

## **Review Pengaruh *Range* Dan *Approach* Terhadap Efektivitas Menara Pendingin Unit 2 Di PT. Indonesia Power Kamojang**

**Pradipta Ahluriza<sup>1</sup>; Nazaruddin Sinaga<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Magister Energi, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>1</sup> pradiptaahluriza@students.undip.ac.id

### **ABSTRACT**

*Currently, the energy generation system in the world is still dominated by fossil energy. In Geothermal Power Plants, Cooling Towers are needed in every industry, one of which is PLTP. In PLTP there are many hot fluids that require cooling, therefore a cooling system is needed. This is due to the efficiency of the use of fluids. PT. Indonesia Power Kamojang in the process of generating electrical energy uses a Cooling Tower machine to perform cooling. In an effort to determine the performance of a Cooling Tower machine, it is necessary to measure effectiveness. In this study, an analysis of the effectiveness of cooling is carried out and the measurement of effectiveness is carried out with the approach and range values. In this study using the Overall Equipment Effectiveness method, to get the value of availability, performance efficiency, and rate of quality. So during the dry season has a better effectiveness than the rainy season. The higher the temperature of the incoming condensate water, the lower the effectiveness of cooling in the Cooling Tower because the cooling process is not optimal. This causes the temperature produced by the Cooling Tower does not reach the desired temperature.*

**Keywords:** *Performance, Cooling Tower, Effectiveness*

### **ABSTRAK**

*Saat ini sistem pembangkitan energi di dunia masih didominasi oleh energi fosil. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi, Cooling Tower diperlukan di setiap industri salah satunya PLTP. Di PLTP terdapat banyak fluida panas yang memerlukan pendinginan, oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pendinginan. Hal ini dikarenakan untuk efisiensi penggunaan fluida. PT. Indonesia Power Kamojang dalam proses pembangkitan energi listrik menggunakan mesin Cooling Tower untuk melakukan pendinginan. Dalam upaya untuk menentukan performa sebuah mesin Cooling Tower, maka diperlukan pengukuran efektivitas. Dalam penelitian ini dilakukan analisis mengenai efektivitas pendinginan dan pengukuran efektivitas dilakukan dengan nilai approach dan range. Dalam penelitian ini menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness, untuk mendapatkan nilai availability, performance efficiency, dan rate of quality. Maka pada saat musim kemarau memiliki efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan musim hujan. Hal ini disebabkan oleh faktor lingkungan, serta temperatur air kondensat yang masuk ke dalam Cooling Tower. Semakin tinggi temperatur air kondensat yang masuk, maka efektivitas pendinginan di dalam Cooling Tower semakin rendah karena proses pendinginan tidak maksimal. Hal ini menyebabkan temperature yang dihasilkan oleh Cooling Tower tidak mencapai temperature yang diinginkan.*

**Kata kunci:** *Performansi, Cooling Tower, Efektivikasi*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini sistem pembangkitan energi di dunia masih mengandalkan sumber daya energi fosil, hal ini menyebabkan sumber energi fosil didunia semakin menipis dan memicu kekhawatiran akan krisis energi dan peningkatan laju pemanasan global (Yohanes Gunawan, Guntur Tri Setiadanu, Zuhaidi, Khalif Ahadi, Didi Sukaryadi, 2020). Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) memprioritaskan penggunaan energi terbarukan dengan target paling sedikit 23% pada tahun 2025 dan paling sedikit 31% pada tahun 2050 (Widyaningsih, 2017).

Indonesia merupakan negara dengan sumber kekayaan alam yang melimpah, salah satunya adalah panas bumi. Hal ini disebabkan secara geologis, Indonesia terletak di daerah jalur gunung api (*Ring of Fire*), sehingga berpotensi menghasilkan energi panas bumi. Energi panas bumi mempunyai banyak kelebihan, diantaranya bersifat ramah lingkungan bila dibandingkan dengan jenis energi lainnya, emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari panas bumi jauh lebih kecil, sehingga bila dikembangkan akan mengurangi bahaya efek rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global (Kasbani, 2009). Selain itu, sampai akhir tahun 2019, Indonesia memiliki potensi panas bumi sekitar 2.130,6 MW atau sekitar 9% dari total sumber daya yang dimiliki (Dewan Energi Nasional, 2020).

