

# ANALISIS POTENSI PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK MOTOR INDUKSI TIGA PHASE DI FINFAN CLOSED COOLING

Dhendhea Fatika Hafsari<sup>1\*</sup>, Hasnira<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Politeknik Negeri Batam

Riwayat artikel:

Received: 12 Juni 2023

Accepted: 10 Juli 2023

Published: 1 Agustus 2023

## Keywords:

Temperatur, Efisiensi,  
Penghematan Energi Listrik

## Correspondent Email:

[dhendheajoule@gmail.com](mailto:dhendheajoule@gmail.com)

**Abstrak.** PLTGU Tanjung Uncang memiliki komponen tambahan yaitu motor induksi tiga (3) *phase* sebagai penggerak *finfan closed cooling* dengan kecepatan penuh dan konstan, mengakibatkan pemborosan energi listrik. Melakukan perhitungan potensi penghematan energi listrik dengan menonaktifkan salah satu motor beserta biaya yang ditetapkan oleh PT. PLN Batam. Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data mulai periode September 2022 sampai November 2022. Efisiensi periode September 2022 rata-rata 85% menghemat 12.924 kWh atau Rp 18.300.756 serta mengalami penurunan efektivitas sebesar 60% dan kenaikan temperatur 31,67 °C sebelumnya 30,20 °C. Efisiensi periode Oktober 2022 rata-rata 86% menghemat 13.540 kWh atau Rp 19.172.773 serta mengalami penurunan efektivitas sebesar 64% dan kenaikan temperatur 32,33 °C sebelumnya 30,77 °C. Efisiensi periode November 2022 rata-rata 84% menghemat 13.155 kWh atau Rp 18.628.068 serta mengalami penurunan efektivitas sebesar 61% dan kenaikan temperatur 32,65 °C sebelumnya 30,87 °C. Kenaikan temperatur tidak mempengaruhi kinerja *finfan closed cooling* dalam pendinginan karena batas maksimal sebesar 45 °C [10].

**Abstract.** Tanjung Uncang PLTGU has an additional component, namely a three-phase induction motor as a *finfan closed cooling* drive at full speed and constant, resulting in waste of electrical energy. Calculate the potential saving of electrical energy by disabling one of the motors along with the costs set by PT. PLN Batam. In this study, data collection was carried out from September 2022 to November 2022. The efficiency for the September 2022 period averaged 85%, saving 12,924 kWh or IDR 18,300,756 and experiencing a decrease in effectiveness by 60% and a temperature increase of 31.67 °C previously 30.20 °C. The efficiency for the October 2022 period averaged 86%, saving 13,540 kWh or IDR 19,172,773 and experiencing a decrease in effectiveness by 64% and a temperature increase of 32.33 °C previously 30.77 °C. The efficiency for the November 2022 period averaged 84%, saving 13,155 kWh or IDR 18,628,068 and experiencing a decrease in effectiveness by 61% and a temperature increase of 32.65 °C previously 30.87 °C. The increase in temperature does not affect the performance of *finfan closed cooling* in cooling because the maximum limit is 45 °C [10].

## 1. PENDAHULUAN

PLTGU Tanjung Uncang merupakan salah satu pembangkit listrik milik PT. Pelayanan Listrik Nasional (PLN) Batam yang memiliki dua (2) unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas

(PLTG) merk *Siemens* SGT-800 dengan daya mampu 45 megawatt dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merk *Siemens* ST-400 dengan daya mampu 45 megawatt dengan

