

Kajian Analisis Dan Kontruksi Menara Pendingin - Review

Teguh Irawan

Teknik Mesin, Universitas Riau, Indonesia

Kampus BinaWidya, km 12,5 Sp. Baru, Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

e-mail: teguh.irawan1786@grad.unri.ac.id

Diterima: 23.02.2022, Disetujui: 04.05.2022, Dipublikasikan: 07.05.2022

ABSTRAK

Menara pendingin adalah alat penghilang panas yang dapat dioperasikan untuk memindahkan panas buangan ke atmosfer. Umumnya Menara pendingin digunakan untuk mendinginkan air yang dialirkan pusat dan pendinginan gedung. Proses produksi di dunia industri menggunakan banyak mesin skala besar. Proses mesin-mesin tersebut menghasilkan panas sebagai proses dari kerja mesin, jadi memerlukan sistem pendinginan untuk proses kerjanya. Menara pendingin sangat penting bagi dunia industri. Salah satu fungsi menara pendingin sebagai pembuang panas disekitar lingkungan, sehingga mempunyai peranan yang sangat penting di dunia industri. Sebagai contoh untuk perusahaan dibidang kima salah satunya pengolahan asam sulfa, pabrik H₂O₂ dan sebagainya. Ada berbagai jenis menara pendingin beroperasi, contohnya *heat exchanger*, *chiller*, pompa dan kompresor. Performa Menara pendingin tergantung tergantung laju aliran massa fluida, suhu air panas dan suhu air dingin.

Kata kunci: *Sistim Thermal, Menara Pendingin, Simulasi Ansys*

ABSTRACT

A cooling tower is a heat remover device that can be operated to transfer exile heat to the atmosphere. Generally cooling towers are used to cool centrally flowed water and building cooling. The production process in the industrial world uses many large-scale machines. The process of these machines generate heat as a process of engine work, so it requires a cooling system for the working process. Cooling towers are very important for the industrial world. One of the functions of the cooling tower is as a heat exile around the environment, so it has a very important role in the industrial world. For example, for companies in the chemical sector, one of which is sulfa acid processing, H₂O₂ factories and so on. There are different types of cooling towers operating, for example heat exchangers, chillers, pumps and compressors. Cooling tower performance depends on mass flow rate of fluid, hot water temperature and cold water temperature.

Keywords: *Thermal System, Cooling Tower, Ansys Simulation*

I. Pendahuluan

Pada abad ke -19 pengembangan mesin uap merupakan langkah pertama dalam mengembangkan menara pendingin, ketika kondensor digunakan dalam sistem pembangkit listrik. Kondensor digunakan untuk mengembunkan uap yang keluar dari turbin atau silinder., Seorang insinyur Amerika mengusulkan desain khusus sebagai cangkang persegi panjang atau lingkaran yang mirip dengan tumpukan cerobong asap yang diperpendek secara vertikal, tetapi sangat diperbesar secara lateral. Menara pendingin hiperboloid pertama kali dipatenkan oleh seorang insinyur Belanda Afshari and Dehghanpour 2019).

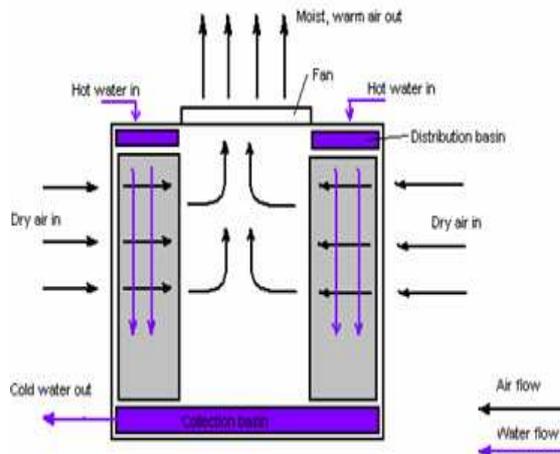
Energi panas bumi telah terbukti andal, bersih, dan aman untuk menyediakan daya beban dasar. Selain sumber panas bumi

konvensional yang relatif dangkal yang mudah dieksploitasi tetapi terbatas pada wilayah tertentu di dunia, Indonesia yang mempunyai iklim tropis mempunyai sumber daya yang bisa dimanfaatkan dan ada energi panas bumi lain yang terkait dengan batuan kering panas (HDR) pada kedalaman hingga 4–6 km. Energi panas bumi HDR berlimpah, andal, ramah lingkungan, dan berkelanjutan (Zou, Guan et al. 2013).

Panas dalam jumlah besar ini harus dihilangkan secara permanen untuk mempertahankan parameter operasi standar. Prinsip operasi mereka didasarkan pada perpindahan panas dan massa menggunakan kontak langsung antara udara ambien dan air panas. Sebuah menara pendingin membutuhkan pendistribusian atau penyempotan air di atas

permukaan perpindahan panas yang melintasi atau melalui aliran udara yang lewat. Akibatnya, tetesan air bergabung dalam aliran udara dan, tergantung pada kecepatan udara, akan dibawa keluar dari unit. Ini dikenal sebagai drift dan tidak tergantung pada air yang hilang karena penguapan (Lucas, Martínez et al. 2009). Terdapat dua fluida di dalam *cooling tower*, yaitu udara dan air, udara dan air tersebut digabungkan secara langsung sehingga terjadi proses perpindahan dari air ke udara ini. (<https://rnc-indonesia.com/yang-harus-anda-ketahui-tentang-cooling-tower/>).

Menara bekerja dengan cara menghubungkan air dengan cara udara dan melalui penguapan sebagian air tersebut. (Melkias 2020). Menurut (M.M. El-Wakil and Edition).