*Cooling Tower* diperlukan di setiap industri salah satunya PLTP. Di PLTP terdapat banyak fluida panas yang memerlukan pendinginan, oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pendinginan. Hal ini dikarenakan untuk efisiensi penggunaan fluida (Muhsin & Pratama, 2018).

Oleh karena itu, tujuan dari studi ini adalah untuk menganalisis efektivitas pendinginan pada jam tertentu dalam dua musim di Indonesia. Pengukuran efektivitas dilakukan dengan memperhatikan dua hal penting, yaitu range dan approach, semakin rendah approach, maka semakin baik kinerja *Cooling Tower*.

## 2. METODE PENELITIAN

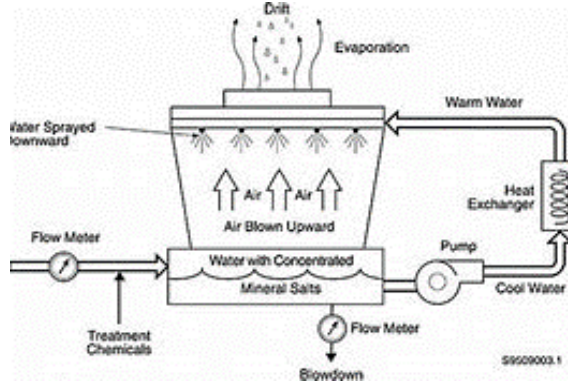
### 2.1. Data dan Sumber Data

Analisa data menggunakan metode (meta analisis) berdasarkan penelitian orang lain, sehingga diperoleh kesimpulan yang lebih disempurnakan.

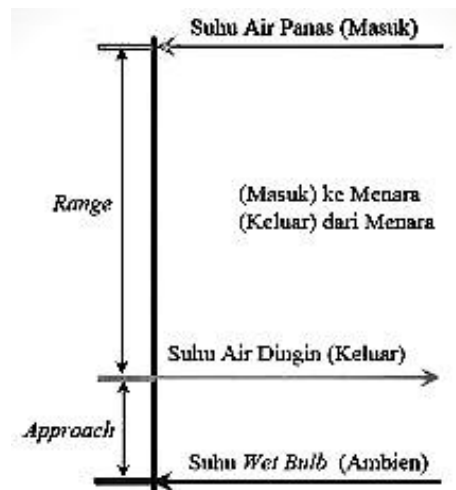
### 2.2. Metode Analisis Data

*Cooling Tower* adalah alat untuk mendinginkan air dalam jumlah besar yang berada di dalam sistem pendingin. (Awwaluddin & Santosa, 2012).

Prinsip kerja dari *Cooling Tower* ini adalah air dingin di pompa, kemudian digunakan sebagai pendingin di dalam alat penukar panas. Selanjutnya, air dingin tersebut menjadi panas, lalu air panas ini disemburkan dari atas kemudian dikontakkan dengan udara dari bawah. Air panas kontak dengan udara dingin dari bawah, maka akan terjadi pendinginan. Air yang menjadi dingin tersebut, lalu disirkulasikan kembali ke dalam sistem. Adapun skema prinsip kerja *Cooling Tower* dapat dilihat seperti **Gambar 1**.



Gambar 1. Skema Prinsip Kerja Cooling Tower



Gambar 2. Range dan Approach Temperatur pada Cooling Tower (Elok nurul Faizah, 2020)

Parameter terukur tersebut kemudian digunakan untuk menentukan kinerja *Cooling Tower* dengan beberapa cara sebagai berikut.