memanfaatkan kembali gas buang untuk memanaskan turbin ke *boiler* yang diolah oleh *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) [1]. PLTGU Tanjung Uncang memiliki komponen tambahan seperti *finfan closed cooling* yang berfungsi sebagai media pendingin air di generator dan oli di *heat exchanger* pada gas turbin SGT-800. *Cooling system* sangat penting dalam dunia pembangkit, karena berfungsi sebagai alat pendingin yang dapat menjaga temperatur udara agar sesuai dengan standar pabrikan [2]. *Finfan closed cooling* menggunakan motor induksi tiga (3) *phase* sebanyak 6 unit dengan daya mampu masing-masing motor 22 kilowatt (kW) yang dioperasikan selama 24 jam. Motor induksi tiga (3) *phase* digunakan sebagai penggerak peralatan dengan kecepatan penuh atau relatif konstan yang menyebabkan pemborosan energi listrik. Oleh sebab itu, penelitian ini memungkinkan untuk menghemat energi listrik yang dikonsumsi oleh PLTGU Tanjung Uncang dengan cara menonaktifkan salah satu motor induksi tiga (3) *phase* yaitu motor nomor 1 selama 24 jam.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Motor Induksi Tiga (3) Phase

Motor induksi tiga (3) *phase* yang digunakan pada *finfan closed cooling* termasuk dalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [3]. Penggunaan motor listrik semakin meningkat karena memiliki keunggulan seperti kecepatan putarannya yang dapat diatur, struktur yang sederhana dan tangguh, perawatan motor yang gampang dan terjangkau [4].

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator ke kumparan rotor. Ketika kumparan stator motor induksi tiga (3) *phase* yang dihubungkan dengan sumber tegangan tiga (3) *phase*, maka kumparan stator akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Karena konduktor rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya *fluks* yang berasal dari kumparan stator, kumparan rotor mengembangkan gaya *Lorentz* yang cenderung menggerakkan rotor ke arah

gerakan medan magnet yang diinduksi oleh stator [5].

### 2.2. Finfan Closed Cooling

PLTGU Tanjung Uncang memiliki komponen pendingin yaitu *finfan closed cooling* yang berfungsi mendinginkan udara yang panas pada generator akibat dari putaran generator yang tinggi dan medan magnet yang besar kemudian mengalir menuju tube *finfan closed cooling* untuk didinginkan kemudian berfungsi sebagai media pendingin di sistem lube oil gas turbin SGT-800 melalui *heat exchanger* untuk mendinginkan oli [6].

### 2.3. Clam Meter

Pengukuran daya diperoleh dari nilai arus motor induksi tiga (3) *phase* menggunakan alat ukur *clamp* meter. *Clamp* meter berfungsi sebagai mengukur arus tanpa harus memutus kabel. Alat ini memudahkan pengguna untuk memperoleh nilai arus yang mengalir tanpa mengganggu sistem kelistrikan lainnya [8].

## 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah:

### 3.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan selama pelaksanaan penelitian ini adalah:

#### 3.1.1. Metode Observasi

Mencari data temperatur *finfan closed cooling* serta data *name plate* motor induksi tiga (3) *phase*.

#### 3.1.2. Metode Wawancara

Melakukan wawancara secara langsung mengenai prinsip kerja motor induksi tiga (3) *phase* dan prinsip kerja *finfan closed cooling* di PLTGU Tanjung Uncang.

#### 3.1.3. Metode Studi Literatur

Mengumpulkan data melalui beberapa buku referensi seperti *manual book*, buku-buku kuliah, maupun jurnal-jurnal penelitian sebelumnya.

### 3.2. Metode Pengolahan Data

Setelah memperoleh data dari pengukuran motor induksi tiga (3) *phase* dan *finfan closed cooling* diperoleh nilai arus, daya *output* dan daya *input* motor induksi tiga (3) *phase*,

temperatur *output* dan daya *input finfan closed cooling*, dan temperatur *ambient finfan closed cooling*. Data-data tersebut digunakan untuk menghitung energi listrik dengan tarif listrik sebesar Rp 1.416, - per kWh sesuai ketentuan PT. Pelayanan Listrik Nasional (PLN) Batam [9].

