

FORMULIR EDITOR

Judul *

- Sesuai
 Harus Diganti

Abstrak : Apakah panjang sesuai? *

- Ya
 Tidak

Abstrak : Apakah ringkasan konten sesuai? *

- Ya
 Tidak

Teks Utama : Apakah terdapat hal yang baru dalam kegiatan ini? *

- Ya
 Tidak

Teks Utama : Apakah terdapat pernyataan mengenai keterkaitan dengan penelitian sebelumnya *

- Ya
 Tidak

Teks Utama : Apakah asumsi dan/atau metode dijelaskan secara komperhensif? *

- Ya
 Tidak

Teks Utama : Apakah hasil yang baru cukup ditekankan? *

- Ya
 Tidak

Komentar editor (jika ada) : Tuliskan nomor baris beserta komentar editor.

Komentar editor (jika ada) : Tuliskan nomor baris beserta komentar editor.

Komentar editor (jika ada) : Tuliskan nomor baris beserta komentar editor.

Komentar akhir editor dan rekomendasi (jika ada)

Mohon diperbaiki sesuai arahan editor, contoh dalam tabel satuannya masih seperti semula. Referensi masih 6, jika tidak bisa menambahkan hingga 10 mohon diberi penjelasan.

Makalah ini direkomendasikan untuk? *

- Diterima tanpa revisi
 Diterima dengan sedikit revisi
 Dibutuhkan banyak revisi
 Ditolak

Tutup

* Harus Diisi

ANALISA KEBUTUHAN MAKE UP WATER COOLING TOWER RSG-GAS PADA DAYA 30 MW SETELAH REVITALISASI

ABSTRAK

ANALISA KEBUTUHAN MAKE UP WATER COOLING TOWER RSG-GAS PADA DAYA 30 MW SETELAH REVITALISASI. Akibat kondisi dan usia dari *cooling tower* RSG-GAS maka telah dilakukan revitalisasi pada *cooling tower* tersebut. *Cooling tower* yang baru mempunyai tipe sama dengan tipe sebelumnya, yaitu tipe *Mechanical induced draft, counter flow, Inline, Closed end*. Akibat penggantian/revitalisasi *cooling tower* RSG-GAS maka perlu dilakukan kajian yang berkaitan dengan besarnya kehilangan air. Kehilangan air pada *cooling tower* terdiri atas: *evaporation loss (We)*, *Drift loss (Wd)* dan *blowdown (Wb)*. Besarnya kehilangan air berdasarkan desain 93,8074 m³/h, hasil perhitungan 53,1286 m³/h dan hasil pengamatan adalah sebesar 39,4548 m³/h. Kehilangan air pada *cooling tower* perlu dilakukan perhitungan karena berkaitan dengan kemampuan pompa PA-04 dalam mengkompensasi kehilangan air tersebut. Dengan kemampuan pompa PA-04 yang mempunyai kapasitas 60 m³/h, maka dapat dipastikan bahwa pompa PA-04 masih mampu untuk mengkompensasi kehilangan air di *cooling tower*.

Commented [K1]: Bagaimana dengan pengamatan sebelum revitalisasi

Commented [K2]: Tolong dijelaskan apa itu pompa PA-04

Kata kunci : *make up water*, revitalisasi *cooling tower*, kehilangan air

ABSTRACT

ANALYSIS OF NEEDS MAKE UP WATER COOLING TOWER RSG-GAS AT 30 MW POWER AFTER REVITALIZATION. Due to the condition and age of the RSG-GAS cooling tower, revitalization of the cooling tower has been carried out. The new cooling tower has the same type as the previous type, namely Mechanical induced draft, counter flow, Inline, Closed end types. As a result of the replacement or revitalization of the RSG-GAS cooling tower, it is necessary to conduct a study related to the amount of water loss. Water loss in a cooling tower consists of: evaporation loss (We), Drift loss (Wd) and blowdown (Wb). The amount of water loss based on the design is 93.8074 m³/h, the calculation result is 53.1286 m³/h and the observation result is 39.4548 m³/h. The loss of water in the cooling tower needs to be calculated because it is related to the PA-04 pump's ability to compensate for the water loss. With the PA-04 pump's capacity which has a capacity of 60 m³/h, it is certain that the PA-04 pump is still able to compensate for the loss of water in the cooling tower.