1. Range

Range merupakan nilai  $T_{in, air} - T_{out, air}$ . Range dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Range} = (T_{in, air}) - (T_{out, air}) \quad (1)$$

2. Approach

Approach merupakan nilai  $T_{out, air} - T_{wb}$ . Approach dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Approach} = (T_{out, air}) - (T_{wb}) \quad (2)$$

3. Efektivitas

Efektivitas merupakan perbandingan antara *Range* dan *Range* ideal (dalam persentase), yaitu perbedaan antara temperatur masuk air (*inlet*) pendingin dan temperatur wetbulb. Semakin tinggi perbandingan ini, maka semakin tinggi pula efektivitas *Cooling Tower*. Efektivitas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{\text{Range}}{\text{Range} + \text{Approach}} \times 100\% \quad (3)$$

4. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dihitung dengan cara mengalikan ketiga faktor tersebut sehingga rumus OEE yaitu:

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \quad (4)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

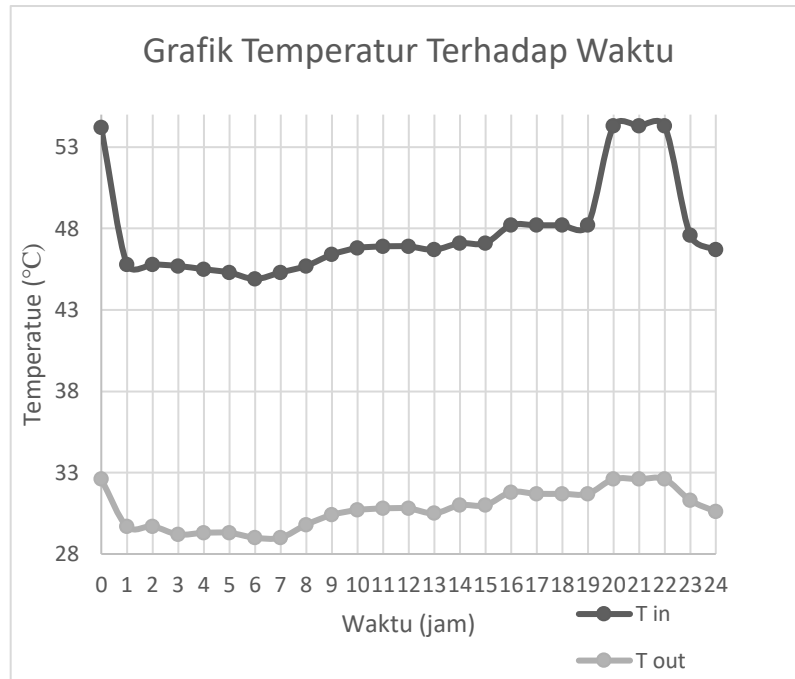
Efektivitas kerja *Cooling Tower* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain perbedaan tekanan uap antara udara dan air, luas permukaan air dan lamanya proses, dan kecepatan udara yang dialirkan melewati tower.

Sistem pendinginan pada PLTP terdiri dari dua macam sirkulasi, yaitu *primary water cooling system* yang berfungsi untuk mendinginkan kondensor dan *secondary water cooling system* yang berfungsi untuk mendinginkan peralatan bantu.

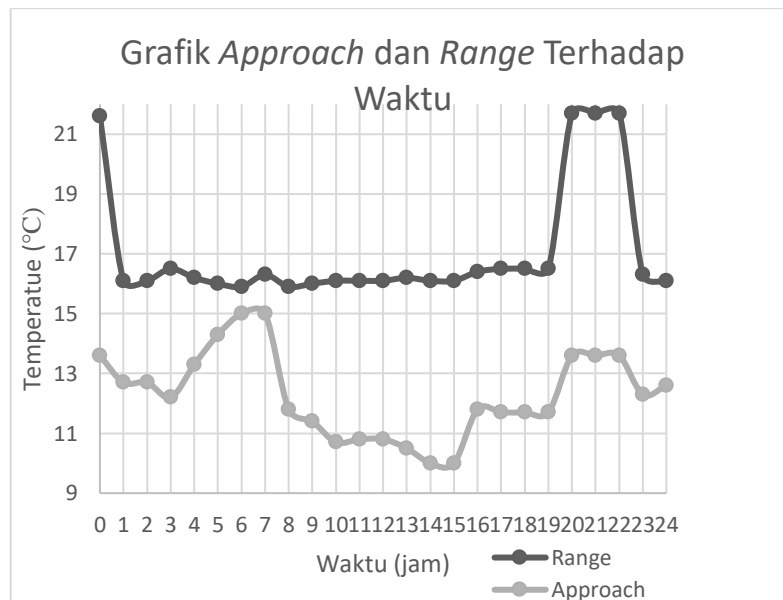
**Tabel 1.** Data *Cooling Tower* Musim Kemarau (1 Juni)