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini mencakup beberapa tahap, dimulai dari tahapan pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data. Hasil tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

TABLE I  
SPESIFIKASI MOTOR INDUKSI TIGA (3) PHASE

Engine Spesification	Generator Spesification
Manufacturer	Snowcool India
Type	<i>Finfan</i> Fluid Cooling Via Dry Opearion Fluid-Bed, Induced draft, Air Cooler
Fluid To Be Cooled	Demin Water
Heat exchanger	Cooling Coils
Design	
Number Of Fan	6
Design Ambient	32 °C
Temp.	196 M <sup>3</sup> /h

##### 4.1. Motor Induksi Tiga (3) Phase

PLTGU Tanjung Uncang menggunakan motor induksi tiga (3) *phase* merk ABB yang terpasang di *finfan closed cooling*. Berikut spesifikasi *name plate* pada motor *finfan closed cooling*:

TABLE 2  
RATA-RATA MOTOR INDUKSI TIGA (3) PHASE PERBULAN

Bulan	6 Unit Daya Motor Induksi Tiga (3) <i>Phase</i> (Watt)	Energi Listrik (kWh)	Biaya (Rp)
September	106.932	2.566	3.633.985
Oktober	108.793	2.611	3.697.288
November	108.318	2.600	3.681.076

Penelitian ini memperoleh data motor induksi tiga (3) *phase* mulai periode September 2022 hingga periode November 2022. Tabel 2 merupakan rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* perbulan. Tabel 3 merupakan rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* yang dihemat perbulan. Tabel 4 merupakan rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* beroperasi perbulan.

Dari Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* pada periode November 2022 sebesar 106.932 watt dengan

energi listrik sebesar 2.566 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 3.633.985. Periode Oktober 2022 sebesar 108.793 watt dengan energi listrik sebesar 2.611 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 3.697.228. Dan periode November 2022 sebesar 108.318 watt dengan energi listrik 2.600 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 3.681.076.

TABLE 3  
RATA-RATA MOTOR INDUKSI TIGA (3) PHASE YANG DIHEMAT PERBULAN

Bulan	1 Unit Daya Motor Induksi Tiga (3) <i>Phase</i> (Watt)	Energi Listrik (kWh)	Biaya (Rp)
September	17.922	430,81	610.025
Oktober	18.169	436,78	618.477
November	18.271	438,51	620.936

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* yang dihemat pada periode September 2022 sebesar 17.922 watt dengan energi listrik 430,81 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 610.025. Rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* yang dihemat pada periode Oktober 2022 sebesar 18.169 watt dengan energi listrik 436,78 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 618.477. Dan rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* yang dihemat pada periode November 2022 sebesar 18.271 watt dengan energi listrik 438,51 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 620.936.

TABLE 4  
RATA-RATA MOTOR INDUKSI TIGA (3) PHASE TEROPERASI PERBULAN

Bulan	5 Unit Daya Motor Induksi Tiga (3) <i>Phase</i> (Watt)	Energi Listrik (kWh)	Biaya (Rp)
September	89.011	2.163	3.023.959
Oktober	90.624	2.174	3.078.751
November	90.047	2.161	3.060.141

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* beroperasi pada periode September 2022 sebesar 89.011 watt dengan energi listrik 2.163 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 3.023.959. Rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* beroperasi pada periode Oktober 2022 sebesar 90.624 watt dengan energi listrik 2.174 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 3.078.751. Dan rata-rata motor induksi tiga (3) *phase* beroperasi pada periode November 2022 sebesar 90.047 watt

dengan energi listrik 2.161 kWh bila dirupiahkan sebesar Rp 3.060.141.

Data efisiensi motor induksi tiga (3) *phase* setelah penghematan dari penonaktifan salah satu motor yaitu motor nomor 1 mulai periode September 2022 hingga November 2022. Nilai efisiensi motor induksi tiga (3) *phase* diperoleh dari data daya *output* dan daya *input*. Berikut Tabel 5 merupakan tabel efisiensi pengoperasian 5 unit motor induksi tiga (3) *phase* perbulan:

TABLE 5  
EFISIENSI PENGOPERASIAN 5 UNIT MOTOR INDUKSI TIGA (3)  
*PHASE* PERBULAN

Bulan	EFISIENSI PENGOPERASIAN 5 UNIT MOTOR INDUKSI TIGA (3) <i>PHASE</i> PERBULAN
September	85%
Oktober	86%
November	84%

Dari Table 5 dapat disimpulkan bahwa efisiensi pengoperasian 5 unit motor induksi tiga (3) *phase* periode September 2022 adalah 85%, pada periode Oktober 2022 adalah 86%, dan periode November 2022 adalah 84%.

