

ANALISIS KINERJA COOLING TOWER MENGGUNAKAN METODE RANGE DAN APPROACH DI PLTU ASAM-ASAM

COOLING TOWER PERFORMANCE ANALYSIS USING RANGE AND APPROACH METHODS AT ASAM-ASAM PLTU

Rahman¹⁾, Aqli Mursadin¹⁾

¹⁾Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia
email: rahhikmahdi025@gmail.com*, a.mursadin@ulm.ac.id

Abstract

Received:
17 September
2022

Accepted:
19 September
2022

Published:
30 September
2022

There are several factors that affect the cooling tower performance including the condition of the distribution of water flow and air in the cooling tower. The more even distribution of water and air flow, the better the cooling tower performance. In order for the distribution of water and air flow to be evenly distributed, it is necessary to analyze the performance of the cooling tower according to the method used to determine whether the cooling tower is still able to cool water optimally or its performance decreases. The method used is by calculating the range and approach, and the parameters needed are the temperature of the intake water and the cooling temperature of the exit tower, and the wet bulb temperature of the cooling tower. The results of the cooling tower analysis show that the range values from the lowest to the highest are 14.01°C - 15.05°C, the approach value is 8.03°C - 9.16°C, and the effectiveness value is 60.95% - 64.71%. From the range, approach, and effectiveness values above it can be concluded that the cooling tower's performance in cooling water at that time was still relatively good. The rise and fall of the range, approach and effectiveness values are influenced by environmental temperature and cooling tower work.

Keywords: Cooling Tower, Range, Approach, Effectiveness

Abstrak

Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja menara pendingin diantaranya adalah kondisi distribusi aliran air dan udara pada menara pendingin. Semakin merata aliran air dan udara, semakin baik kinerja menara pendingin. Agar distribusi aliran air dan udara dapat merata, maka perlu dilakukan analisis kinerja menara pendingin sesuai dengan metode yang digunakan untuk mengetahui apakah menara pendingin masih mampu mendinginkan air secara optimal atau kinerjanya menurun. Metode yang digunakan adalah dengan menghitung range dan approach, dan parameter yang dibutuhkan adalah suhu air masuk dan suhu pendinginan menara keluar, dan suhu bola basah menara pendingin. Hasil analisis menara pendingin menunjukkan rentang nilai terendah sampai tertinggi adalah 14,01°C - 15,05°C, nilai pendekatan 8,03°C - 9,16°C, dan nilai efektifitas 60,95% - 64,71%. Dari rentang, pendekatan, dan nilai efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa kinerja menara pendingin dalam air pendingin pada saat itu masih relatif baik. Naik turunnya nilai range, approach dan efektivitas dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan kerja menara pendingin.

Kata kunci: Menara Pendingin, Jangkauan, Pendekatan, Efektivitas

DOI: https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v4i2.6411

How to cite: Rahman., & Mursadin, A., "Analisis Kinerja Cooling Tower Menggunakan Metode Range Dan Approach Di PLTU Asam-Asam". *JTAM ROTARY*, 4(2), 129-140, 2022.

PENDAHULUAN

Cooling tower banyak digunakan di industri ataupun pembangkit listrik seperti PLTU untuk sistem pendinginan air. Air panas yang berasal dari kondensor akan dipompakan menuju bagian atas *cooling tower*, kemudian air tersebut akan disemprotkan melalui pipa-pipa nozel, sehingga menjadi butiran-butiran kecil yang kemudian jatuh kebawah dan saling bersentuhan dengan angin yang ditarik oleh *fan cooling tower* sehingga terjadinya pertukaran panas antara air dengan udara.

Cooling tower, merupakan alat bantu pendukung dalam hal untuk mendinginkan air yaitu dengan memanfaatkan udara lingkungan sekitar sebagai media untuk mendinginkan air.

Menara pendingin pada PLTU tidak sepenuhnya mendinginkan air secara efektif 100 %, hal itu disebabkan karena beberapa faktor yaitu adanya penumpukan kerak atau lumut pada bagian-bagian *cooling tower* serta temperatur lingkungan yang bisa berubah sewaktu-waktu.

Dari latar belakang masalah tersebut, maka diperlukan suatu metode untuk menganalisis kinerja *cooling tower* apakah masih mampu mendinginkan air secara optimal atau pendinginannya menurun, sehingga penulis berinisiatif untuk membuat judul dengan metode yang sekiranya mampu dalam mendeteksi kinerja *cooling tower* yaitu dengan judul “Analisis Kinerja *Cooling Tower* Menggunakan Metode *Range* dan *Approach* di PLTU Asam-Asam”. Untuk mengetahui apakah kinerja *cooling tower* pada saat itu masih mampu mendinginkan air secara optimal atau kinerjanya menurun.