Pukul	T air (°C)		T <i>wetbulb</i> (°C)	Range (°C)	Approach (°C)	Efektivitas (°C)
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>				
00.00	54.2	32.6	19	21.6	13.6	61.3
01.00	45.8	29.7	17	16.1	12.7	55.9
02.00	45.8	29.7	17	16.1	12.7	55.9
03.00	45.7	29.2	17	16.5	12.2	57.4
04.00	45.5	29.3	16	16.2	13.3	54.9
05.00	45.3	29.3	15	16	14.3	52.8
06.00	44.9	29	14	15.9	15	51.4
07.00	45.3	29	14	16.3	15	52
08.00	45.7	29.8	18	15.9	11.8	57.4
09.00	46.3	30.4	19	16	11.4	58.3
10.00	46.8	30.7	20	16.1	10.7	60
11.00	46.9	30.8	20	16.1	10.8	59.8
12.00	46.9	30.8	20	16.1	10.8	59.8
13.00	46.7	30.5	20	16.2	10.5	60.6
14.00	47.1	31	21	16.1	10	61.6
15.00	47.1	31	21	16.1	10	61.6
16.00	48.2	31.8	20	16.4	11.8	58.1
17.00	48.2	31.7	20	16.5	11.7	58.5
18.00	48.2	31.7	20	16.5	11.7	58.5
19.00	48.2	31.7	20	16.5	11.7	58.5
20.00	54.3	32.6	19	21.7	13.6	61.4
21.00	54.3	32.6	19	21.7	13.6	61.4
22.00	54.3	32.6	19	21.7	13.6	61.4
23.00	47.6	31.3	19	16.3	12.3	56.9
24.00	46.7	30.6	18	16.1	12.6	56

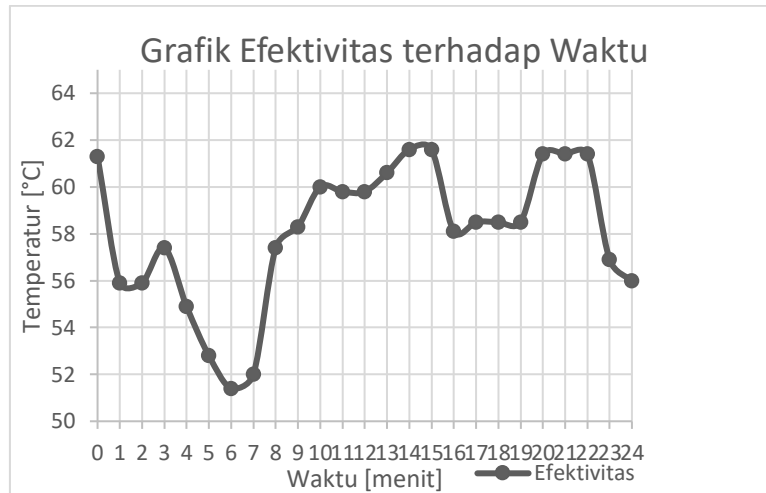
Data ini didapatkan dari PT. Indonesia Power Kamojang sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Pada **Tabel 1**, dapat dilihat bahwa efektivitas pada *Cooling Tower* mengalami perubahan suhu yang tidak terlalu signifikan dan relatif stabil.