Gambar 1 Menara pendingin basah (<https://www.slideshare.net/korneliapakiding/wet-cooling-tower>)

Menara pending untuk alat penukar kalor yang fluida sebagai kerjanya air dan udara yang berfungsi mendinginkan air dengan kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. Menurut (Singham 1983) menara pendingin tiga jenis bagian, yaitu

1. Tipe menara pendingin basah

Menara pendingin basah memiliki sistem penyalur air panas yang disemprotkan secara merata ke kisi-kisi, lubang-lubang pada sisi lubang lubang horizontal menara yang disebut isian. Udara masuk dari luar menara melalui kisi-kisi yang berbentuk celah-celah horizontal yang terpancang pada sisi menara, celah ini

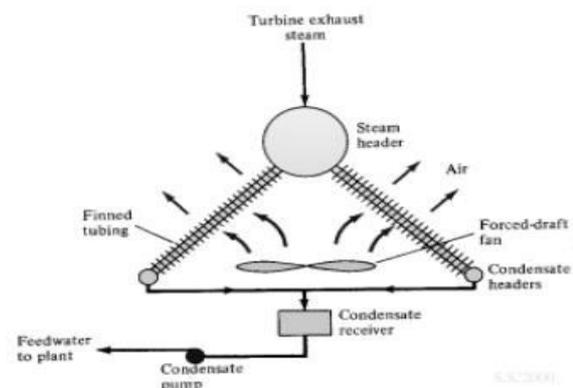
biasanya mengarah miring ke bawah supaya air tidak keluar.

2. Menara pendingin kering

Menara pendingin kering adalah radiator seperti kebanyakan truk caror menggunakan satu. Air panas dipompa melalui susunan pipapipa dengan pelat logam yang terpasang kemudian memancarkan panas ke udara yang mengalir di menara pendingin. Mekanik Draft hanya menunjukkan bahwa konveksi di menara tidak alami tetapi juga diinduksi oleh kipas angin. Dari pergerakan udara dan air menjadi alasan untuk klasifikasi lain yang membaginya menjadi menara *cross flow* dan *counter flow*. Dan jika mempertimbangkan mekanisme pendinginan di menara, mereka dapat dibagi menjadi menara pendingin basah, basah-kering, dan kering.

3. Menara pendingin kering

Menara pendingin kering adalah radiator seperti kebanyakan truk caror menggunakan satu. Air panas dipompa melalui susunan pipapipa dengan pelat logam yang terpasang kemudian memancarkan panas ke udara yang mengalir di menara pendingin. Mekanik Draft hanya menunjukkan bahwa konveksi di menara tidak alami tetapi juga diinduksi oleh kipas angin. Dari pergerakan udara dan air menjadi alasan untuk klasifikasi lain yang membaginya menjadi menara *cross flow* dan *counter flow*. Dan jika mempertimbangkan mekanisme pendinginan di menara, mereka dapat dibagi menjadi menara pendingin basah, basah-kering, dan kering.

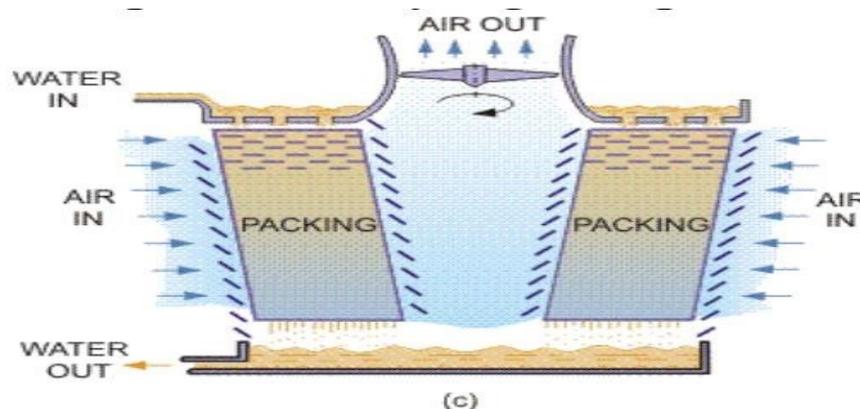


Gambar 2. Menara pendingin kering (https://www.academia.edu/13174836/makalah_cooling_tower)

4. Menara pendingin basah-kering

Menara pendingin baru yang diusulkan sebagai metode campuran ini dapat mengurangi konsumsi air hingga sekitar 20% dari menara pendingin tipe basah konvensional (yang

merupakan masalah yang tidak diinginkan pada sistem pendingin pembangkit listrik). Gambar 3 menunjukkan struktur menara pendingin Basah/kering (Chou 1973).



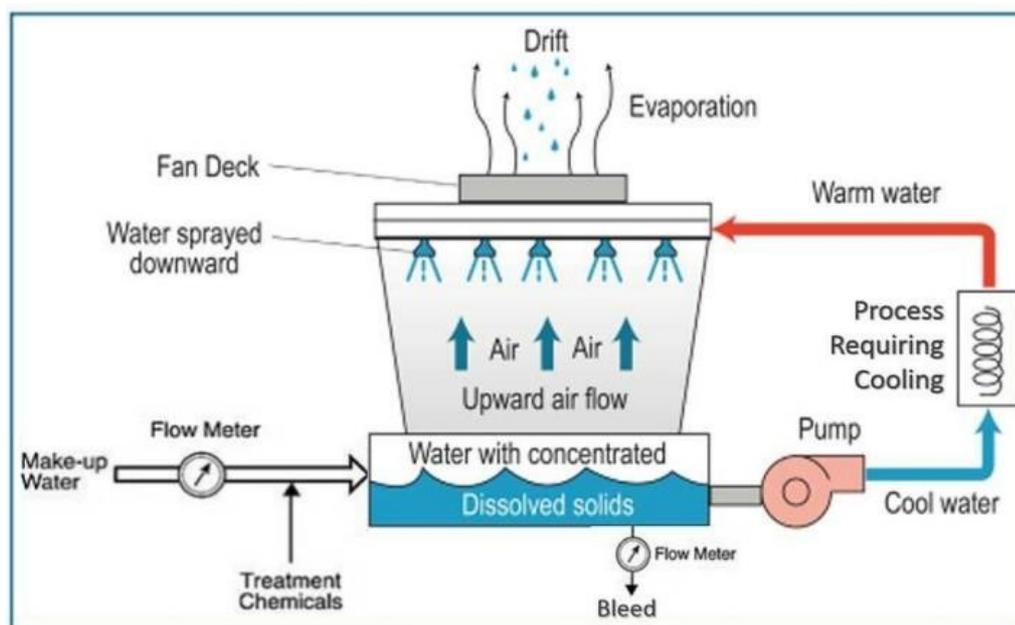
Gambar 3. Menara pendingin basah-kering (*wet-dry cooling tower*)
(Melkias 2020)