Pengertian Menara Pendingin

Menara pendingin atau *cooling tower* adalah alat bantu pendukung yang sifat pendinginannya merupakan sistem pendingin terbuka, yaitu proses pendinginan air dengan udara sebagai media pendingin. Air panas yang bersentuhan dengan udara yang ditarik oleh *fan cooling tower* menyebabkan terjadinya pertukaran panas antara air dengan udara, air yang jatuh tadi secara perlahan akan menurun temperaturnya hingga batas normal, sedangkan temperatur udara akan meningkat dan naik ke atas hingga keluar melalui bagian cerobong *cooling tower*. Pada bagian penampung air (*water basin*) biasanya terdapat kerak dan lumut yang menempel pada dinding-dinding *cooling tower*, yang disebabkan karena zat-zat seperti mineral yang terdapat pada air. Sebelum air tersebut digunakan untuk pendinginan, biasanya akan di treatment terlebih dahulu pada bagian WTP (*Water Treatment Plant*) agar kandungan mineral pada air benar-benar menghilang untuk mencegah timbulnya kerusakan pada mesin akibat korosi, sehingga air tersebut dapat digunakan untuk pendinginan pada mesin tanpa khawatir terjadinya korosi.

Fungsi *Cooling Tower*

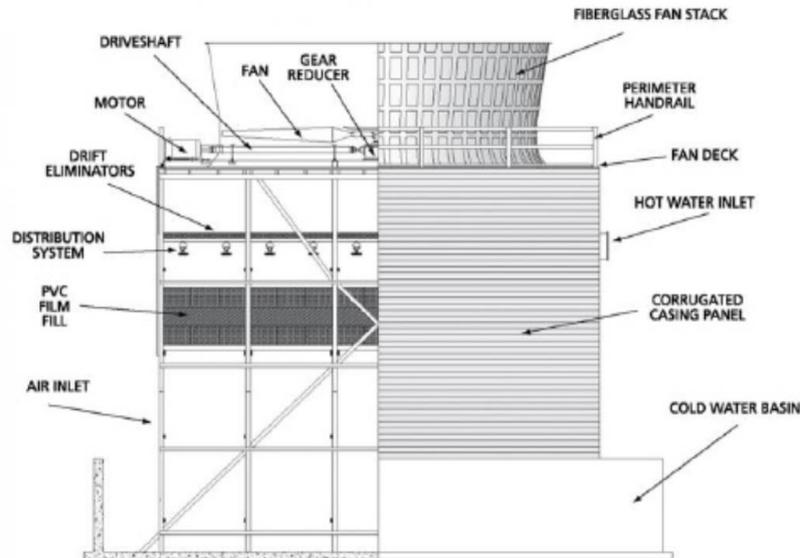
Fungsi dari *cooling tower* yaitu mengambil panas dari air yang berasal dari kondensor, kemudian panas tadi akan dibawa oleh udara yang ditarik oleh *fan cooling tower* menuju ke atas sehingga udara tersebut akan memiliki temperatur yang lebih panas dari sebelumnya, kemudian air tadi akan memiliki temperatur yang lebih rendah dibandingkan sebelumnya yaitu dari temperatur awal 45 °C -50 °C menjadi air yang bertemperatur lebih rendah yaitu 30 °C – 25 °C. Naik dan turunya temperatur air dipengaruhi oleh kinerja *cooling tower* dan juga lingkungan sekitar *cooling tower*.

Sistem pendinginan air pada *cooling tower* lebih efektif dibandingkan alat pendukung pendinginan air lainnya, hal itu dikarenakan *cooling tower* hanya menggunakan udara lingkungan sekitar sebagai media untuk mendinginkan air, tanpa memerlukan media pendingin lain, selain itu uap panas yang keluar melalui cerobong *cooling tower* tidak menyebabkan kerusakan bagi lingkungan sekitar, sehingga bersifat ramah lingkungan dan

juga pengoperasian *cooling tower* yang mudah dipahami serta ekonomis karena tidak memerlukan biaya yang besar dalam hal perawatan dibandingkan dengan sistem pendinginan lain yang pengoperasiannya terbilang rumit serta biaya perawatan yang lebih mahal.

Bagian-Bagian *Cooling Tower*

Bagian-bagian *cooling tower* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian-Bagian *Cooling Tower*

1. Kipas (*fan*)

Salah satu bagian penting pada *cooling tower* yaitu baling-baling atau kipas yang terdapat pada bagian cerobong *cooling tower*, fungsi dari baling-baling tersebut adalah untuk menghisap atau menarik udara lingkungan sekitar yang ada pada bagian bawah *cooling tower* menuju keatas sehingga udara yang ditarik tadi akan bersinggungan dengan air yang jatuh dari bagian atas, sehingga terjadinya perpindahan panas antara air dengan udara. Air tadi akan menurun temperturnya sedangkan udara akan meningkat temperturnya, kemudian udara tadi akan naik ke atas menuju baling-baling atau kipas dan akan dikeluarkan melalui cerobong *cooling tower* sebagai uap panas.

2. Motor penggerak

Digunakan untuk menggerakkan *gear box* memutar *fan*.

3. *Gear box*

Berfungsi untuk mereduksi putaran tinggi dari motor ke *cooling fan Driven motor*.