#### 4.2. *Finfan Closed Cooling*

PLTGU Tanjung Ugang menggunakan komponen tambahan seperti *finfan closed cooling* untuk media pendingin air di generator dan oli di *heat exchanger*. Berikut spesifikasi *name plate* pada *finfan closed cooling*:

TABLE 6  
SPESIFIKASI *FINFAN CLOSED COOLING*

Engine Specification	Generator Specification
Merk	ABB
Tegangan	380 Volt
Frekuensi	50 HZ
Daya	22 Kw
Arus	44.5 Amp
Cos $\phi$	0,82
Isolation Clas	F
Putaran	1408
Standar Motor	IEC 60034-1

Penelitian ini memperoleh data *finfan closed cooling* mulai periode September 2022 hingga periode November 2022. Tabel 7 data *finfan closed cooling* perbulan.

TABLE 7  
DATA *FINFAN CLOSED COOLING*

Bulan	TEMP. INLET (°C)	TEMP. OUTLET (°C)	TEMP. AMBIENT (°C)	TEMP. RANGE (°C)	EFEKTIVITAS <i>FINFAN CLOSED COOLING</i> (%)
September	39,70	30,20	26,41	9,33	72%
Oktober	39,67	30,77	28,20	9,07	76%
November	39,78	30,87	28,13	8,74	73%

Pada Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa periode September 2022 temperatur *inlet* sebesar 39,70 °C, temperatur *outlet* sebesar 30,20 °C, temperatur *ambient* sebesar 26,41 °C, temperatur *range* sebesar 9,33 °C, dan efektivitas *finfan closed cooling* periode September 2022 sebesar 72%. Periode Oktober 2022 temperatur *inlet* sebesar 39,67 °C, temperatur *outlet* sebesar 30,77 °C, temperatur *ambient* sebesar 28,20 °C, temperatur *range* sebesar 9,07 °C, dan efektivitas *finfan closed cooling* periode bulan Oktober 2022 sebesar 76%. Pada Periode November 2022 temperatur *inlet* sebesar 39,78 °C, temperatur *outlet* sebesar 30,87 °C, temperatur *ambient* sebesar 28,13 °C, temperatur *range* sebesar 8,74 °C, dan efektivitas *finfan closed cooling* periode November 2022 sebesar 73%.

#### 4.3. Pengaruh Pengurangan Operasional Motor Induksi Tiga (3) *Phase*

Setelah dilakukan pengurangan operasi motor induksi tiga (3) *phase* yang berada di *finfan closed cooling* dapat mengakibatkan menurunnya efektivitas *finfan closed cooling*. Data menurunnya efektivitas *finfan closed cooling* selama periode September 2022 hingga November 2022 sebagai berikut:

TABLE 8  
PENGARUH PENGURANGAN OPERASIONAL MOTOR INDUKSI TIGA (3)  
*PHASE*

Bulan	5 UNIT DAYA MOTOR INDUKSI TIGA (3) <i>PHASE</i> (%)
September	60%
Oktober	64%
November	60%

Pada Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa periode September 2022 menurun hingga 60%, periode Oktober 2022 menurun hingga 64%, dan periode November 2022 menurun hingga 60%.

Berikut Gambar 2 merupakan grafik efektivitas *finfan closed cooling* mulai dari periode September 2022 hingga periode November 2022.

