengurangi pemakaian bahan bakar, Jadi sebelum menentukan antara motor induksi dengan turbin uap perlu dilakukan perhitungan efisiensi. Setelah mendapatkan nilai efisiensi dari motor induksi dan turbin uap, maka dapat ditentukan pemilihan antara motor induksi dan turbin uap.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Julio R. Gomez dkk. (2022) [8]. Penelitian ini membahas tentang pentingnya efisiensi motor induksi listrik yang di konsumsi untuk mengurangi biaya ekonomi dari eksploitasi mereka. Pabrik gula dapat menghemat energi listrik sebesar 13.360 kWh per tahunnya, tetapi motor sering mengalami kerusakan ketika belitan mengalami panas yang berlebihan. Motor induksi M30 digunakan sebagai penggerak gilingan dengan daya 800 kW, 6600 Volt, 887 Ampere, 0.82 faktor daya, 895 rpm, dan menghasilkan efisiensi sebesar 96,2%.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Somchart Chantasiriwan (2020) [9]. Penelitian ini membahas tentang sistem kogenerasi yang dapat menghasilkan energi listrik dan energi panas. Sistem kogenerasi dapat ditemukan di beberapa industri seperti kimia, kertas, gula tebu. Salah satu industri terbesar yang menggunakan sistem kogenerasi adalah industri gula tebu. Uap yang diekstraksi dari turbin uap biasanya dipanaskan dengan sangat panas. Uap super panas tidak cocok untuk pemanasan proses seperti uap jenuh karena memberikan laju perpindahan panas yang lebih rendah, dan membutuhkan area perpindahan panas yang lebih besar. Oleh karena itu peningkatan efisiensi energi diharapkan sistem kogenerasi yang terintegrasi dengan

preheater uap udara. Turbin uap di industri gula dengan daya 8219 kW, laju aliran massa 40 ton/jam, uap baru 180°C, uap bekas 120°C, dan menghasilkan efisiensi 75%.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah Bagaimana hasil efisiensi motor induksi tiga fasa dan turbin uap di PG Kebon Agung dan penelitian ini juga membahas tentang bagaimana Bagaimana pengaruh motor induksi dan turbin uap sebagai penggerak gilingan di PG Kebon Agung. Untuk menjawab perumusan masalah tersebut, perlu dilakukan analisis efisiensi motor induksi dan turbin uap.

Berdasarkan rumusan masalah diatas, peneltian ini memiliki tujuan untuk mengetahui hasil efisiensi motor induksi tiga fasa dan turbin uap di PG Kebon Agung dan dan peneltian ini juga bertujuan menganalisis untuk mengetahui pengaruh motor induksi dan turbin uap sebagai penggerak gilingan di PG Kebon Agung.

Penulisan ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengetahui pengaruh motor induksi dan turbin uap. Dari penelitian ini juga dapat mengetahui peningkatkan hasil produksi gula yang ada di PG Kebon Agung.

## 2. Metodologi

### 2.1 Waktu dan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Gula Kebon Agung Malang. Waktu penelitian selama satu bulan yaitu pada tanggal 01 November – 30 November 2022.

### 2.2 Metode Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencari referensi dari jurnal-jurnal sebelumnya, pengamatan dan pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian, lalu melakukan pengolahan data dengan menghitung nilai-nilai yang termasuk pada efisiensi motor induksi dan turbin uap.

### 2.3 Alat dan Bahan

#### Alat

##### a) Turbin Uap

Alat yang digunakan pada penelitian turbin uap yaitu manometer alat yang digunakan secara luas pada audit energy untuk mengukur perbedaan tekanan dua titik yang berlawanan, control panel berfungsi untuk mengukur tekanan udara dalam ruang tertutup, mengukur tekanan turbin uap berkapasitas, dan steam calculator untuk menghitung entalpi uap baru dan uap bekas.

##### b) Motor Induksi

Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian motor induksi yaitu volt meter untuk mengukur tegangan pada motor, ampere meter untuk mengukur arus yang mengalir di motor induksi, cosphi meter untuk mengukur faktor daya pada motor induksi, dan control panel untuk mengukur tekanan motor induksi dan rpm motor induksi.