4. *Drive shaft*

Adalah poros penghubung antara motor penggerak dengan *gear box*, yang berfungsi menyalurkan putaran dari motor ke *gear box*.

5. Rumah menara pendingin (cerobong *cooling tower*)

cerobong *cooling tower* adalah bagian pelindung atas pada *cooling tower* yang fungsinya untuk menopang baling-baling atau kipas dan juga sebagai ruang untuk mengatur tekanan dari udara yang dihasilkan oleh perputaran baling-baling sehingga udara

pada bagian bawah cooling tower dapat ditarik ke atas dan akhirnya diupkan menuju cerobong *cooling tower*.

6. *Pipa springkler*

Bagian terpenting lainnya pada *cooling tower* adalah bagian pendistribusian air yaitu pipa springkler, yang fungsinya untuk menyebarkan atau mendistribusikan air secara merata pada bagian *nosel cooling tower*, sehingga membuat proses pendinginan air menjadi lebih baik dan optimal. Pada bagian pipa *springkler* terdapat saluran-saluran lubang yang berdiameter kecil yang fungsinya untuk mendistribusikan air secara merata.

7. *Inlet louver*

Pada cooling tower terdapat bagian yang bernama *inlet louver* atau disebut juga lubang udara, yang fungsinya adalah untuk lubang masuknya udara yang ditarik oleh kipas atau baling-baling *cooling tower*. Kualitas dan kandungan air yang akan disalurkan akan dapat terlihat jelas pada bagian *inlet louver*. Posisi bagian lubang udara atau *inlet louver*, terletak pada bagian bawah *cooling tower*

8. *Bahan pengisi (filling material)*

Bagian *cooling tower* yang bertugas untuk mengontakkan air yang jatuh dari atas dengan udara dari bawah yang naik keatas disebut dengan bahan pengisi. Air yang berasal dari kondensor memiliki temperatur yang tinggi yaitu sekitar 45 °C sampai 50 °C, kemudian air tersebut akan didistribusikan ke bagian *filling material* dan turun ke bawah menuju tempat penampungan air. Saat turun, air akan berkontak langsung dengan udara yang temperaturnya lebih rendah yaitu sekitar 27 °C sehingga terjadinya perpindahan kalor antara air dengan udara. Maka dari itu, penting kiranya untuk menjaga *filling material* agar bisa beroperasi dengan baik untuk menjaga kualitas pendinginan air yang diinginkan. Bahan dari *filling material* haruslah baik, dan juga tidak mudah rusak untuk menjaga kualitas pendinginan air yang optimal.

9. *Pipa penyemprot air*

Pipa penyemprot air atau disebut juga *nosel* berfungsi untuk menyebarkan air agar dapat membasahi seluruh bagian *filling material* secara merata. Proses penyebaran air yang baik dan merata ke seluruh bagian merupakan hal yang penting, yang bertujuan agar proses pendinginan air bisa berlangsung secara optimal. Peletakan pipa penyemprot atau *nosel* haruslah sesuai dengan ketentuan, selain itu air yang disemprotkan biasanya berpola lingkaran atau bulat agar pendinginannya merata, dan ada sebagian lagi dengan pola lain. Pipa penyemprot atau *nosel* biasanya terbuat dari bahan kuningan seperti tembaga, tujuannya agar menghindari terjadinya kerusakan akibat korosi, serta tahan terhadap temperatur air yang tinggi, dengan demikian kerja dari *nosel* akan menghasilkan pendinginan yang baik.

10. *Drift eliminasi*

Drift eliminasi digunakan untuk menampung tetesan air yang terperangkap pada udara yang bergerak naik, tujuannya agar air tersebut tidak menguap di atmosfer.

11. *Hot water inlet*

Tempat masuknya air panas dari kondensor yang akan didinginkan.

12. *Penampung air (water basin)*

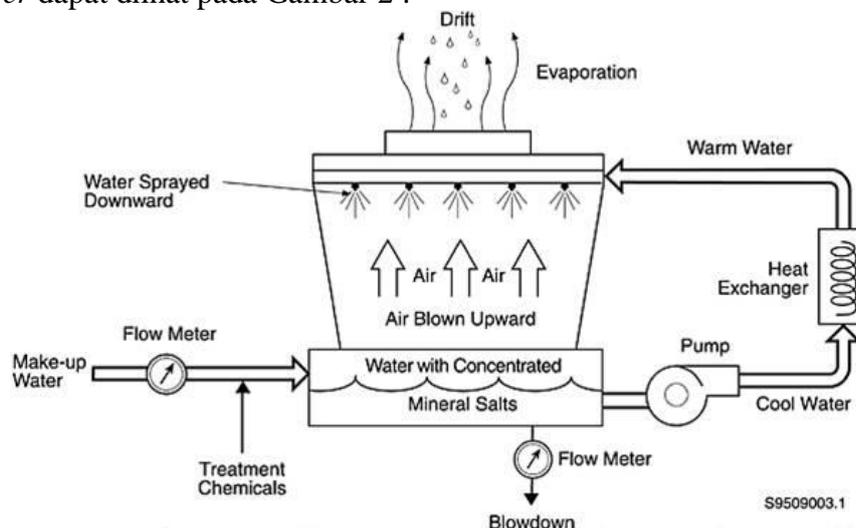
Water basin terletak pada bagian bawah menara yang digunakan untuk menampung air yang nantinya akan digunakan kembali untuk proses pendinginan pada mesin. Penampungan air harus terbuat dari material yang tahan lama dan tidak mudah rusak, salah satunya dari material semen.