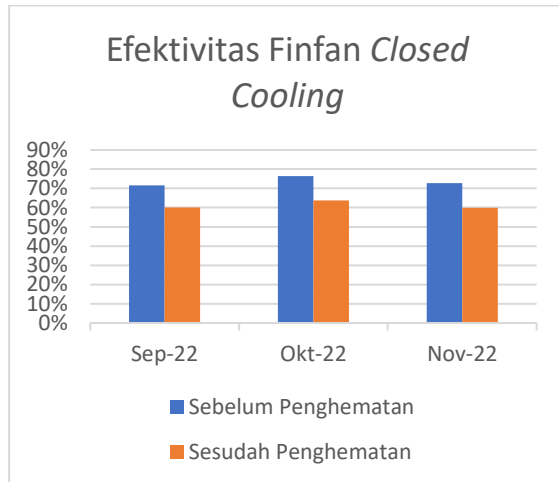


Fig. 2. Efektifitas *Finfan Closed Cooling*

Pada Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa periode September 2022 menurun sebesar 12%, periode Oktober 2022 menurun sebesar 13%, dan periode November 2022 menurun sebesar 13%.

Selain itu, pengaruh setelah pengurangan operasi motor induksi tiga (3) *phase* yang berada di *finfan closed cooling* mengalami kenaikan temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ). Data kenaikan temperatur selama periode September 2022 hingga periode November 2022 dapat dilihat pada Tabel 9:

Bulan	KENAIKAN TEMPERATUR ( $^{\circ}\text{C}$ )
September	31,67
Oktober	32,33
November	32,65

Pada Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa periode September 2022 mengalami kenaikan temperatur hingga  $31,67^{\circ}\text{C}$ , periode Oktober 2022 mengalami kenaikan temperatur hingga  $32,33^{\circ}\text{C}$ , dan periode November 2022 mengalami kenaikan temperatur hingga  $32,65^{\circ}\text{C}$ . Saat terjadinya kenaikan temperatur pada periode September 2022 hingga periode November 2022 tidak mempengaruhi kinerja *finfan closed cooling* terhadap pendinginan generator dan pendinginan *heat exchanger* karena batas maksimalnya sebesar  $45^{\circ}\text{C}$  [10].

Berikut Gambar 3 merupakan grafik kenaikan temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) *finfan closed cooling* mulai periode September 2022 hingga periode November 2022.

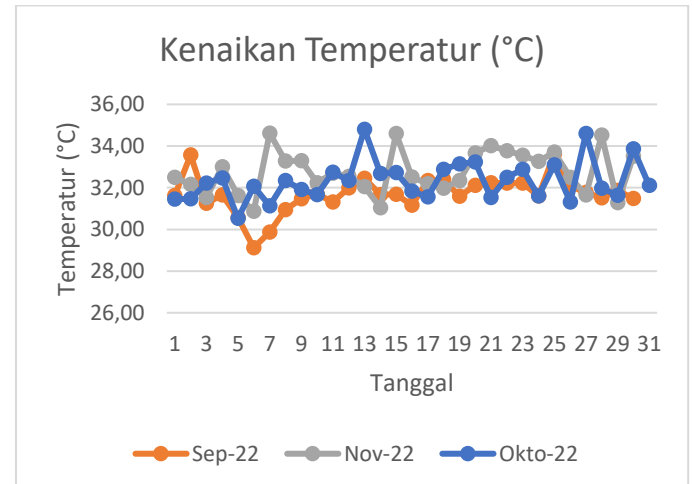


Fig. 3. Kenaikan Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )

Pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa periode September 2022 mengalami kenaikan temperatur rata-rata sebesar  $1,47^{\circ}\text{C}$ , periode Oktober 2022 mengalami kenaikan temperatur rata-rata sebesar  $1,57^{\circ}\text{C}$ , dan periode November 2022 mengalami kenaikan temperatur rata-rata sebesar  $1,74^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan temperatur tidak mempengaruhi kinerja *finfan closed cooling* dalam mendinginkan generator dan *heat exchanger* karena batas maksimal pendinginan yaitu  $45^{\circ}\text{C}$  [10].