#### Bahan

##### a) Turbin Uap

Turbin uap yang digunakan dalam peneltian ini berada di Pabrik Gula Kebon Agung sebagai penggerak gilingan dengan spesifikasi seperti dibawah ini :

Tabel 2.1 Spesifikasi turbin uap

Parameter	Data	Satuan
Type	Shinko	
Model	Deg61-50H	

<b>Serial No.</b>	149301	
<b>Output</b>	1500	HP
<b>Steam Press.</b>	16	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Steam Temp.</b>	310	Celcius
<b>Exhaust Press.</b>	0,8	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Turbin Speed</b>	5220	Rpm
<b>Output Shaft Speed</b>	750	Rpm
<b>Weight</b>	6500	Kg
<b>Date</b>	01-2006	

## b) Motor Induksi

Motor Induksi yang digunakan dalam penelitian ini berada di Pabrik Gula Kebon Agung sebagai penggerak gilingan dengan spesifikasi seperti dibawah ini

Tabel 2.2 Spesifikasi Motor Induksi

Parameter	Data	Satuan
<b>Type</b>	Weg	
<b>Model</b>	W50	
<b>Serial No.</b>	1031330825	
<b>Faktor Daya</b>	0.84	
<b>Daya</b>	315	kW
<b>Tegangan Motor</b>	380	Volt
<b>Arus Motor</b>	597	Ampere
<b>Motor Speed</b>	988	Rpm
<b>Weight</b>	2672	Kg
<b>Frekuensi</b>	50	Hz

## 2.4 Prosedur Penelitian

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan mengumpulkan metode-metode untuk pengolahan data, membaca dan mencatat serta mengolah bahan penelitian. Pengambilan data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu pada motor induksi dan turbin uap. Selanjutnya melakukan perhitungan efisiensi motor induksi dan turbin uap. Jika nilai tidak efisiensi tidak sesuai maka dilakukan perhitungan ulang, namun jika nilai efisiensi sudah sesuai dilanjutkan analisis, lalu kesimpulan dan rekomendasi.

## 2.5 Analisis Data

Pengamatan ini dilakukan dengan mensurvei langsung di PG Kebon Agung. Lalu menganalisis dan mengumpulkan data yang berhubungan dengan efisiensi motor induksi dan turbin uap. Setelah memperoleh data dilanjutkan dengan pengolahan data guna menghitung efisiensi motor induksi dan turbin uap.

### Perhitungan Efisiensi Turbin Uap

Pada perhitungan efisiensi turbin uap ada beberapa tahapan kerja salah satunya adalah cane cutter 1 dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_{Turbin} = \frac{\text{Energi kalor dalam 1 kWh}}{HRT} \times 100\% \quad (1) [10]$$

$$Wt = h_1 - h_2 \quad (2) [11]$$

$$Wt = \dot{m} \times w_{turbin} \quad (3) [11]$$

$$Wta = Wt \times \eta_{Turbin} \quad (4) [11]$$

Dimana:

$\eta_{Turbin}$  = Efisiensi Turbin %

1 kWh = 860 kcal

HRT = Heat rate turbin

Wt = Daya yang di hasilkan turbin (kW)

Wta = Daya aktual turbin (kW)

Tabel 2.3 Data Cane Cutter 1

Parameter	Data	Satuan
Tekana uap baru ( $P_1$ )	19	kg/cm <sup>2</sup>
Tekanan uap bekas ( $P_2$ )	1	kg/cm <sup>2</sup>
Temperatur uap baru ( $T_1$ )	325	Celcius
Temperatur uap bekas ( $T_2$ )	170	Celcius
Laju aliran massa( $\dot{m}$ )	6,1	kg/s
Torsi	0,2873	Nm
Entalpi uap baru( $h_1$ )	3083,1	J/kg
Entalpi uap bekas( $h_2$ )	2815,5	J/kg

a. Perhitungan energi kalor dalam 1 kWh

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$$

b. Perhitungan torsi

$$\text{Torsi} = 0,2873$$

c. Perhitungan heat rate turbin

$$HRT = \frac{\dot{m}(h_1 - h_2)}{torsi}$$

$$HRT = \frac{6,1 \text{ kg/s}(3083,1 \text{ J/kg} - 2815,5 \text{ J/kg})}{0,2873 \text{ Nm}}$$