Cara Kerja Menara Pendingin

Cara kerja menara pendingin yaitu dengan mengontakkan air yang bertemperatur tinggi dengan udara lingkungan yang bertemperatur rendah, sehingga terjadi perpindahan panas antara air dengan udara. Air yang sudah didinginkan oleh udara akan jatuh ke bawah menuju bak penampung air, sementara udara yang naik akan memiliki temperatur yang lebih tinggi dari sebelumnya, dan kemudian udara tersebut akan ditarik ke atas oleh baling-baling *cooling tower* menuju bagian atas cerobong dan kemudian dilepaskan ke atmosfer.

Proses pendinginan pada *cooling tower* yaitu dengan cara memanfaatkan udara lingkungan sekitar *cooling tower* sebagai media pendingin. Saat *cooling tower* dihidupkan, maka baling-baling atau kipas akan berputar untuk menarik udara pada bagian bawah menara, udara yang ditarik tersebut akan berkontak dengan air yang jatuh dari atas sehingga terjadi pertukaran panas antara air dengan udara. Air yang jatuh tadi akan menurun temperaturnya hingga mencapai temperatur normal yaitu $25\text{ }^{\circ}\text{C} - 28\text{ }^{\circ}\text{C}$, kemudian air tersebut akan ditampung di tempat penampungan air sementara, yang nantinya akan digunakan kembali sebagai pendinginan pada mesin.

Cara kerja *cooling tower* tipe *counter flow* yaitu air panas yang berasal dari kondensor akan dipompakan menuju bagian atas *cooling tower*, kemudian di bagian tersebut air akan dialirkan atau didistribusikan secara menyeluruh ke seluruh bagian oleh pipa springkler, lalu pada pipa springkler air akan masuk menuju nosel atau penyemprot air, kemudian air tersebut akan diseprotkan secara merata ke bahan pengisi. Pada bagian bahan pengisi atau filling material air dan udara akan dikontakkan secara langsung sehingga terjadi pertukaran panas antara air dengan udara. Udara pada bagian bawah *cooling tower* ditarik ke atas menuju cerobong oleh baling-baling atau kipas, sehingga udara tadi akan memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya kemudian udara tersebut akan dilepaskan ke atmosfer sebagai uap panas, sementara air yang sudah menurun temperaturnya tadi akan jatuh ke tempat penampung air sementara, sebelum akhirnya dialirkan kembali menuju kondensor. Cara dari kerja menara pendingin atau *cooling tower* dapat dilihat pada Gambar 2 :

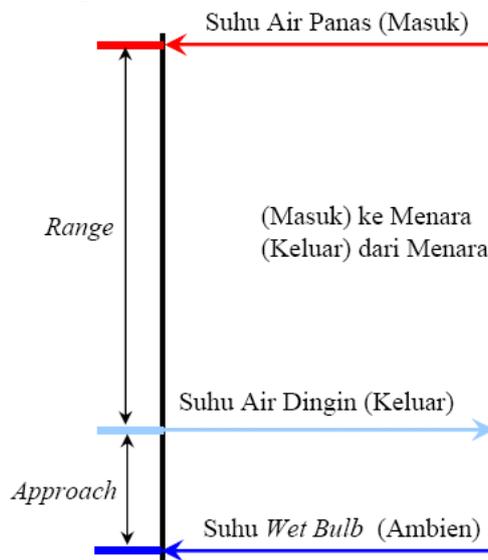


Gambar 2. Prinsip Kerja *Cooling Tower*

Sistem pendinginan ini sangat efektif dibandingkan dengan sistem pendingin lain karena proses pendinginannya memanfaatkan udara lingkungan sebagai media pendinginnya, selain itu air yang didinginkan juga relatif baik sehingga langsung dapat digunakan kembali sebagai pendinginan pada mesin. Pada bagian make-up water saluran airnya akan dibuka apabila air pada penampung air tidak mencukupi untuk proses pendinginan sehingga memerlukan tambahan air agar proses pendinginan tetap berjalan dengan baik dan stabil. Sementara pada bagian blowdown saluran airnya akan dibuka apabila air pada penampung air mengalami kelebihan air, sehingga perlunya pengurangan air untuk menjaga proses pendinginan agar tetap stabil.

Besaran Termodinamika

Sifat-sifat udara basah dapat dilihat dalam Gambar 3 :



Gambar 3. *Range dan Approach Cooling Tower*

Range merupakan perbandingan temperatur dari temperatur air yang masuk *cooling tower* dengan temperatur air yang keluar *cooling tower* atau perbandingan antara temperatur air yang bersuhu panas dengan temperatur air yang bersuhu dingin. Lalu *approach* merupakan perbandingan antara suhu air yang keluar *cooling tower* dengan suhu lingkungan atau disebut juga *wet bulb* (bola basah).