Keywords: make up water, cooling tower revitalization, water loss

PENDAHULUAN

Secara garis besar pembuangan panas hasil reaksi di teras reaktor RSG-GAS ke lingkungan, dilakukan melalui dua tahapan, yaitu melalui sistem pendingin primer dan sistem pendingin sekunder. Panas hasil reaksi di teras reaktor dibawa sistem pendingin primer ke *heat exchanger*. Panas dari sistem pendingin primer akan dipindahkan ke sistem pendingin sekunder di *heat exchanger*. Kemudian panas dari sistem pendingin sekunder dibuang ke lingkungan melalui *cooling tower*.

Commented [K3]: di heat exchanger atau melalui heat exchanger

Mengingat usia *cooling tower RSG-GAS* sudah cukup tua dan kondisinya kurang optimal dalam memindahkan panas, sebagai tindaklanjutnya pada tahun 2018 telah dilakukan revitalisasi. *Cooling tower* yang baru mempunyai tipe sama dengan digunakan di RSG-GAS hanya terdapat beberapa perbedaan, antara lain: *cooling tower* yang baru lebih tinggi, jumlah *blade* lebih banyak, *gearbox* dan sistem transmisinya, serta sistem distribusi air. *Cooling tower* yang baru adalah tipe *mechanical induced draft, counter flow, Inline, Closed end*. Pada tipe *mechanical induced draft* maka pertukaran panas antara fluida pendingin dan udara terjadi secara induksi pada menara. Akibatnya udara yang berisi uap air yang dihasilkan dari pertukaran panas, sebagian akan terbuang ke atmosfer. Kehilangan uap air inilah yang harus dikompensasi oleh sistem *make up water*. Kompensasi dilakukan dengan cara menambah air dari kolam *raw water* dengan menggunakan pompa PA-04.

Commented [K4]: apakah fill nya juga berubah?

Commented [K5]: Tolong dijelaskan tentang pompa PA-04 beserta gambar diagramnya

Akibat dari penggantian/revitalisasi *cooling tower RSG-GAS* tersebut maka perlu dilakukan kajian yang berkaitan dengan:

- Besarnya kehilangan air yang diakibatkan adanya penguapan dan percikan karena pada *cooling tower* yang baru.
- Perhitungan kemampuan pompa PA-04 dalam mengkompensasi kehilangan uap air tersebut, apakah masih mampu untuk mengatasi kehilangan air tersebut.

Tujuan dari penulisan ini yaitu untuk melakukan kajian tentang kehilangan air pada *cooling tower*, menghitung kemampuan pompa *make up* (PA-04 AP001/002) dalam mengatasi kehilangan air serta membandingkan antara hasil perhitungan dengan kondisi sebenarnya.

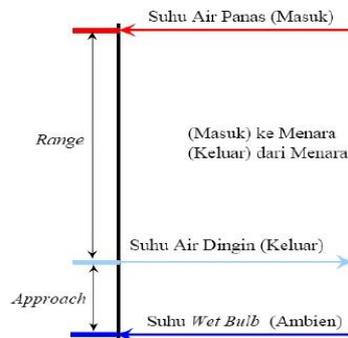
Ruang lingkup dari penulisan ini adalah:

- Melakukan perhitungan kehilangan air di *cooling tower* akibat penguapan dan percikan.

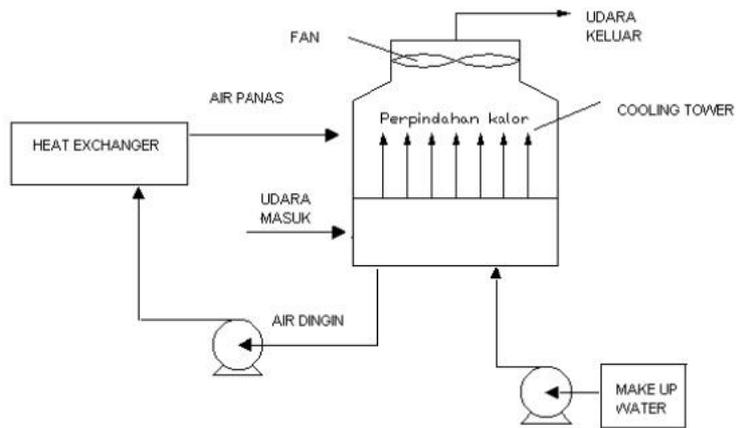
- Melakukan perhitungan waktu yang diperlukan untuk memenuhi kehilangan uap air untuk menentukan apakah pompa PA-04 masih mampu untuk mengatasi kehilangan air tersebut.