$$HRT = 5682 \text{ kJ}$$

$$HRT = 1356 \text{ kcal}$$

d. Perhitungan efisiensi turbin

$$\eta_{Turbin} = \frac{860 \text{ kcal}}{1356 \text{ kcal}} \times 100\%$$

$$\eta_{Turbin} = 63 \%$$

e. Perhitungan daya yang dihasilkan turbin

$$Wt = h_1 - h_2$$

$$Wt = 3083,1 \text{ J/kg} - 2815,5 \text{ J/kg}$$

$$Wt = 267,6 \text{ J/kg}$$

$$Wt = \dot{m} \times w_{turbin}$$

$$Wt = 6,1 \text{ kg/s} \times 267,6 \text{ J/kg}$$

$$Wt = 1632 \text{ kW}$$

f. Perhitungan daya aktual yang di hasilkan turbin

$$W_{ta} = Wt \times \eta_{Turbin}$$

$$W_{ta} = 1632 \text{ kW} \times 63\%$$

$$W_{ta} = 1034 \text{ kW}$$

### Perhitungan Efisiensi Motor Induksi

Pada perhitungan efisiensi motor induksi ada beberapa tahapan kerja salah satunya adalah giliran 1 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

$\eta$  = Efisiensi motor induksi

$P_{out}$  = Daya keluar motor induksi

$P_{in}$  = Daya masuk motor induks

Tabel 2.4 Data Gilingan 1

Parameter	Data	Satuan
Type	Weg W50	
Kecepatan	988	Rpm
Tegangan	380	Volt (V)
Frekuensi	50	Hz

<b>Arus</b>	1005	Ampere (A)
<b>Daya Input</b>	676	kW
<b>Faktor daya</b>	0.94	

- a. Perhitungan  $P_{out}$

$$P_{OUT} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Faktor Daya}$$

$$P_{OUT} = \sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 1005 \text{ A} \times 0,94$$

$$P_{OUT} = 621782 \text{ Watt}$$

$$P_{OUT} = 621 \text{ kW}$$

- b. Perhitungan  $P_{in}$

$$P_{IN} = 676 \text{ kW}$$

- c. Efisiensi gilingan 1

$$\eta = \frac{621 \text{ kW}}{676 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$\eta = 92 \%$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

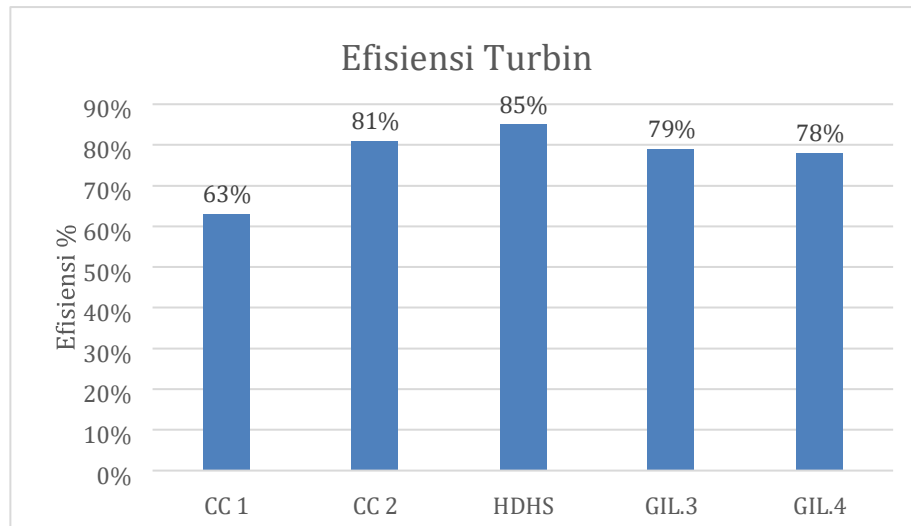
#### 3.1 Hasil Perhitungan

##### Hasil Perhitungan Efisiensi Turbin Uap

Pada perhitungan efisiensi uap didapatkan hasil untuk perhitungan energi dalam 1 kWh adalah 860 kcal, perhitungan torsi didapatkan hasil 0,287, perhitungan rate turbin didapatkan hasil 1356 kcal, perhitungan efisiensi turbin didapatkan hasil 63%, perhitungan daya yang dihasilkan turbin 1632 kW, dan perhitungan daya aktual yang dihasilkan turbin adalah 1034 kW. Pada tabel 3.1 terdapat hasil perhitungan turbin tiap tahapan dan gambar 3.1 grafik efisiensi turbin uap sebagai berikut:

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Tabel Turbin

Parameter	CC 1	CC 2	HDHS	Gil. 3	Gil. 4	Satuan	Ratarata
<b>Daya</b>	1632	2173	2965	1255	1264	kW	1857,8
<b>Daya Aktual</b>	1034	1753	2509	991	992	kW	1455,8
<b>Efisiensi</b>	63	81	85	79	78	%	77,2



