

PENGARUH PENGUAPAN AIR TERHADAP SUHU DAN KELEMBABAN UDARA DI SUATU RUANGAN

EFFECT OF WATER EVAPORATION ON TEMPERATURE AND AIR MOISTURE IN A ROOM

Anwar Hidayat As – Syarif¹, Drs. Suwandi, M. Si², Dra. Endang Rosdiana, M. Si³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹anwarhidayatassyarif@student.telkomuniversity.ac.id, ²suwandi.sains@gmail.com,

³endang.rosdiana@gmail.com

Abstrak

Air dapat mempengaruhi kondisi termal di daerah sekitarnya. Hal tersebut terjadi karena air mengalami penguapan akibat menerima energi panas dari suatu sumber energi. Pada penelitian ini, bertujuan untuk menerapkan pendinginan evaporatif didalam sebuah ruangan. Dengan rentang penelitian dilakukan pada siang hari. Penelitian dilakukan dengan mengisikan air ke tiga bak berukuran berbeda, dengan meletakkan sensor pengukur suhu dan kelembaban udara di sebelum dan setelah bak. Selama penelitian berlangsung, Dengan memberikan angin sebesar 2.26 m/s dan 4.52 m/s. Sedangkan sumber panas pengganti matahari adalah enam lampu berdaya 60 Watt. Ketika diberikan angin tanpa lampu, pada sensor yang diletakkan setelah bak terukur penurunan suhu hingga 0.1020 °C. Semakin cepat angin yang diberikan, semakin besar penurunan suhu yang terukur pada sensor yang diletakkan setelah bak. Dimana kondisi udara yang terukur adalah lebih lembab. Ketika diberikan lampu dan angin, terjadi peningkatan suhu udara di setiap sensor yang diletakkan pada setelah bak. Sedangkan, kelembaban udara yang terukur adalah semakin kering. Pada skenario ini, semakin cepat angin yang diberikan semakin kecil perbedaan suhu dan kelembaban udara antara sensor yang diletakkan sebelum dan sesudah bak.

Kata kunci : Pendinginan evaporatif, Air, Angin, Temperatur, Kecepatan Angin

Abstract

Water can affect the thermal conditions in the surrounding area. This occurs, because the water evaporates due to receiving heat energy from an energy source. In this study, we want to apply evaporative cooling in a room. With a span of research carried out during the day. The research was carried out by filling water into three different sized tubs, by placing temperature and humidity sensors before and after the tub. During the study, we gave winds of 2.26 m/s and 4.52 m/s. While the sun will be replaced by six 60 Watt bulbs. When wind blows; without 60 watt bulbs, the sensor that placed after the tub was measuring temperature reduction, up to 0.1020 °C. The faster the wind blows, the greater the temperature drop measured on the sensor placed after the tub. Where the measured air conditions are more humid. When the 60 watt bulbs were on and the wind was blown, the air temperature increased in each sensor which is placed on after the tub. Meanwhile, the measured air humidity is getting drier. In this scenario, the faster the wind blows, the smaller the difference in temperature and humidity between sensors placed before and after the tub.

Keywords: Evaporative cooling, Water, Wind, Temperature, Wind Speed

1. Pendahuluan

Air dapat mempengaruhi temperatur udara di daerah sekitarnya. Hal ini dapat ditinjau dari perbedaan temperatur udara antara daerah yang dekat dan dengan yang jauh dari sumber air. Karena air bersifat transparan, memiliki kapasitas termal dan volume yang besar, mempermudah energi panas dari radiasi matahari untuk bertransmisi dan menyebar ke seluruh volume air. Sehingga memudahkan air mengalami penguapan. Semakin banyak penguapan, maka semakin mempermudah temperatur udara di sekitarnya untuk menurun [1].