DASAR TEORI

Cooling Tower didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang fluida kerjanya adalah air dan udara. *Cooling Tower* berfungsi mendinginkan air dengan kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. Kemampuan *cooling tower* dalam menghasilkan air pendingin biasanya dinyatakan dalam *range* dan *approach* seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



Range adalah perbedaan suhu antara tingkat suhu air masuk *cooling tower* dengan tingkat suhu air yang keluar *cooling tower* atau selisih antara suhu air panas dan suhu air dingin. *Approach* adalah perbedaan antara suhu air keluar *cooling tower* dengan suhu bola basah udara yang masuk atau selisih antara suhu air dingin dan suhu bola basah (*wet bulb*) dari udara.



Prinsip kerja sistem pendingin sekunder dapat dilihat pada gambar diatas. Air dari kolam *cooling tower* dipompa menuju *heat exchanger* untuk mengambil panas dari sistem sekunder. Air dalam kondisi panas yang berasal dari *heat exchanger* dialirkan menuju *cooling tower*. Air panas tersebut akan berkontak langsung dengan udara sekitar yang bergerak karena pengaruh dari fan atau *blower* yang bergerak pada sisi bagian atas *cooling tower*, lalu air akan mengalir jatuh ke kolam *cooling tower*. Dari proses ini akan menghasilkan suhu yang rendah yaitu hampir mendekati suhu bola basah udara. Air yang sudah mengalami penurunan suhu ditampung ke kolam.

Cooling tower menggunakan prinsip penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke lingkungan. Dalam pengoperasian *cooling tower* dimungkinkan terjadi kehilangan air sehingga diperlukan penambahan air untuk menjaga kestabilan jumlah air yang bersirkulasi. Kehilangan air diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu *evaporation loss*(*We*), *drift loss*(*Wd*) dan *blowdown*(*Wb*). Sehingga pada *cooling tower* pengurangan air yang sangat signifikan, harus dikompensasi dengan pompa *make-up*. Pada sistem pendingin sekunder PRSG, untuk menambah air yang berkurang di *cooling tower*, maka telah disediakan pompa *make up water* PA-04.

$$We = 1,15 \% \times Wc \dots \dots \dots (1)^{[1]}$$

Keterangan :

We = *Evaporation loss* (m³/hr)

Wc = *Cooling tower water flow*(m³/hr)

Sedangkan pendekatan lain untuk perhitungan *evaporation loss* menurut *Cooling Tower Make up Water*^[2], banyaknya jumlah air yang hilang akibat penguapan atau *evaporation loss*(*We*) dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$We = 0,00085 Wc(T_2 - T_1).....(2)$$

Keterangan : *Wc* = Debit air saat pengukuran(m³/hr)

*T*₂ = Suhu air masuk *cooling tower*

*T*₁ = Suhu air keluar *cooling tower*

Drift loss(*Wd*) adalah kehilangan air yang disebabkan karena pengaruh gerakan fan yang berputar besarnya sekitar 0,1–0,2% jumlah air yang bersirkulasi.

Berdasarkan desain *cooling tower* yang dibuat oleh PT. Hamon besarnya *drift loss* ditentukan sebesar :

$$Wd = 0,1\% \times Wc.^{[1]}$$

Wc = Debit air saat pengukuran (m³/hr)

Parameter terakhir adalah *blow down* (*Wb*) yang merupakan kehilangan air akibat *blowdown*. *Blowdown* membuang sebagian air sirkulasi pekat karena proses penguapan untuk menurunkan konsentrasi padatan sistem. *Blowdown* diperlukan untuk membatasi pembentukan kerak air.

Besarnya nilai *Blowdown*(*Wb*) dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Wb = We / (S - 1)$$

Keterangan : *Wb* = *blowdown loss*

S = *Cycle of cooling tower* (*S*=2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data desain *cooling tower* untuk daya nominal 30 MW

No.	Parameter	Nilai
1	<i>Cooling tower water flow</i>	3908,64 m ³ /h
2	<i>Hot water temperature</i>	39,20 °C
3	<i>Cold water temperature</i>	32,00 °C
4	<i>Drybulb temperature – DB</i>	30,96 °C
5	<i>Wet bulb temperature – WB</i>	28,00 °C
6	<i>Range temperature</i>	7,20 °C
7	<i>Drift loss, % of circulating flow</i>	0,1 %
8	<i>Evaporation loss, % of circulating flow</i>	1,15 %