II. Metode

A. Cara Kerja Menara Pendingin

Kerja dari Menara pendingin yaitu fluida panas yang keluar dari kondensator atau *heat exchanger* lalu pompa menuju puncak menara untuk disemprotkan dengan *nozzle*, fluida panas yang disemprotkan akan jatuh mengalir mengenai bahan pengis yang digunakan untuk pemecah aliran. Didalam menara fluida air panas

mengalami kontak langsung dengan udara yang bergerak secara paksa disebabkan oleh pengaruh dari fan, ini yang disebut sebagai perubahan paksa. Menurut (Towers 2016) Cooling tower adalah sebuah alat pelepas kalor yang membuang panas ke atmosfer dengan mendinginkan aliran air sehingga mencapai temperatur yang lebih rendah.



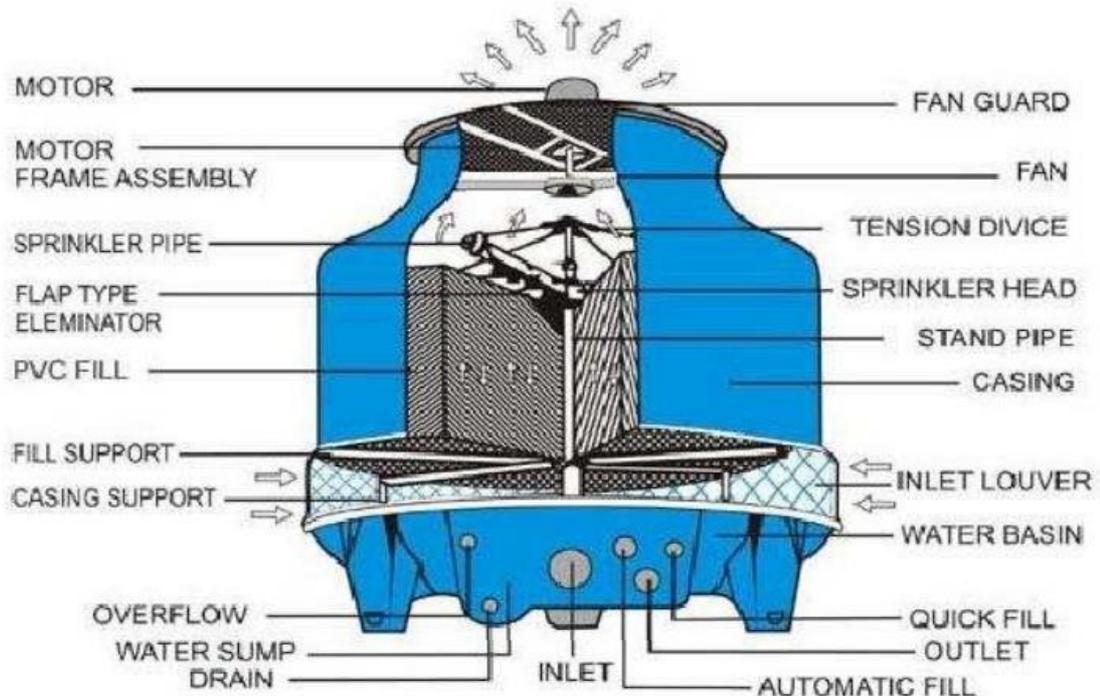
Gambar 4. Diagram skematika *cooling tower*
(Sastrawan and Subagyo 2020)

Pada menara pendingin juga dipasang katup make up water yang dihubungkan ke sumber air terdekat untuk menambah kapasitas air jika terjadi kekurangan air ketika proses evaporative. Memompa fluida panas dari kondensor menuju menara. Menara pendingin melalui sistem pemipaan yang ujungnya memiliki banyak *nozzle* untuk tahap semburan (*spraying*). Fluida panas yang keluar dari *nozzle* (*spray*) secara langsung melakukan kontak dengan udara sekitar yang aktif bergerak secara paksa karena pengaruh *fan* dan tertahan sebentar karena air di hambat oleh *drift* eliminator yang terpasang pada Menara pendingin air yang sudah mengalami penurunan

temperatur ditampung dalam suatu kolam lalu dipompa kembali menuju kondensor yang berada di dalam pendingin (*chiller*). Prestasi menara pendingin biasanya dinyatakan dalam “*Range*” dan “*Approach*”, dimana *range* adalah penurunan suhu air yang melewati Menara. Pendingin dan *Approach* adalah selisih antara suhu wet bulb dan suhu air keluar (Listyadi and Sutjahjono 2014).

B. Bagian Bagian Menara Pendingin

Berbagai peneliti telah melakukan penelitian dan investigasi terhadap berbagai karakteristik menara pendingin yang berdampak pada efektifitas dan fungsi menara pendingin.