## 5. KESIMPULAN

- Efisiensi pengoperasian 5 unit motor induksi tiga (3) *phase* periode September 2022 rata-rata 85%, periode Oktober 2022 rata-rata 86%, dan periode November rata-rata 84%.
- Potensi penghematan energi listrik (kWh) periode September 2022 dapat menghemat sebesar 12.924 kWh apabila dirupiahkan sebesar Rp 18.300.756, periode Oktober menghemat sebesar 13.540 kWh apabila dirupiahkan sebesar Rp 19.172.773, dan periode November 2022 menghemat sebesar 13.155 kWh apabila dirupiahkan sebesar Rp 18.628.068.
- Pengaruh pengurangan operasi motor induksi tiga (3) *phase* pada

motor nomor 1 mengakibatkan menurunnya efektivitas *finfan closed cooling* dan terjadi kenaikan temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ), periode September 2022 mengalami penurunan efektivitas sebesar 60% dan kenaikan temperatur  $31,67^{\circ}\text{C}$  dari sebelumnya  $30,20^{\circ}\text{C}$ , periode Oktober 2022 mengalami penurunan efektivitas sebesar 64% dan kenaikan temperatur  $32,33^{\circ}\text{C}$  dari sebelumnya  $30,77^{\circ}\text{C}$ , periode November 2022 mengalami penurunan efektivitas sebesar 61% dan kenaikan temperatur  $32,65^{\circ}\text{C}$  dari sebelumnya  $30,87^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan temperatur tidak mempengaruhi kinerja *finfan closed cooling* dalam mendinginkan generator dan *heat exchanger* karena batas maksimal pendinginan yaitu  $45^{\circ}\text{C}$  [10].

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, dosen penguji, PT. PLN Batam, keluarga, serta rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suardi and Ahmad Yamin, "Evaluasi Sistem Kombinasi Antara Gas dan Uap Untuk Menghitung Besarnya Daya Listrik Yang Dibangkitkan Oleh Turbin Gas dan Uap Pada PT. Energi Sengkang," Universitas Muhammadiyah Makassar, 2014.
- [2] M. Fajar, "Analisis Kinerja Cooling Fan Terhadap Temperatur Air Untuk Meningkatkan Kinerja Generator di PT. PLN (Persero) PLTG Paya Pasir," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2020.
- [3] I Nyoman Bagia and I Made Parsa., Handbook of Motor Listrik. Kupang, 2018, pp.02-38.
- [4] Ahmad Kurnia and Elvira Zondra, Eds., "Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Phase Akibat Perubahan Tegangan," Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri, vol. 5, pp. 35, Des, 2020.
- [5] Sarjono, Rudy Gianto, and Ayong Hiendro. "Evaluasi Kinerja Motor Induksi tiga (3) phase 100 HP / 75 KW Pada Panel Star – Delta Di PDAM Tirta Raya Adi Sucipto Kubu Raya," Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [6] Rivaldo Anderson R, "Analisa Pengaruh Temperatur Ambient Terhadap Proses Transfer Panas Heat Exchanger (Closed Cooling System) di PLTGU Tanjung Uncang Batam," Universitas Udayana, 2021.
- [7] Yano Hurung Anoi, Ahmad Yani, and Bayu Asmoro Seto. "Analisis Penyebab dan Perbaikan Vibrasi pada Finfan Blower F1-Ek-9D1 Milik PT. Badak LNG Bontang," Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang, vol. 8, pp. 51, 2019.
- [8] Tanu Dwitama, Daniel Sutopo P, "Clamp-Meter Pengukur Arus AC Berbasis Mikrokontroler," Seminar Nasional Politeknik Batam, vol II (2), 2010.
- [9] PLN Batam, "Tarif Listrik dan UJL." Internet: <https://www.plnbatam.com/tarif-listrik/>, [Des-2022]
- [10] Manual Book Operational PLTGU Tanjung Uncang.