Gambar Grafik 1. Efisiensi Turbin untuk tabel 3.1

Dari gambar grafik 1 dijelaskan bahwa CC 1 dengan energi dalam 1 kWh sama dengan 860 kcal, HRT 1358 kcal, dengan torsi 0,2873 Nm menghasilkan efisiensi 63 %, menghasilkan daya 1632 kW, dan menghasilkan daya aktual sebesar 1034 Kw. Di CC 2 dengan energi dalam 1 kWh sama dengan 860 kcal, HRT 1066 kcal, dengan torsi 0,4867 Nm menghasilkan efisiensi 81 %, menghasilkan daya 2173 kW, dan menghasilkan daya aktual sebesar 1753 kW. Di HDHS dengan energi dalam 1 kWh sama dengan 860 kcal, HRT 1016 kcal, dengan torsi 0,6967 Nm menghasilkan efisiensi 85 %, menghasilkan daya 2965 kW, dan menghasilkan daya aktual sebesar 2509 kW. Di Gil.3 dengan energi dalam 1 kWh sama dengan 860 kcal, HRT 1089 kcal, dengan torsi 0,2753 Nm menghasilkan efisiensi 79 %, menghasilkan daya 1255 kW, dan menghasilkan daya aktual sebesar 991 kW. Di Gil.4 dengan energi dalam 1 kWh sama dengan 860 kcal, HRT 1096 kcal, dengan torsi 0,2753 Nm menghasilkan efisiensi 78 %, menghasilkan daya 1264 kW, dan menghasilkan daya aktual sebesar 992 kW. Di CC 1 mendapatkan efisiensi paling rendah dibandingkan dengan HDHS yang memiliki efisiensi tertinggi, penyebabnya adalah torsi yang dari HDHS lebih tinggi dibandingkan dengan torsi dari CC 1, laju aliran massa di HDHS juga lebih besar dibandingkan laju aliran massa di CC 1, dan selain itu faktor penyebab lainnya yaitu di HDHS memang dibuat lebih tinggi dari yang lainnya karena HDHS membutuhkan tenaga yang paling besar dibandingkan dengan yang lainnya.

### Hasil Perhitungan Efisiensi Motor Induksi

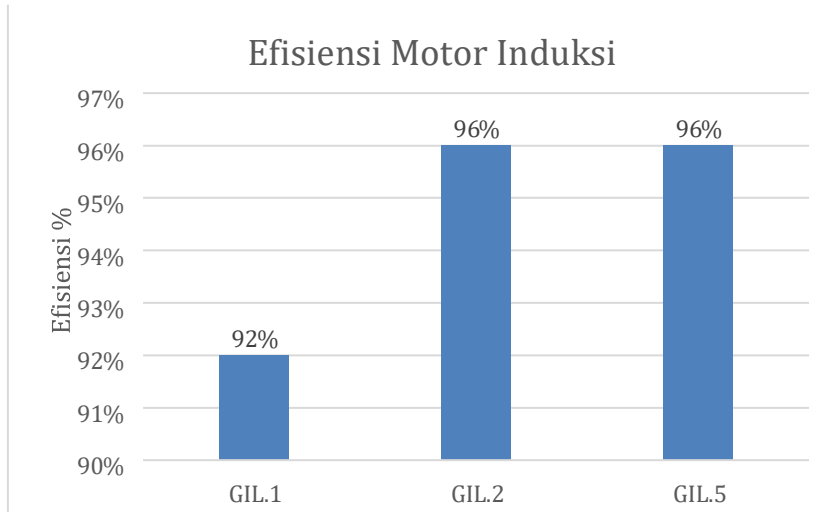
Pada perhitungan motor induksi didapatkan hasil perhitungan  $P_{out}$  adalah 621 kW, Perhitungan  $P_{in}$  adalah 676 kW, dan hasil perhitungan efisiensi gilingan 1 didapatkan 92%. Pada tabel 3.2 terdapat hasil perhitungan dari beberapa tahapan dan gambar 3.1 grafik efisiensi motor induksi sebagai berikut:

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Motor Induksi

Parameter	Gil. 1	Gil.2	Gil.5	Satuan	Rata-rata
<b>Pout</b>	621	470	656	kW	582,3
<b>Pin</b>	676	492	685	kW	617,7