Studi tentang efek pendinginan air terhadap lingkungan sekitar telah dilakukan di berbagai tempat. Yang pertama, dari data yang didapat oleh Katayama, saat angin laut bertiup ditemukan perbedaan temperatur antara yang di atas sungai dan di jalan terdekat [2]. Berikutnya, di Inggris, *United Kingdom*, pengukuran juga telah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh

sungai dalam mendinginkan temperatur udara pada perumahan disekitarnya. Dimana ditemukan pendinginan hingga 1 °C pada siang hari [3]. Begitu pula di *Singapore*, air dapat menurunkan temperatur udara hingga 1.8 °C pada waktu yang sama [4]. Selanjutnya, Nedyomukti Imam Syafii juga melakukan penelitian tentang pendinginan evaporatif ini. Dimana beliau melakukan penelitian dengan menggunakan kolam air yang ada di luar ruangan. Penelitian menggunakan tujuh buah sensor pengukur temperatur. Satu sensor diletakkan pada sebelum kolam, satu sensor berada diatas kolam dan lima sensor diletakkan pada setelah bak. Dari penelitian tersebut terjadi penurunan temperatur hingga 2.6 °C di siang hari [1].

Melihat hasil – hasil penelitian tersebut, kami ingin mencoba menerapkan pendinginan evaporatif di dalam sebuah ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pendinginan evaporatif di suatu ruangan dengan memberikan beberapa variabel yang mungkin dapat mempengaruhi efek pendinginan ini. Dimana Percobaan akan dilakukan seperti penelitian dari Nedyomukti Imam Syafii sebagai referensi. Pada penelitian ini, menggunakan tiga bak berukuran berbeda, empat sensor pengukur temperatur dan kelembaban udara, kipas angin, dan lampu sebagai pengganti matahari. Dimana satu sensor diletakkan sebelum bak dan tiga sensor lainnya diletakkan setelah bak.

2. Alat dan Bahan

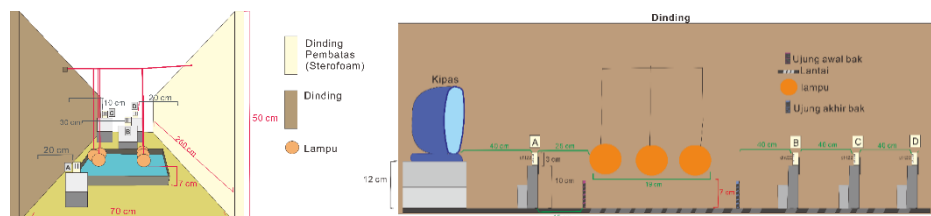
Alat yang akan digunakan selama penelitian ini adalah enam buah lampu 60 Watt, empat sensor pengukur temperatur dan kelembaban udara, anemometer sebagai sensor pengukur kecepatan angin, satu sensor pengukur *lux* matahari, dan bak sebagai wadah air. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Nama Alat dan Bahan	Keterangan
Sensor DHT22	Pengukur temperatur (°C) dan kelembaban udara (%RH)
Sensor BH1750	Pengukur intensitas cahaya atau <i>lux</i> (lx)
Anemometer	Pengukur kecepatan angin (m/s)
Bak	Wadah air; Ukuran bak (l x p x t): bak 1: 22 cm x 32 cm x 4.8 cm; bak 2: 30 cm x 40 cm x 7 cm; bak 3: 40 cm x 63.1 cm x 7 cm
Lampu (60W)	Sumber panas pengganti matahari (lx)
Datalogger/Arduino	Menyimpan data hasil pengukuran dan pengkonfigurasi <i>lux</i> lampu

3. Tata Cara Penelitian

Penelitian akan dilakukan dengan 4 skenario, yaitu skenario tanpa lampu dan angin; skenario dengan angin-tanpa lampu; skenario dengan lampu-tanpa angin; dan skenario dengan angin dan lampu. Saat melaksanakan penelitian, satu sensor DHT22 diletakkan sebelum bak dan tiga sensor diletakkan sesudah bak. Detail penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



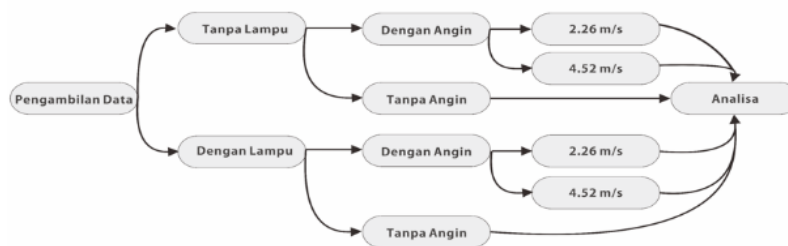
Gambar 1. Posisi Peletakan Alat Penelitian