**Gambar 3.** Grafik Temperatur Terhadap Waktu (1 Juni)



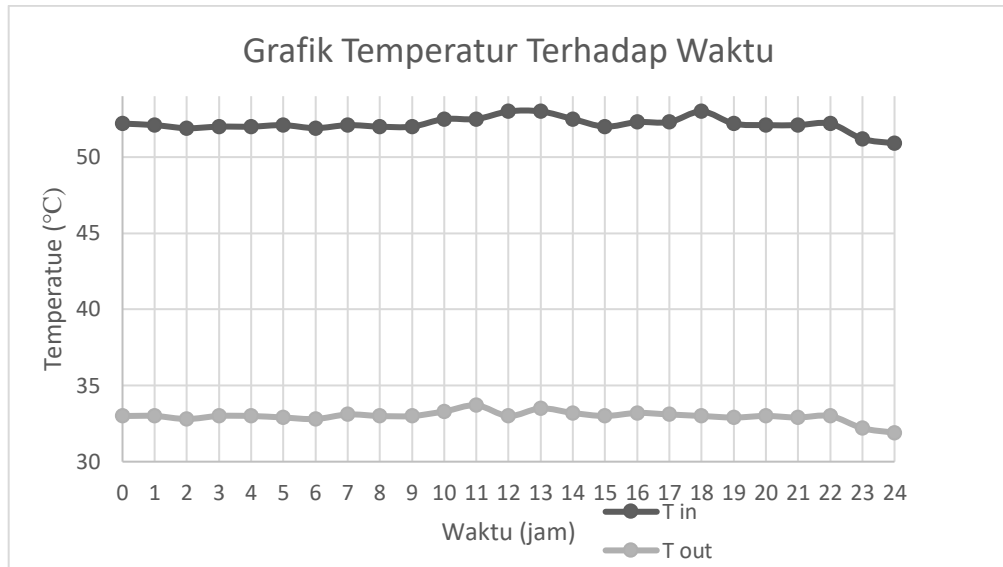
**Gambar 4.** Grafik Approach dan Range Terhadap Waktu (1 Juni)



**Gambar 5.** Grafik Efektivitas Terhadap Waktu (1 Juni)

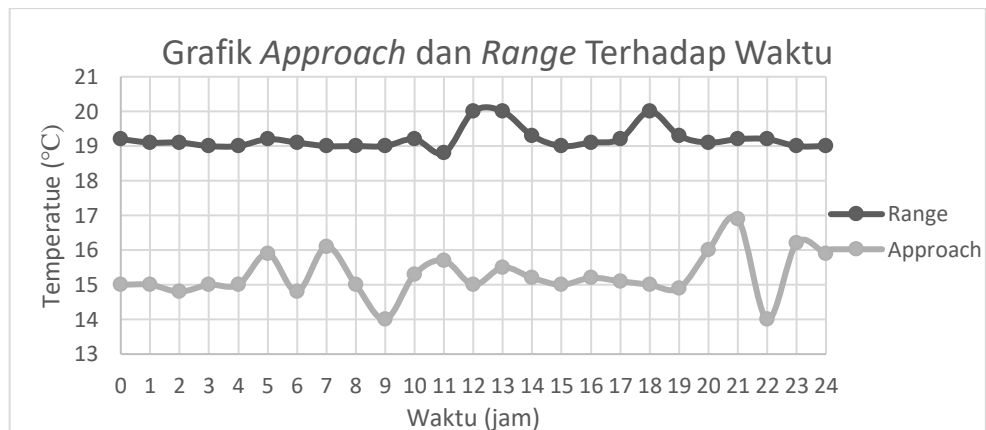
**Tabel 2.** Data *Cooling Tower* Musim Hujan (1 Desember)