Gambar 5. Kontruksi menara pendingin (Putra 2015)

Bagian kotruksi menara pendingin adalah:

1. Kipas

kipas tidak berfungsi maka kerja menara pendingin tidak akan bekerja secara maksimal. Kipas digerakkan oleh motor listrik yang dikopel langsung dengan bantuan poros kipas. Kipas bagian salah satu terpenting dari sebuah menara pendingin karena mempunyai berfungsi untuk menarik udara dingin dan mensirkulasikan udara tersebut di dalam menara untuk mendinginkan air.

2. Rangka pendukung menara

Rangka pendukung menara digunakan untuk menahan menara pendingin agar dapat berdiri kuat dan tegak. *Tower supporter* terbuat dari baja.

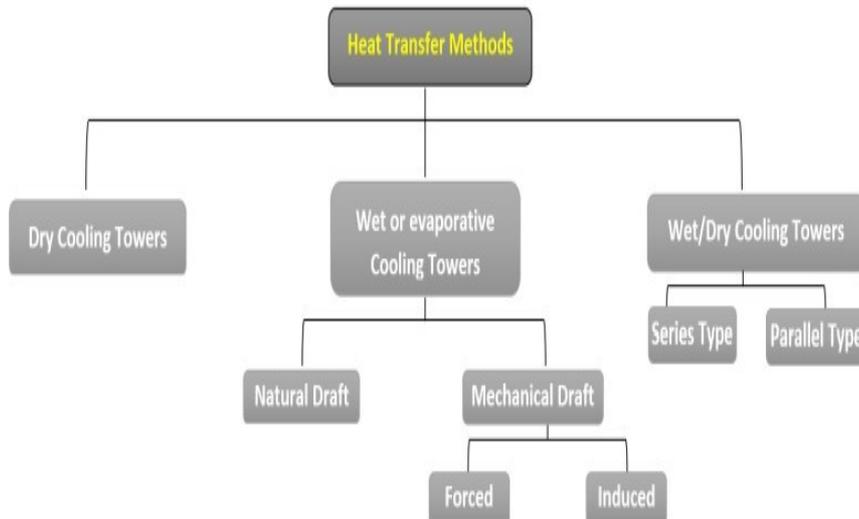
3. Rumah menara pendingin

Menara pendingin memiliki syarat untuk kualitas yang baik terhadap segala cuaca dan gempa umur pakai dalam waktu yang lama.

Pipa *Sprinkler*

Pipa *sprinkler* pipa yang mempunyai fungsi untuk mensirkulasikan aliran air secara merata dan tepat pada bagian menara pendingin.

C. Transfer Panas



Gambar 6. Metode perpindahan panas (Afshari and Dehghanpour 2019)

III. Hasil dan Pembahasan

A. Permodelan Komputasi

Komputasi untuk melakukan Analisa yang sangat rumit yaitu dengan menggunakan Computational Fluid Dynamic (CFD) (Sukamta 2019). Semesta Teknik, Vol. 21, No. 2, 206-215, November 2018 208 dipecahkan dengan perhitungan manual dan dapat memberikan kekuatan untuk mensimulasikan aliran fluida, perpindahan massa, benda-benda bergerak, aliran multifasa, reaksi kimia, dan sistem akustik hanya dengan pemodelan di computer. yang digunakan sesuai dengan keadaan di lapangan. CFD akan memberikan data-data, dan gambar-gambar, atau kurva-kurva yang menunjukkan prediksi dari performansi keandalan sistem tersebut. Dengan kelebihan tersebut CFD sering digunakan untuk melakukan analisa terhadap suatu pola sebuah sistem.

B. Metodologi

Menara pendingin yang tidak dipilih dengan benar akan menyebabkan hilangnya produksi, peningkatan konsumsi energi. Menara pendingin yang dirancang dengan benar yang membutuhkan perawatan minimum.

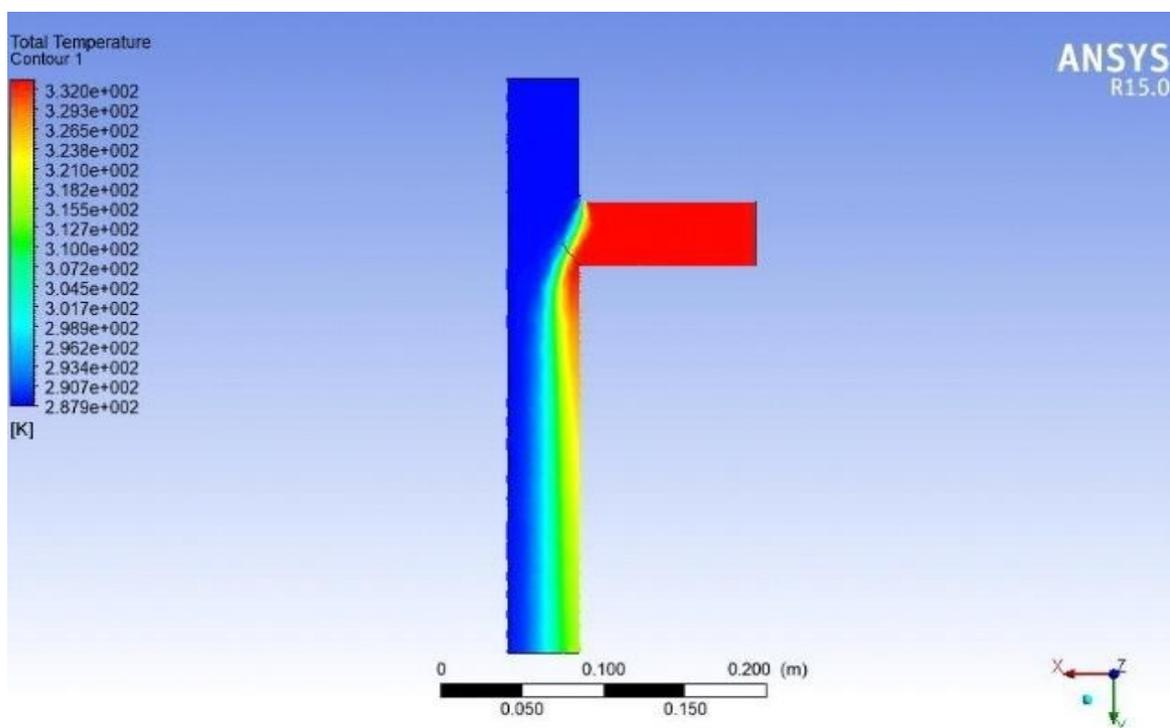
Untuk memilih menara pendingin yang tepat banyak pilihan dan keputusan yang diperlukan. Ukuran dan kinerja menara pendingin yang dibutuhkan tergantung pada Laju aliran massa air. Kisaran pendinginan. Suhu bola basah. Jenis menara penggunaan bahan untuk konstruksi. Penolakan panas total. Kualitas air. Laju aliran udara. Suhu bola basah. Isi media. Ada 2 jenis menara pendingin yaitu : (1) Alami, Salah satu contoh Dalam menara pendingin draft alami, airdidinginkan di kedua aliran film ke bawah lembaran pak dan aliran jatuh tetesan berbagai ukuran Ada interferensi antara proses perpindahan panas dan massa di zona semprot dan di lembaran kemasan. Karena udara dipanaskan dan jenuh oleh air saat naik melalui zona aliran film, efektivitas pendinginan evaporatif tetesan air di zona semprotan menurun Di sisi lain, pemanasan tambahan udara oleh panas yang ditransfer dari tetesan di zona semprotan meningkatkan kecepatan aliran udara konvektif di menara pendingin dan, sebagai akibatnya, meningkatkan intensitas pendinginan evaporatif dalam aliran film.