Pada sisi kanan dan kiri bak akan dipasang dinding penghalang, yang bertujuan mengarahkan arah angin yang datang. Penelitian dilakukan selama 11 jam, dimulai dari jam 06:00 – 17:00 WIB. Kecepatan angin yang digunakan adalah 2.26 m/s dan 4.52 m/s. Selama penelitian ini, sumber panas

yang digunakan adalah enam lampu 60 Watt. Detail pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 :

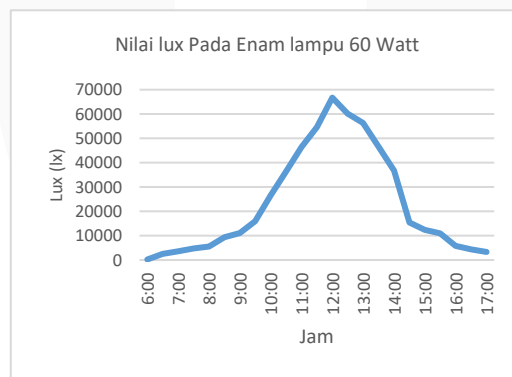
Tabel 2. Skenario yang digunakan dalam penelitian

Ukuran bak (p x l x t)	Tinggi air (cm)	Volume air (cm ³)	Luas permukaan air (cm ²)
Bak 1 (22 x 32 x 4.8 cm)	2	1408	704
	4	2816	
Bak 2 (30 x 40 x 7 cm)	2	2400	1200
	4	4800	
	6	7200	
Bak 3 (40 x 63.1 x 7cm)	2	5048	2524
	4	10096	
	6	15144	



Gambar 2. Alur Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, data nilai *lux* dari matahari dibutuhkan yang nantinya akan diintegrasikan ke Arduino. Sedangkan nilai *lux* yang terukur nantinya akan diaplikasikan ke enam lampu 60 Watt. Nilai *lux* terbesar adalah 66726 lx. Sedangkan yang terkecil adalah 206 lx. Detail nilai *lux* yang digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