Pukul	T air (°C)		T <i>wetbulb</i> (°C)	Range (°C)	Approach (°C)	Efektivitas (°C)
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>				
00.00	52.2	33	18	19.2	15	56.1
01.00	52.1	33	18	19.1	15	56
02.00	51.9	32.8	18	19.1	14.8	56.3
03.00	52	33	18	19	15	55.8
04.00	52	33	18	19	15	55.8
05.00	52.1	32.9	17	19.2	15.9	54.7
06.00	51.9	32.8	18	19.1	14.8	56.3
07.00	52.1	33.1	17	19	16.1	54.1
08.00	52	33	18	19	15	55.8
09.00	52	33	19	19	14	57.5
10.00	52.5	33.3	18	19.2	15.3	55.6
11.00	52.5	33.7	18	18.8	15.7	54.4
12.00	53	33	18	20	15	57.1
13.00	53	33.5	18	20	15.5	56.3
14.00	52.5	33.2	18	19.3	15.2	55.9
15.00	52	33	18	19	15	55.8
16.00	52.3	33.2	18	19.1	15.2	55.6
17.00	52.3	33.1	18	19.2	15.1	55.9
18.00	53	33	18	20	15	57.1
19.00	52.2	32.9	18	19.3	14.9	56.4
20.00	52.1	33	17	19.1	16	54.4
21.00	52.1	32.9	16	19.2	16.9	53.1
22.00	52.2	33	19	19.2	14	57.8
23.00	52.2	32.2	16	19	16.2	53.9
24.00	50.9	31.9	16	19	15.9	54.4



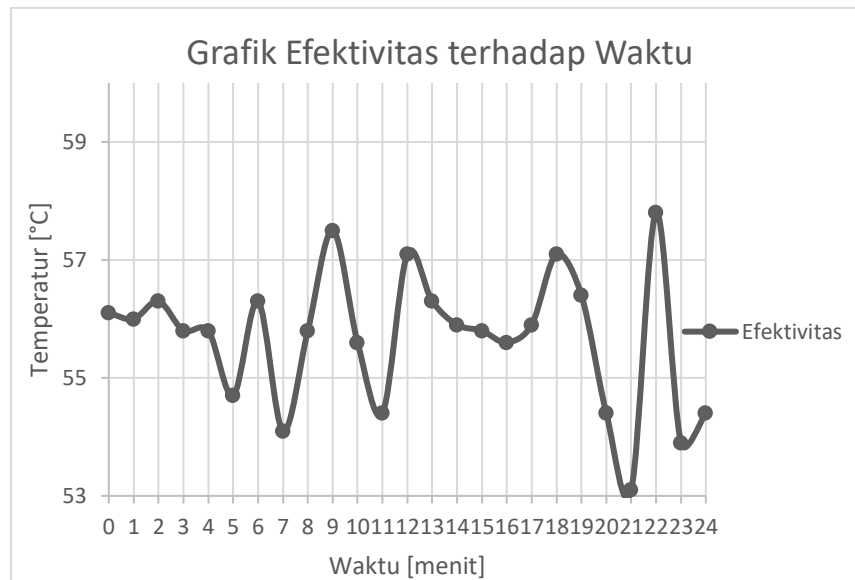
**Gambar 6.** Grafik Temperatur Terhadap Waktu (1 Desember)

Pada Gambar 3 dan Gambar 6, dapat terlihat bahwa temperatur masuk *Cooling Tower* yang terjadi di musim kemarau dan musim hujan lebih stabil pada musim hujan. Hal ini dipengaruhi oleh lingkungan dengan temperatur panas saat musim kemarau dan temperatur dingin pada saat musim hujan.



**Gambar 7.** Grafik Approach dan Range Terhadap Waktu (1 Desember)

Pada Gambar 4 dan Gambar 7, dapat terlihat bahwa *Range* pada musim kemarau stabil dari pukul 08.00 sampai 19.00, tetapi temperatur mulai tidak stabil dengan sangat signifikan ketika memasuki pukul 20.00. Berbeda dengan saat musim hujan, dimana temperaturnya selama 24 jam relatif lebih stabil. Sama halnya dengan *Approach*, saat musim hujan temperaturnya hampir secara keseluruhan relatif konstan dan berada pada suhu 15°C, tetapi pada saat musim kemarau temperaturnya tidak konstan.