Kontribusi perpindahan panas dan massa di zona hujan menara pendingin juga dapat dimasukkan ke dalam model matematika dalam pendekatan yang sama tetapi dengan radius lain. Pengamatan menunjukkan bahwa tetesan dan pancaran di zona hujan menara pendingin terbentuk pada pelepasan air dari lembaran kemasan. Sebagai aturan, jari-jari tetesan cukup besar, dan sebagian besar air jatuh fajar dalam bentuk semburan. Saat ini terjadi, radius rata-rata tetesan di zona hujan dapat beberapa kali melebihi radius tetesan di zona semprotan. Oleh karena itu, berikut ini kita akan mengabaikan pendinginan evaporatif air di daerah hujan. (Fisenko, Petrushik et al. 2002). Kipas (*fan*) yang bergerak secara mekanik untuk angin masuk.

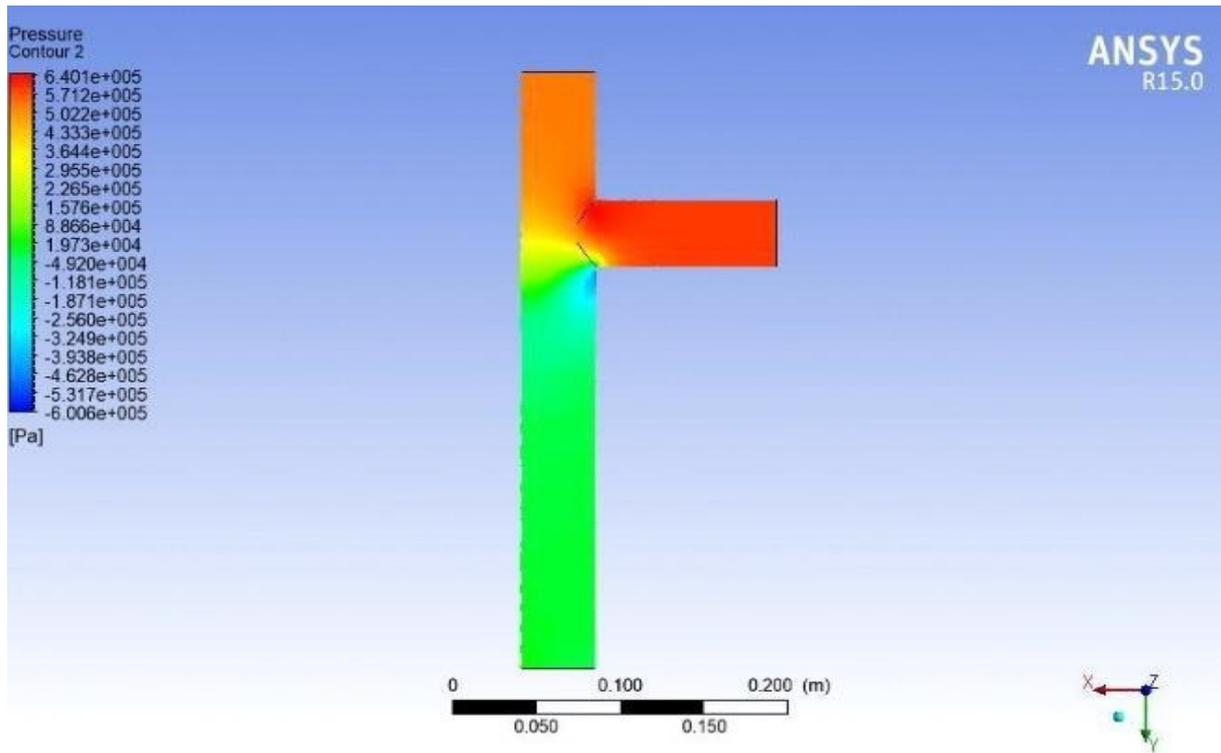
Efisiensi menara pendingin dapat ditingkatkan dengan mengikuti langkah berikut : (1) Periksa pompa air pendingin secara teratur, (2) Optimalkan sudut bilah kipas menara pendingin pada musim atau dasar beban, (3) Ganti splash bar dengan seluler PVC yang dapat padam sendiri sirip film, (4) Pasang nosel yang