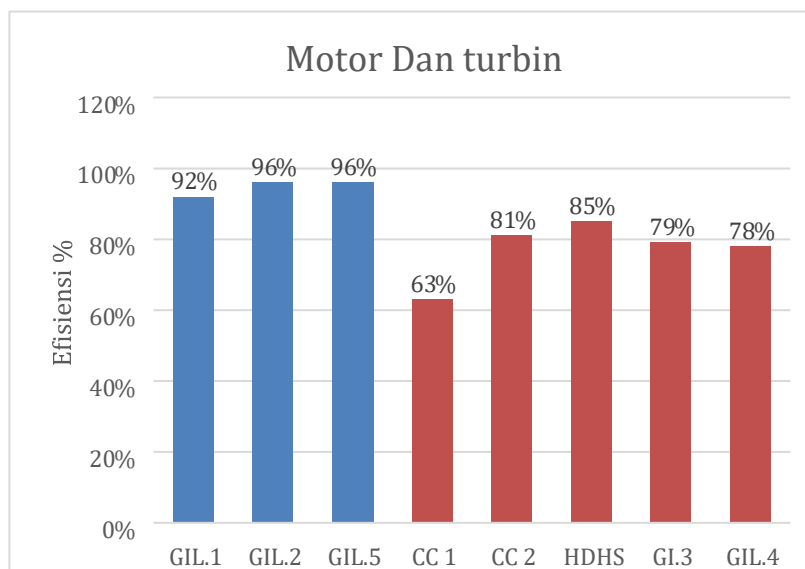
$\eta$	92	96	96	%	94,7
--------	----	----	----	---	------



Grafik 2. Efisiensi Motor Induksi untuk tabel 3.2

Dari gambar grafik 2 dijelaskan bahwa di gilingan 1 dengan daya input 676 kW dan daya output 62178,1991 Watt menghasilkan efisiensi sebesar 91,97 %, di gilingan 2 dengan daya input 492 kW dan daya output 4720,3296 Watt menghasilkan efisiensi sebesar 95,56 %, dan di gilingan 5 dengan daya input 685 kW dan daya output 65662,6006 Watt menghasilkan efisiensi 95,85 %. Di gilingan 1 mendapatkan efisiensi terendah dibandingkan dengan gilingan 5 yang memiliki efisiensi tertinggi, penyebabnya adalah arus yang keluar dari gilingan 5 lebih tinggi dari arus yang keluar dari gilingan 1, daya input yang dikeluarkan gilingan 5 juga lebih tinggi dari gilingan 1, faktor daya di gilingan 5 lebih besar dari gilingan 1, dan selain faktor penyebab lainnya adalah faktor usia motor induksi di gilingan 1 lebih tua ketimbang faktor usia di gilingan 5.

### Hasil Perbandingan Turbin Uap dan Motor Induksi



Grafik 3. Hasil Perbandingan Turbin Uap dan Motor Induksi

Melihat dari gambar grafik 4.3 direkomendasi yang diberikan adalah penggunaan motor induksi di CC 1, CC 2, HDHS dan Gil.1 - Gil.5, dengan efisiensi rata-rata 77,2 %.

### Pembahasan Efisiensi Turbin Uap

Pada perhitungan efisiensi turbin yang pertama dilakukan dengan perhitungan energi kalor dalam 1 kWh dengan nilai 860 kcal, perhitungan torsi yang sudah ada adalah 0,2873, perhitungan heat rate turbin dengan rumus:

$$HRT = \frac{\dot{m}(h_1 - h_2)}{torsi}$$

diperoleh hasil 1356 kcal, sedangkan perhitungan efisiensi turbin dengan persamaan:

$$\eta_{Turbin} = \frac{860 \text{ kcal}}{1356 \text{ kcal}} \times 100\%$$

diperoleh hasil 63%, lalu ada perhitungan daya yang dihasilkan turbin dengan persamaan:

$$Wt = h_1 - h_2$$

diperoleh hasil 1632 kW, dan perhitungan daya aktual dengan persamaan:

$$Wta = Wt \times \eta_{Turbin}$$

Diperoleh hasil 1034 kW.