Untuk mengukur udara lingkungan atau wet bulb diperlukan alat ukur yang bernama *temperature humidity meter*, alat ukur ini sangan praktis dan mudah digunakan karena tidak memerlukan kain kasa lagi sebagai media bantu pengukuran. Dengan alat ukur ini kita bisa langsung mengetahui tingkat temperatur *wet bulb* yang ada disekitar *cooling tower* pada saat itu. Perbandingan yang baik untuk menentukan efesiensi *cooling tower* yaitu semakin tinggi perbedaan temperatur antara air masuk dengan air keluar maka semakin bagus pendinginannya.

1. *Range*

Range adalah pengurangan antara temperatur air yang masuk *cooling tower* dengan temperatur air yang keluar *cooling tower*. Jika nilai *ranganya* yang besar dapat disimpulkan *cooling tower* sudah bisa mendinginkan temperatur air secara optimal dan kerja pendinginannya yang baik. Rumusnya adalah:

$$Range (°C) = T_{air\ in} (°C) - T_{air\ out} (°C) \tag{1}$$

2. Approach

Approach adalah rasio perbandingan dari temperatur *wet bulb* dengan temperatur air keluar *cooling tower*. Untuk mengetahui apakah nilai *approach* baik atau tidak, dapat kita lihat dari perbandingan temperaturnya yaitu apabila semakin rendah atau temperatur air yang keluar *cooling tower* mendekati temperatur *wet bulb* maka dapat dikatakan bahwa nilai *approach* adalah baik dan sebaliknya apabila perbandingan temperaturnya semakin tinggi maka dapat dikatakan bahwa nilai *approach* pada saat itu kurang baik. Rumus untuk mencari nilai *approach* yaitu:

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

3. Efektivitas

Efektivitas adalah selisih antara nilai *range* dengan nilai *range + approach*, dengan kata lain temperatur air masuk *cooling tower* dengan temperatur bola basah. Untuk mengetahui apakah nilai efektivitas baik atau tidak, maka dapat dilihat dari selisihnya, yaitu apabila semakin tinggi maka dapat dikatakan bahwa nilai efektivitasnya adalah baik, dan sebaliknya apabila selisihnya rendah atau hampir mendekati maka dapat dikatakan bahwa nilai efektivitasnya kurang baik.

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

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penulis untuk menentukan kinerja *cooling tower* PLTU Asam-asam adalah sebagai berikut:

Metodologi Pencarian Data

Metodologi pencarian data yang akan digunakan antara lain yaitu:

1. Mempelajari literatur

Salah satu metode pengambilan data yaitu dengan mencari buku-buku atau jurnal yang berkaitan dengan *cooling tower* dan juga penurunan rumus secara matematis.

2. Studi lapangan

Dalam studi lapangan ada beberapa langkah yang dilakukan, yaitu :

a. Observasi

Pendekatan yang dilakukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dengan cara turun langsung ke lapangan.

b. Bertanya secara langsung dengan pihak yang menangani masalah *cooling tower*.

Variabel penelitian

Untuk pengambilan data secara aktual dilakukan sebagai berikut :

1. $T_{\text{air in}} \text{ cooling tower};$
2. $T_{\text{air out}} \text{ cooling tower};$
3. $T_{\text{wet bulb}} \text{ cooling tower};$

Metodologi Pengambilan Data

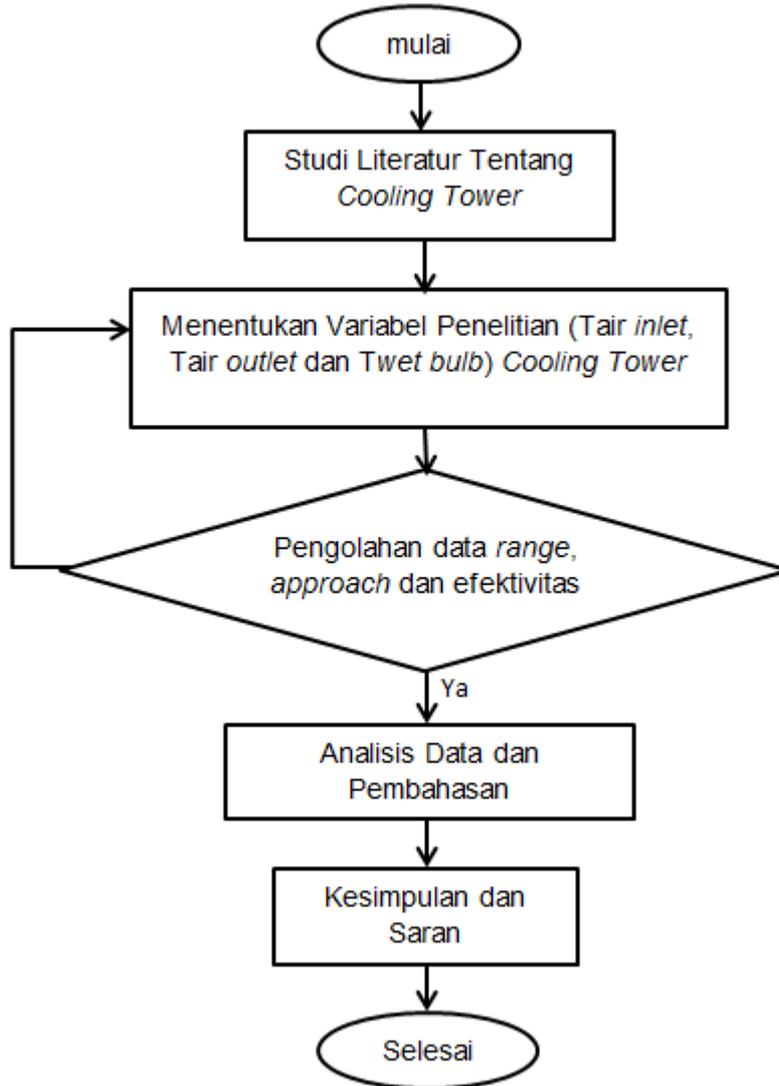
Berikut adalah langkah-langkah pengambilan data yang diperlukan untuk analisis dalam memperoleh data penelitian baik teori maupun data aktual *cooling tower*. Untuk pengambilan data secara aktual dilakukan sebelum dan sesudah pemeliharaan sebagai berikut :