menyemprot dengan keausan yang lebih seragam pola. (5) Perbaiki jarak bebas bilah kipas yang berlebihan atau tidak rata dan keseimbangan kipas yang buruk, (6) Pertimbangkan langkah perbaikan COC untuk penghematan air, (7) Bersihkan nozzle distribusi menara pendingin yang terpasang secara teratur, (8) Bersihkan nozel distribusi menara pendingin yang terpasang secara teratur, (9) Seimbangkan aliran ke bak air panas menara pendingin, (10) Membatasi aliran melalui beban besar ke nilai desain, (11) Tutup baskom air panas untuk meminimalkan pertumbuhan alga yang berkontribusi terhadap fouling. Gambar 8: Analisis Tekanan air di menara, (12) Optimalkan laju aliran blowdown dengan mempertimbangkan memperhitungkan siklus batas konsentrasi, (13) Pertimbangkan bilah plastik yang diperkuat serat hemat energi energy adopsi untuk penghematan energi kiKontrol kipas menara pendingin berdasarkan air keluar suhu terutama dalam satuan kecil, 15) Di menara pendingin aliran balik lama, ganti semprotan lama jenis nozzle dengan nozzle semprotan baru yang tidak menyumbang

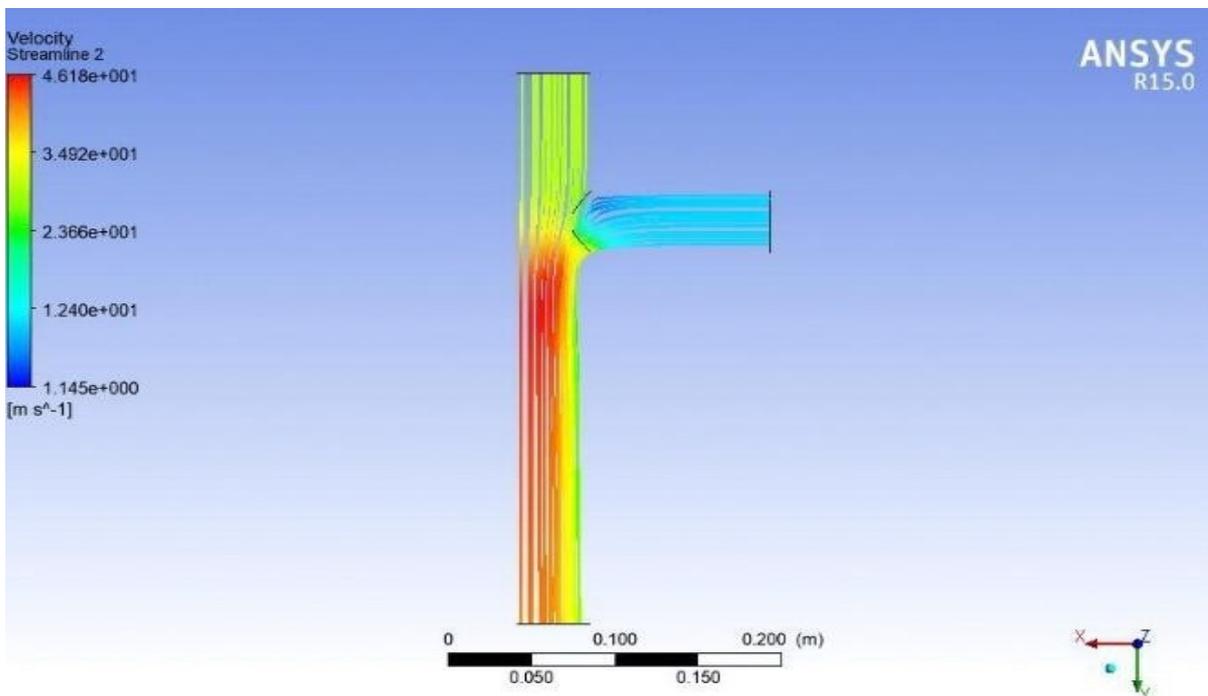
C. Analisis Menara



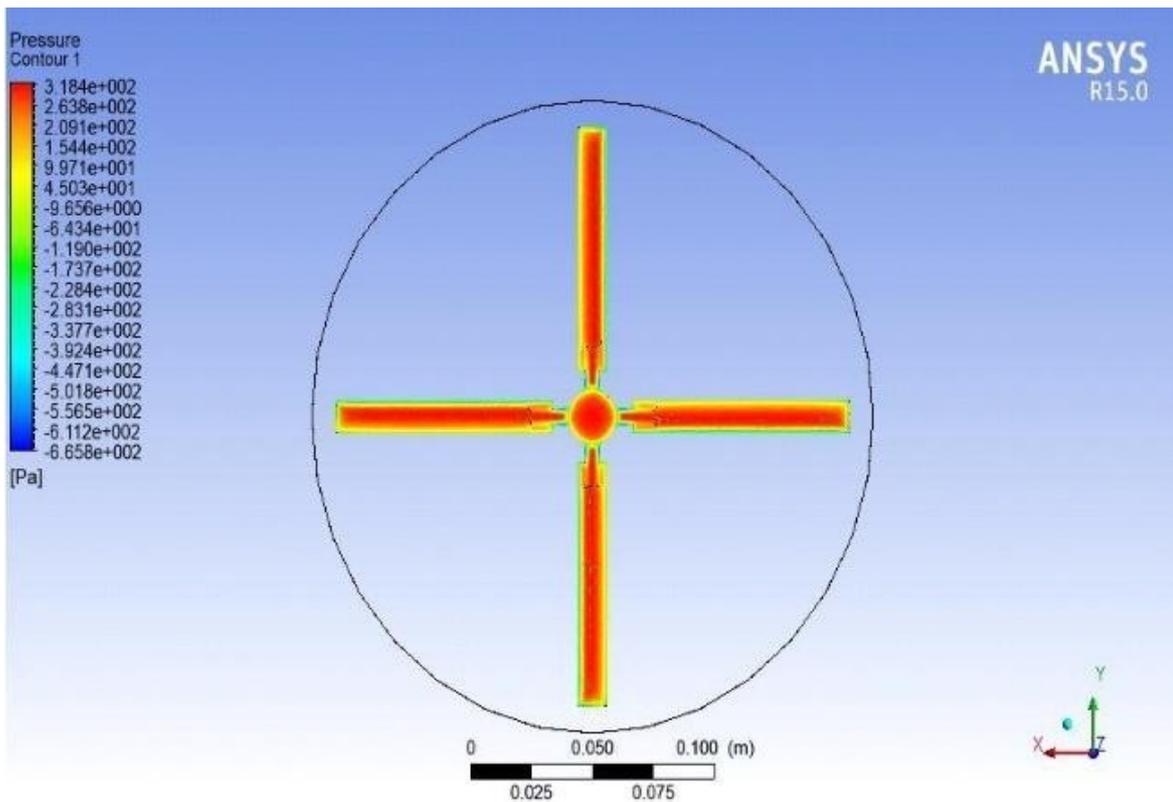
Gambar 7. Analisis suhu air di menara (Patil, Patil et al. 2018)