### Pembahasan Efisiensi Motor Induksi

Dari perhitungan efisiensi motor induksi yang pertama dilakukan adalah dengan menghitung  $P_{OUT}$  dengan persamaan:

$$P_{OUT} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Faktor Daya}$$

diperoleh hasil 621 kW, dan nilai  $P_{IN}$  sebesar 676 kW, dan perhitungan efisiensi gilingan 1 dengan persamaan:

$$\eta = \frac{621 \text{ kW}}{676 \text{ kW}} \times 100\%$$

diperoleh hasil sebesar 92%.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pada pembahasan bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Pada perhitungan di bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa hasil efisiensi motor induksi lebih tinggi dari pada hasil efisiensi turbin uap. Pada mesin induksi diperoleh hasil Cane Cutter 1 63%, cane cutter 2 81%, heavy duty hammer shredder 85%, gilingan 3 79%, gilingan 4 78%. Sedangkan hasil efisiensi turbin uap pada gilingan 1 92%, gilingan 2 96%, dan gilingan 3 96%.
2. Dari penjelasan di bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa pengaruh dari motor induksi dan turbin uap terhadap PG Kebon Agung adalah secara maintenance motor induksi lebih praktis dan murah ketimbang motor induksi.

## Daftar Pustaka

- [1] Apriandi, R., & Mursadin, A. (2016). 2.67. The average value of turbine efficiency in August 1999 was 39 (Vol. 1, Issue 1).
- [2] Chantasriwan, S. (2020). The improvement of energy efficiency of cogeneration system by replacing desuperheater with steam-air preheater. *Energy Reports*, 6, 752–757. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.11.135>
- [3] Gangsar, P., & Tiwari, R. (2020). Signal based condition monitoring techniques for fault detection and diagnosis of induction motors: A state-of-the-art review. In *Mechanical Systems and Signal Processing* (Vol. 144). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.106908>
- [4] Gómez, J. R., Sousa, V., Cabello Eras, J. J., Sagastume Gutiérrez, A., Viego, P. R., Quispe, E. C., & de León, G. (2022). Assessment criteria of the feasibility of replacement standard

- efficiency electric motors with high-efficiency motors. *Energy*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121877>
- [5] Herli Setyowati, D., Masharif al-Syariah, J., & Ekonomi dan Perbankan Syariah, J. (2019). PENGARUH EFISIENSI OPERASIONAL TERHADAP RETURN ON ASSETS PADA BANK UMUM SYARIAH DI INDONESIA to Operations Income and Provision for Loan Losses, Return on Assets (Vol. 4, Issue 2).
- [6] Jamaludin, & Iwan Kurniawan. (2017). Analisis Perhitungan Daya Turbin Yang Dihasilkan Dan Efisiensi Turbin Uap Pada Unit 1 Dan Unit 2 di Pt. Indonesia Power Uboh Ujp Banten 3 Lontar. Analisis Perhitungan Daya Turbin Yang Dihasilkan Dan Efisiensi Turbin Uap Pada Unit 1 Dan Unit 2 di Pt. Indonesia Power Uboh Ujp Banten 3 Lontar, 1–8.
- [7] Kurnia Pratama, A., Zondra, E., & Yuvendius, H. (2020a). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(1), 35–43.
- [8] Kurnia Pratama, A., Zondra, E., & Yuvendius, H. (2020b). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(1), 35–43.
- [9] Medica-Viola, V., Mrzljak, V., Anđelić, N., & Jelić, M. (2020). Analysis of low-power steam turbine with one extraction for marine applications. *Nase More*, 67(2), 87–95. <https://doi.org/10.17818/NM/2020/2.1>
- [10] Mudzofar, A., & Bowo, A. (2020). Analisis Determinan Impor Gula Indonesia. 3(3), 880– 893. <https://doi.org/10.15294/efficient.v3i3.43508>
- [11] Priambodo1, T., & Auliq2, M. A. (n.d.). Analisa Perhitungan Efisiensi Daya Turbine Generator Siemens St-300 7 Mw Di Ptpn Xi (Unit) Pg. Semboro.
- [12] Ronand Mahaputra, K., Mursadin, A., & Studi Teknik Mesin, P. (2021). is 3,113. The average turbine efficiency value on May 23. 3(1), 2721–6225. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/rot>
- [13] Sulaiman, A. A., Sulaeman, Y., Mustikasari, N., Nursyamsi, D., & Syakir, A. M. (2019). Increasing sugar production in Indonesia through land suitability analysis and sugar mill restructuring. *Land*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/land8040061>
- [14] Wibowo, A. (2022). Energy balance analysis on increasing the capacity of a sugar factory in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 963(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/963/1/012011>