1. Temperatur air masuk menara yang diukur dibagian belakang bangunan *cooling tower* menggunakan *thermo indicator* yang dipasang di pipa masuk *cooling tower*.

2. Temperatur air keluar menara dengan mengukur dibagian basin tempat keluarnya air dari *cooling tower*.
3. Temperatur *wet bulb* udara masuk menara, Temperatur yang diukur menggunakan alat ukur *Temperature Humidity Meter* dengan tujuan mengurangi radiasi panas dengan mengukur udara lingkungan disekitar menara pendingin.

Diagram Alir Penelitian

Proses alur penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 4:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kinerja *cooling tower* ini data yang diambil merupakan data *logsheet* terbaru pada bulan April 2019. Data ini lalu direkap secara rinci dan seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata temperatur air inlet dan outlet serta temperatur bola basah *cooling tower*

Tanggal	T (Air)		Temperatur <i>wet bulb</i> (°C)
	Inlet (°C)	Outlet (°C)	
08-04-2019	49,24	34,19	25,03
09-04-2019	48,9	34,09	25,5
10-04-2019	48,93	34,22	25,5
11-04-2019	48,58	34,12	25,4
12-04-2019	48,66	33,66	25,48
15-04-2019	48,39	34,2	25,11
16-04-2019	47,93	33,74	25,62
17-04-2019	48,37	33,91	25,61
18-04-2019	48,7	34,55	25,74
19-04-2019	48,43	34,33	25,56
23-04-2019	48,09	34,01	25,64
24-04-2019	47,96	33,83	25,39
25-04-2019	47,83	33,79	25,65

Perhitungan Rumus *Range*, *Approach*, dan Efektivitas

Perhitungan rumus untuk mencari nilai *range*, *approach* dan efektivitas berdasarkan Tabel 1 diatas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Range} &= T \text{ air } in - T \text{ air } out \\
 &= 49,24 \text{ } ^\circ\text{C} - 34,19 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 &= 15,05 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Approach} &= T \text{ air } out - T \text{ wet bulb} \\
 &= 34,19 \text{ } ^\circ\text{C} - 25,03 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 &= 9,16 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas} &= \frac{\text{Range}}{(\text{Range} + \text{Approach})} \times 100 \% \\
 &= \frac{15,05}{(15,05 + 9,16)} \times 100 \% \\
 &= \frac{1505}{24,21} \\
 &= 62,16 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan rumus diatas, maka dapat dibuat Tabel hasil perhitungan *range*, *approach* dan efektivitas *cooling tower* secara keseluruhan dari tanggal 08 sampai dengan 25 April 2019 sebagai berikut :

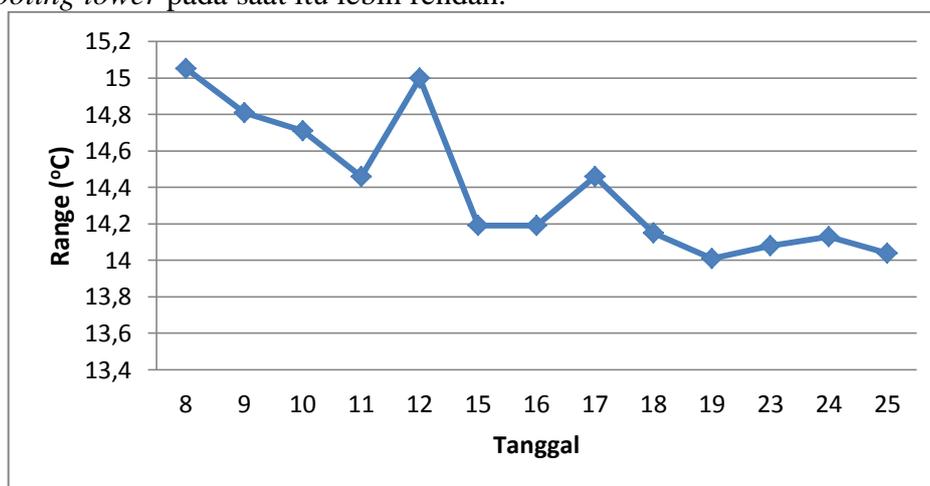
Tabel 2 Hasil perhitungan *range*, *approach* dan efektivitas