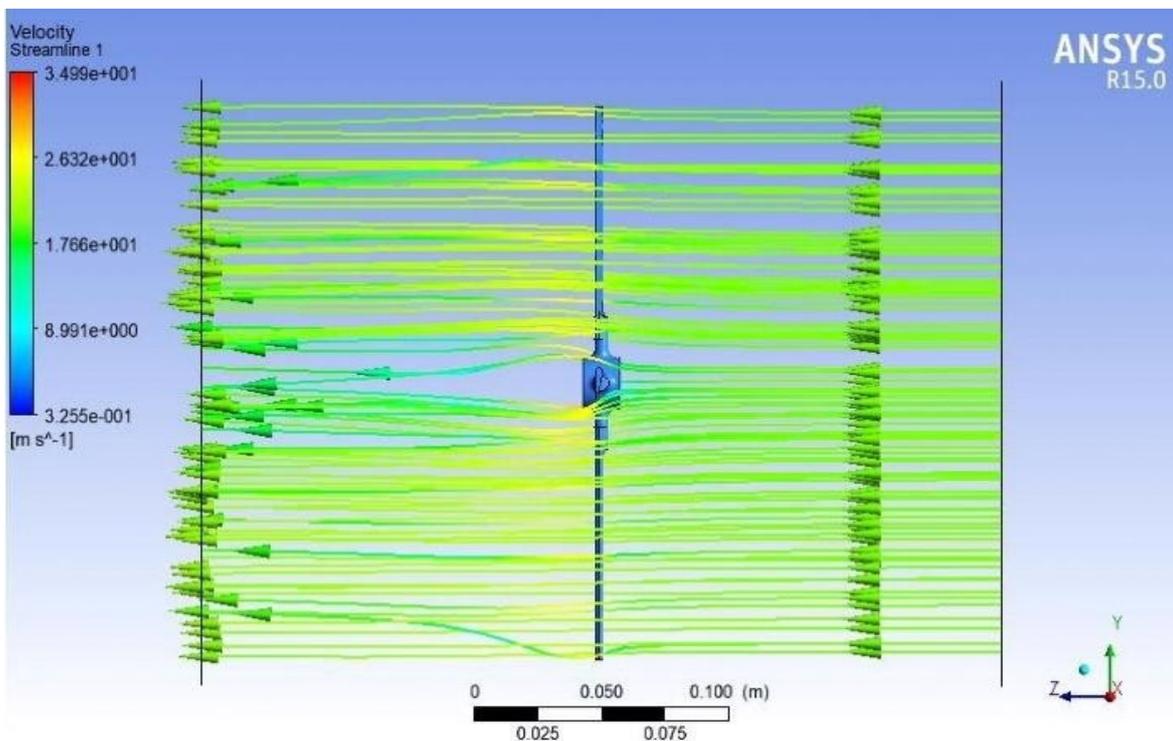
Gambar 8. Analisis tekanan air dimenara (Patil, Patil et al. 2018)