Kemampuan pompa make-up (PA-04 AP001) yaitu 60 m³/h

Pengamatan operasi pompa *make-up water* (PA-04 AP001) saat reaktor beroperasi sampai daya 30 MW pada tanggal 20 Desember 2018:

No.	Jam	Daya	PA-04 AP001	Level	Keterangan
1	09.24	25 MW	OFF	4,40 meter	Dalam waktu 2 jam 9 menit air berkurang dari level 4,40 ke 4,18 meter
2	11.33	30 MW	ON	4,18 meter	
3	12.45	30 MW	OFF	4,40 meter	Dalam waktu 1 jam 53 menit air berkurang dari level 4,40 ke 4,18 meter
4	14.38	30 MW	ON	4,18 meter	
5	15.47	30 MW	OFF	4,40 meter	

Commented [K6]: Satuan dimasukkan dalam table contoh Daya (MW) Level (meter)

Pengamatan operasi pompa *make-up water* (PA-04 AP001) saat reaktor beroperasi sampai daya 30 MW pada tanggal 19 Maret 2019:

No.	Jam	Daya	PA-04 AP001	Level	Keterangan
1	09.48	15 MW	ON	4,18 meter	Dalam waktu 2 jam 29 menit air berkurang dari level 4,40 ke 4,18 meter
2	11.03	20 MW	OFF	4,40 meter	
3	13.32	25 MW	ON	4,18 meter	Dalam waktu 1 jam 53 menit air berkurang dari level 4,40 ke 4,18 meter
4	14.53	25 MW	OFF	4,40 meter	
5	16.46	30 MW	ON	4,18 meter	

Commented [K7]: Saama seperti di atas

Kehilangan air di *cooling tower* dapat diakibatkan oleh: akibat terjadinya evaporasi, percikan maupun *blowdown*. Pada bagian ini akan dihitung kehilangan air tersebut berdasarkan desain *cooling tower*, berdasarkan teori dan kondisi yang sebenarnya.

1. Perhitungan kehilangan air berdasarkan desain yang diberikan oleh PT. Hamon:

a. Perhitungan kehilangan air akibat *evaporation loss*(We)

Dari data desain yang diberikan oleh PT. Hamon, besarnya kehilangan air akibat evaporasi ditentukan sebesar $We = 1,15 \% \times Wc$.

$$Wc = \text{Cooling tower water flow} = 3908,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$We = 1,15 \% \times Wc$$

$$= 1,15 \% \times 3908,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 44,9494 \text{ m}^3/\text{h}$$

b. Perhitungan kehilangan air akibat *drift loss*(Wd)

Drift loss(Wd) adalah kehilangan air yang diakibatkan karena fan yang berputar, biasanya harganya adalah: 0,1 – 0,2% dari jumlah air yang bersirkulasi. Berdasarkan data desain diambil $Wd = 0,1\%$

$$Wd = 0,1\% \times Wc$$

$$Wc = \text{Debit air saat pengukuran (m}^3/\text{hr)}$$

Keterangan : Debit air saat pengukuran diasumsikan sama dengan debit aliran dari *cooling tower* yaitu sebesar 3908,64 m³/h.

Sehingga :

$$Wd = 0,1\% \times 3908,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 3,9086 \text{ m}^3/\text{h}$$

c. Perhitungan kehilangan air akibat *blowdown*(Wb)

Blowdown yaitu membuang sebagian air yang mempunyai konsentrasi yang pekat karena proses penguapan. Dengan terjadinya *blowdown* maka konsentrasi air yang ada di sistem akan turun, hal ini sangat diperlukan untuk membatasi terjadinya pembentukan kerak air.

Besarnya nilai *Blowdown* (Wb) dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Wb = We / (S - 1)$$

Keterangan : We = *evaporation loss*

$$S = \text{Cycle of cooling tower (S=2)}$$

$$Wb = We / (S - 1)$$

$$= 44,9494 / (2 - 1) \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 44,9494 \text{ m}^3/\text{h}$$

d. Total kehilangan air berdasarkan desain

Berdasarkan *data desain* maka total kehilangan air di *cooling tower* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Make up water} &= We + Wd + Wb \\ &= 44,9494 \text{ m}^3/\text{h} + 3,9086 \text{ m}^3/\text{h} + 44,9494 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 93,8074 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

2. Perhitungan berdasarkan teori

a. Perhitungan kehilangan air akibat *evaporation loss*(We)

Banyaknya jumlah air yang hilang akibat penguapan atau *evaporation loss*(We) dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$We = 0,00085 Wc(T_2 - T_1)$$