Tanggal	<i>Range</i> (°C)	<i>Approach</i> (°C)	Efektivitas (%)
08-04-2019	15,05	9,16	62,16
09-04-2019	14,81	8,59	63,29
10-04-2019	14,71	8,72	62,78
11-04-2019	14,46	8,72	62,38
12-04-2019	15	8,18	64,71
15-04-2019	14,19	9,09	60,95

16-04-2019	14,19	8,12	63,60
17-04-2019	14,46	8,03	63,53
18-04-2019	14,15	8,81	61,62
19-04-2019	14,01	8,77	61,65
23-04-2019	14,08	8,37	62,71
24-04-2019	14,13	8,44	62,60
25-04-2019	14,04	8,14	63,60

Range

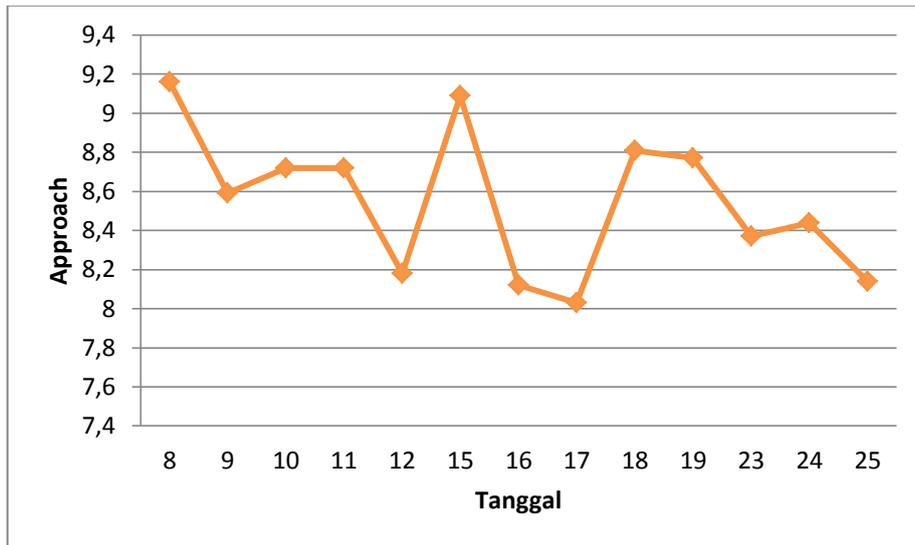
Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *range* pada *cooling tower* PLTU Asam-Asam adalah tinggi hal ini dikarenakan menara pendingin masih bisa mendinginkan temperatur air dengan baik dan kerja pendinginnya juga baik. Gambar 5 menunjukkan nilai *range* tertinggi yaitu pada tanggal 08 April 2019 sebesar 15,5 °C dan nilai *range* terendah berada pada tanggal 19 April 2019 sebesar 14,01 °C. Pada tanggal 12 April 2019 nilai *range* mengalami kenaikan yaitu sebesar 15,0 °C, dikarenakan pada tanggal tersebut cuaca di lingkungan sekitar *cooling tower* sedang turun hujan yang menyebabkan temperatur air keluar *cooling tower* pada saat itu lebih rendah.