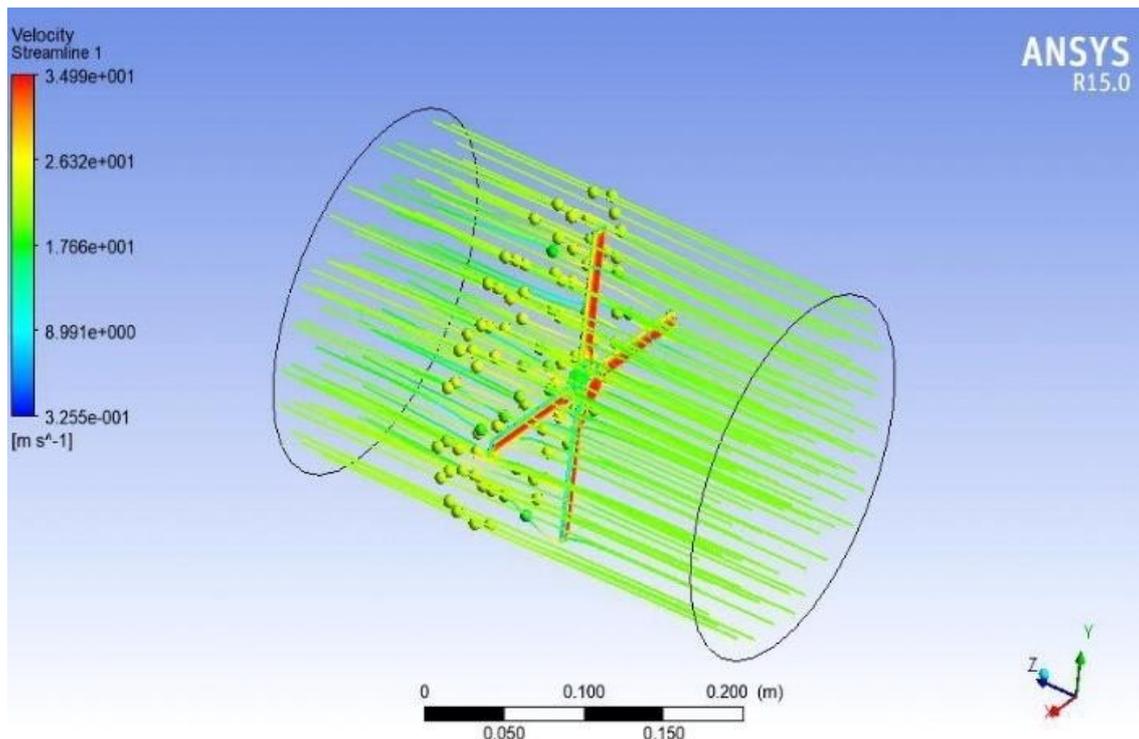
Gambar 9. Analisis Kecepatan air dimenara (Patil, Patil et al. 2018)



Gambar 10. Tekanan di kipa (Patil, Patil et al. 2018)



Gambar 11. Analisis kecepatan udara di kipa (Patil, Patil et al. 2018)



Gambar 12. Analisis kecepatan udara di kipas
(Patil, Patil et al. 2018)

IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat pada simulasi ansys Review Analisis Dan Kontruksi Menara Pendingin adalah :

1. Pada analisis pada suhu air dimenara ada dua aliran suhu air dingin menara pada temperatur aliran satu 287 K dan terdapat juga suhu air aliran dua 332 K sehingga terjadi percampuran air menjadi 299 – 323 K
2. Pada analisis pada tekanan air dimenara ada dua tekanan aliran air menara pada temperatur aliran satu 5.00 Pa dan terdapat juga tekanan air aliran dua 6.40 Pa sehingga terjadi benturan antara dua tekanan air menjadi 8.86 Pa
3. Pada analisis pada kecepatan air dimenara ada dua tekanan aliran air menara pada kecepatan aliran satu 3.82 m/s dan terdapat juga tekanan air aliran dua 1.14 m/s sehingga terjadi benturan antara dua kecepatan air menjadi 3.82 – 4.61 m/s

4. Pada kipas pada terjadinya penurunan tekanan pada tepi sudu sudu kipas 9.97 Pa
5. Hasil dari simulasi aliran, kecepatan aliran dikipas bervariasi dikarenakan adanya benturan dari sudu sudu kipas dengan kecepatan rata-rata 176 m/s

Daftar Pustaka

- Afshari, F. and H. Dehghanpour (2019). "A Review Study On Cooling Towers; Types, Performance and Application." *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi: 1-10*.
- Chou, M. S. (1973). *A comparison of wet type and dry type cooling towers by energy availability methods*, Georgia Institute of Technology.
- Fisenko, S., et al. (2002). "Evaporative cooling of water in a natural draft cooling tower." *International Journal of heat and mass transfer* 45(23): 4683-4694.

Hensley, J. C. (1985). *Cooling tower fundamentals*, Marley Cooling Tower Company.

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22673/4/Chapter%20II.pdf>.

<https://dokumen.tips/documents/jenis-menara-pendingin.html>.

<https://rmc-indonesia.com/yang-harus-anda-ketahui-tentang-cooling-tower/>.

https://www.academia.edu/13174836/makalah_cooling_tower.

<https://www.slideshare.net/korneliapakiding/wet-cooling-tower>.

Listyadi, S. and H. Sutjahjono (2014). "*Analisis Beban Kalor Cooling tower Induced Draft Counterflow Dengan Bahan Pengisi Bambu Wulung.*"

Lucas, M., et al. (2009). "Experimental study on the thermal performance of a mechanical cooling tower with different drift eliminators." *Energy Conversion and Management* **50**(3): 490-497.

M.M. El-Wakil, P. p. T., 2nd Edition and M.-H. Edition.

Melkias, A. (2020). "Analisa Performa Pada Cooling Tower Jenis Mechanical Draft Crossflow." *JURNAL TEKNIK ENERGI* **10**(1): 24-28.

Patil, M. M., et al. (2018). "*Design and analysis of cooling tower.*" *Int. Res. J. Eng. Technol.* **5**: 2240-2245.

Putra, R. S. (2015). *Analisa perhitungan beban cooling tower pada fluida di mesin injeksi plastik*, Universitas Mercu Buana.

Singham, J. (1983). "*Cooling towers.*" *Heat exchanger design handbook*: 3.12.

Sukamta, S. (2019). "Computational fluid dynamics (CFD) and experimental study of two-phase flow patterns gas-liquid with low viscosity in a horizontal capillary pipe." *CFD Letters* **11**(8): 16-23.

Towers, J. C. (2016). "*Cooling technology institute.*"

Triyansah, O. and Y. Witanto (2020). "EFEKTIVITAS COOLING TOWER FAN 6P- 4051-GB. DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA SEKTOR STG-BB, PALEMBANG, SUMATERA SELATAN." *Rekayasa Mekanika: Mechanical Engineering Scientific Journal, Pure and Inter Disciplinary* **4**(1): 9-12.

Zou, Z., et al. (2013). "Optimization design of solar enhanced natural draft dry cooling tower." *Energy Conversion and Management* **76**: 945-955.