Keterangan : Wc= Debit air saat pengukuran

T₂ = Suhu air masuk *cooling tower*

T₁ = Suhu air keluar *cooling tower*

Hasil pengukuran saat uji fungsi *cooling tower* yang baru pada tanggal 20 Desember 2018, reaktor beroperasi pada daya 30 MW diperoleh data sebagai berikut:

$$Wc = 4148 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_2 = 36,90^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 29,92^\circ\text{C}$$

Sehingga banyaknya kehilangan air akibat penguapan *evaporation loss*(We) adalah :

$$\begin{aligned} We &= 0,00085 Wc(T_2 - T_1) \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 0,00085 \times 4148 (36,9 - 29,92) \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 24,61 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

b. Perhitungan kehilangan air akibat *drift loss*(Wd)

$$Wd = 0,1\% \times Wc$$

Wc = Debit air saat pengukuran (m³/hr)

Keterangan : Debit air saat pengukuran diasumsikan sama dengan debit aliran dari *cooling tower* yaitu sebesar 3908,64 m³/h.

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_d &= 0,1\% \times 3908,64 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 3,9086 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Sehingga banyaknya jumlah kehilangan air yang diakibatkan oleh *drift loss*(W_d) sebesar 3,90864 m^3/h .

- c. Perhitungan kehilangan air akibat *blowdown* (W_b)

Perhitungan berdasarkan hasil pengukuran

$$\begin{aligned} W_b &= W_e / (S - 1) \\ &= 24,61 / (2 - 1) \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 24,61 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

- d. Berdasarkan perhitungan maka total kehilangan air di *cooling tower* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Make up water} &= W_e + W_d + W_b \\ &= 24,61 \text{ m}^3/\text{h} + 3,9086 \text{ m}^3/\text{h} + 24,61 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 53,1286 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

3. Perhitungan berdasarkan hasil pengamatan

Hasil pengamatan operasi pompa PA-04 yang dilakukan pada tanggal 20 Desember 2018 dan 19 Maret 2019, yaitu saat reaktor beroperasi pada daya 30 MW. Rata-rata dalam waktu 2 jam terjadi penurunan ketinggian air *cooling tower* dari level 4,40 meter ke 4,18 meter. Berdasarkan penurunan ketinggian air di *cooling tower* maka dapat dihitung volume air yang berkurang dalam waktu 2 jam. Penurunan ketinggian air (Δt) = 4,40 – 4,18 meter = 0,22 meter, lebar kolam (l) = 16,8 meter, dan panjang kolam (p) = 21,35 meter maka volume air yang berkurang adalah;

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= p \times l \times \Delta t \\ &= 21,35 \text{ m} \times 16,8 \text{ m} \times 0,22 \text{ m} \\ &= 78,9096 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga dalam waktu 2 jam maka besarnya keperluan *make up water* di *cooling tower* adalah:

$$\begin{aligned} \text{make up water} &= \text{volume} : \text{waktu} \\ &= 78,9096 \text{ m}^3 : 2 \text{ jam} \\ &= 39,4548 \text{ m}^3/\text{h}. \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan data desain *cooling tower* yang baru, hasil perhitungan kehilangan air, hasil pengamatan operasi pompa PA-04 dapat disimpulkan bahwa:

1. Kehilangan air di *cooling tower* pada kondisi reaktor beroperasi pada daya 30 MW masih lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan maupun hasil desain sehingga *cooling tower* masih cukup aman.
2. Dengan kapasitas pompa PA-04 sebesar 60 m³/h dan kehilangan air sebesar 39,4548 m³/h maka pompa tersebut masih mampu untuk memenuhi kebutuhan *make up* air dalam mengkompensasi kehilangan air di *cooling tower*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Manufacturer data record by PT Fulgurindo Teknik Utama, PT Hamon Indonesia; Project: Pekerjaan pengadaan sistem *cooling tower*, Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) tahun 2018.
2. <https://checalc.com/solved/ctmakeup.html>
3. PT Hamon Indonesia; Cooling tower performance test procedure.
4. https://www.researchgate.net/publication/317829430_Cooling_towers_Estimate_evaporati_on_loss_and_makeup_water_requirements.
5. Gerald Bowen Hill, E. J. Pring, Peter David Osborn, William Stanford: Cooling towers: principles and practice, Butterworth-Heinemann, 1990

Commented [K9]: Dibuat daftar pustaka sebanyak 15 buah yang ada kaitannya dengan cooling tower

Formatted: Left

Formatted: English (United States)