Gambar 5. Grafik Nilai *Range Cooling Tower*

Approach

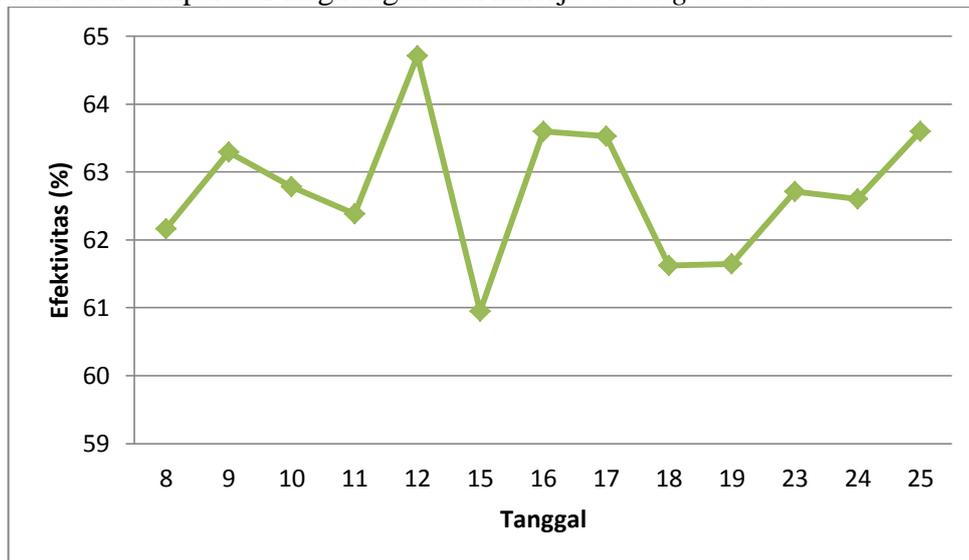
Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai *approach* rendah, hal ini dipengaruhi oleh kinerja *cooling tower* dan temperatur lingkungan yang baik. Semakin rendah nilai *approach* dapat dikatakan semakin baik kerja menara pendingin. Temperatur masuk menara pendingin yang tidak beraturan menyebabkan grafik pada *approach* juga mengalami naik turun yang tidak teratur. Gambar 6 menunjukkan nilai *approach* tertinggi yaitu pada tanggal 08 April 2019 sebesar 9,16 °C dan nilai *approach* terendah pada tanggal 17 April 2019 yaitu sebesar 8,03 °C. Pada tanggal 15 April 2019 nilai *approach* mengalami kenaikan sebesar 9,09 °C hal ini dikarenakan pada tanggal tersebut *cooling tower* mengalami trip sehingga laju sirkulasi pendinginan pada saat itu menurun, dan untuk menghidupkan kembali *cooling tower*, memerlukan waktu yang lama dan tidak bisa langsung dioperasikan secara maksimal akan tetapi bertahap.



Gambar 6. Grafik Nilai Approach Cooling Tower

Efektivitas

Efektivitas *cooling tower* dapat diketahui setelah mengetahui perbandingan antara nilai *range* dan nilai *range + approach*, bila perbandingan nilai efektivitasnya semakin tinggi maka dapat disimpulkan bahwa kerja *cooling tower* dalam mendinginkan air masih baik. Seperti terlihat pada Gambar 7 menunjukkan bahwa efektivitas pada *cooling tower* sangat baik berkisar dari 60,95% sampai 64,71%. Naik dan turunnya nilai efektivitas juga dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan kinerja *cooling tower*.



Gambar 7. Grafik Nilai Efektivitas Cooling Tower

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengamatan *cooling tower tipe induced draft* aliran berlawanan arah selama 14 hari di PLTU Asam-Asam maka dapat ditarik dua kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Sistem kerja *cooling tower* adalah sistem yang berfungsi untuk mendinginkan air dengan cara memanfaatkan udara lingkungan sebagai media pendinginannya. Air panas dari kondensator akan didinginkan secara perlahan sampai temperatur air tersebut menurun dan dapat digunakan kembali untuk sistem pendinginan pada mesin.

2. Berdasarkan perhitungan analisis efektivitas *cooling tower* adalah nilai *range* dari yang terendah hingga yang tertinggi yaitu berkisar antara 14,01 °C hingga 15,05 °C, begitu juga dengan nilai *approach* yaitu berkisar antara 8,03 °C hingga 9,16 °C, dan terakhir nilai efektivitas *cooling tower* yaitu berkisar antara 60,95 % hingga yang tertinggi yaitu sebesar 64,71 %. Naik dan turunnya nilai *range*, *approach* dan efektivitas sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan kerja *cooling tower*. Dari nilai *range* yang tinggi, *approach* yang rendah dan efektivitas yang tinggi di atas dapat disimpulkan bahwa kinerja *cooling tower* pada saat itu tergolong baik dan masih dapat mendinginkan air secara optimal.

REFERENSI

- Handoyo, Y. (2015) 'Analisis Performa Cooling Tower LCT 400 Pada P.T. XYZ, Tambun Bekasi', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), pp. 38-52.
- Holman, JP.1986. Perpindahan Kalor. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lestari, Erlina. 2010. *Pengaruh Bioksida Pengoksidasi Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme Pada Air Pendingin Sekunder RSG-GAS*. Banten: ISSN 1978-8738.
- Munson, Bruce R., and Young, Donald R.2004. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Musbach, Mussadiq.1995. *Termodinamika Dan Mekanik Statistik*. Jakarta: Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan.
- Mulyono. 2010. *Analisa Beban Kalor Menara Pendingin Basah Induced-Draft Aliran Lawan Arah*. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- Pratiwi, P, N., Nugroho, G., Hamidah. 2014. *Analisa Kinerja Cooling Tower Induced Draft Tipe LBW W-300 Terhadap Pengaruh Temperatur Lingkungan*. *Jurnal Teknik Pomits*, 7. Hlm. 1-6.
- Pudjanarsa, Astu., and Nursuhud, Djati.2009. *Mesin Konversi Energi – Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Reynolds, William C., et al. 1977. *Termodinamika Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Wakil, EL. 1992. (Judul Asli : *Power Plant Technology/Instalasi Pembangkit Daya*) Jakarta: Erlangga