**Gambar 8.** Grafik Efektivitas Terhadap Waktu (1 Desember)

Pada Gambar 5 dan Gambar 8, terlihat bahwa temperatur efektivitas lebih tinggi pada saat musim kemarau dibandingkan dengan musim hujan. Hal ini dikarenakan oleh pengaruh lingkungan, serta temperatur air kondensat yang masuk ke dalam *Cooling Tower*. Semakin tinggi temperatur air kondensat yang masuk, maka efektivitas proses pendinginan di dalam *Cooling Tower* semakin rendah karena proses pendinginan tidak maksimal. Hal ini menyebabkan temperature yang keluar dari *cooling tower* tidak mencapai temperatur yang diinginkan.

#### 4. KESIMPULAN

Proses pengolahan air kondensat pada *Cooling Tower* termasuk kedalam sistem air pendingin utama, dimana proses pendinginannya secara evaporasi dan transfer kalor secara konveksi, dimana aliran air kondensat yang masuk pada *Cooling Tower* akan mengalami kontak langsung dengan udara pendingin (*direct contact*) sehingga udara pendingin akan menyerap panas dari air kondensat sehingga air akan mengalami penurunan suhu.

Temperatur air kondensat yang masuk ke dalam *Cooling Tower* berpengaruh terhadap efektivitas pendinginan yang terjadi di *Cooling Tower*. Semakin besar temperatur air kondensat, maka efektivitas proses pendinginan akan berkurang.

Dari data yang didapatkan, efektivitas kerja *Cooling Tower* cenderung lebih baik pada musim kemarau, yaitu bernilai antara 51,4%-61,6% sedangkan pada musim hujan bernilai antara 53,1%-57,5%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Indonesia Power (UPJP) Kamojang yang sudah memperkenalkan penulis untuk membuat sebuah kajian mengenai *Cooling Tower*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Awwaluddin, M., & Santosa, P. (2012). Perhitungan Kebutuhan Cooling Tower Pada Rancang Bangun Untai Uji Sistem Kendali Reaktor Riset. *Prima (Aplikasi Dan Rekayasa Dalam Bidang Iptek Nuklir)*, 9(1), 34–41.
- [2] Dewan Energi Nasional. (2020). *Bauran Energi Nasional*.



- [3] Elok nurul Faizah. (2020). ANALISA PERFORMA KINERJA COOLING TOWER INDUCED DRAFT COUNTER FLOW DENGAN BAHAN PENGISI ALUMINIUM SEMICIRCULAR ARC.
- [4] Kasbani, K. (2009). TIPE SISTEM PANAS BUMI DI INDONESIA DAN ESTIMASI POTENSI ENERGINYA. Buletin Sumber Daya Geologi, 4(3). <https://doi.org/10.47599/bsdg.v4i3.184>
- [5] Muhsin, A., & Pratama, Z. (2018). Analisis Efektivitas Mesin Cooling Tower Menggunakan Range and Approach. Opsi, 11(2), 119. <https://doi.org/10.31315/opsi.v11i2.2552>
- [6] Triyansah, O., & Witanto, Y. (2020). Efektivitas cooling tower fan 6p - 4051 – gb. di pt. pupuk sriwidjaja sektor stg – bb, Palembang, Sumatera Selatan. Rekayasa Mekanik, 4 No 1, 9–12.
- [7] Widyaningsih, G. A. (2017). Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional. Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia, 4(1). <https://doi.org/10.38011/jhli.v4i1.53>
- [8] Yohanes Gunawan, Guntur Tri Setiadanu, Zuhaidi, Khalif Ahadi, Didi Sukaryadi, S. N. (2020). KARAKTERISTIK OPERASI SISTEM ORC DI SUMUR PAD 29A PT . GEODIPA ENERGI DIENG OPERATING CHARACTERISTICS OF ORC SYSTEM. 19(1), 1–12.