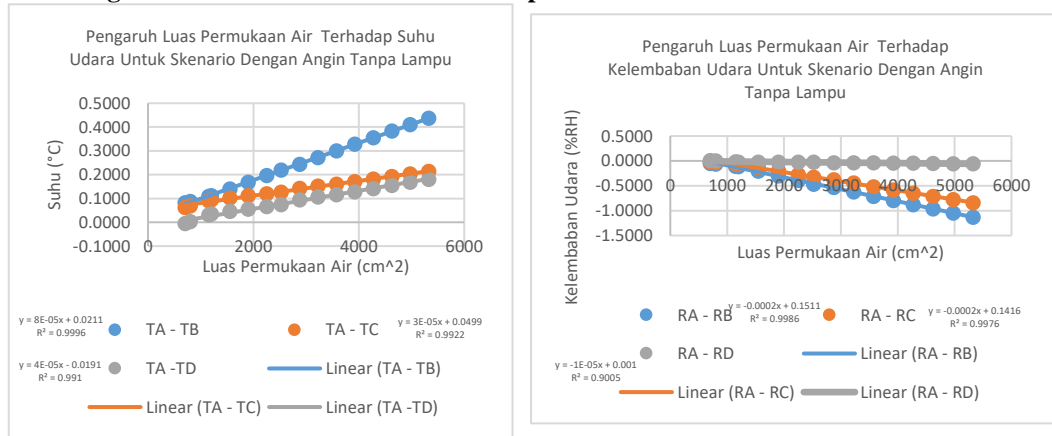


Gambar 3. Nilai Lux Pada Enam Lampu 60 Watt

4. Hasil Penelitian

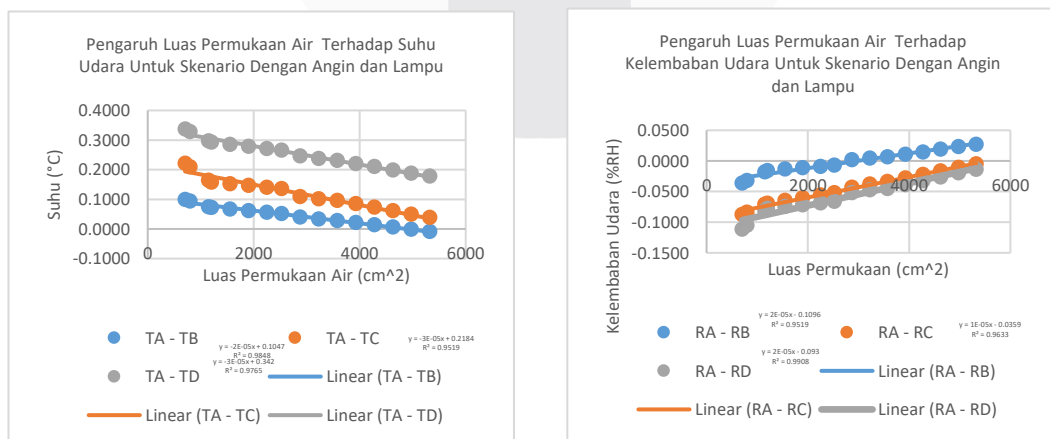
Selanjutnya akan membahas hasil pengukuran untuk setiap skenario. Pada jurnal ini, terdapat tiga segmen pembahasan. Dimana pembahasn pertama, meninjau pengaruh luas permukaan air terhadap suhu dan kelembaban udara. Pembahasan kedua, meninjau pengaruh kecepatan angin terhadap suhu dan kelembaban udara. Sedangkan pembahasan ketiga membahas tentang pengaruh jarak pengukuran terhadap suhu dan kelembaban udara.

4.1. Pengaruh Luas Permukaan Air Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara



Gambar 4. Grafik Ramalan Pengaruh Luas Permukaan Air Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Angin Tanpa Lampu

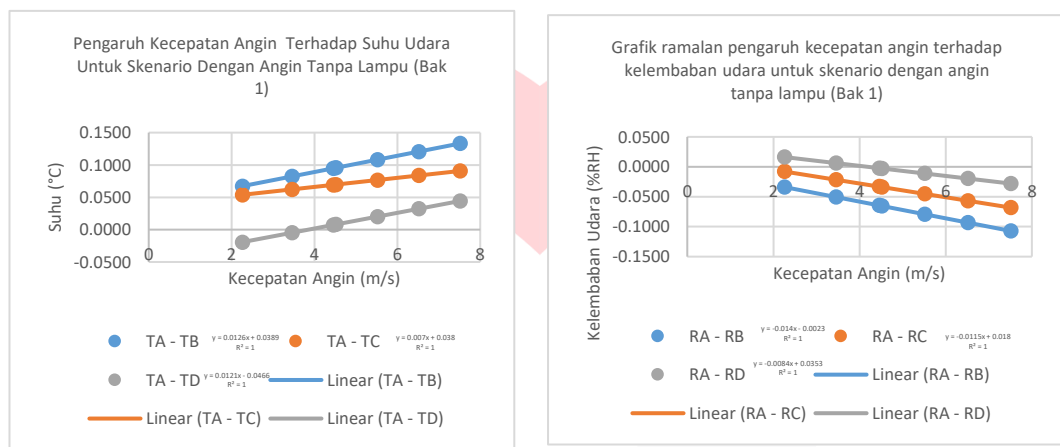
Dalam penelitian ini, luas permukaan air yang digunakan adalah 704 cm²; 1200 cm² dan 2524 cm². Gambar 4 merupakan grafik ramalan yang didapatkan dengan melakukan interpolasi dan ekstrapolasi. Pada gambar tersebut menyajikan ramalan pengaruh luas permukaan air terhadap suhu udara. Luas permukaan yang diramalkan berada pada rentang 704 cm² – 5324 cm². Dari grafik tersebut didapatkan bahwa semakin besar luas permukaan air yang digunakan, semakin besar juga penurunan suhu udara yang terjadi. Dimana penurunan suhu udara tersebut terjadi hingga ke titik pengukuran terjauh. Pada gambar diatas, terlihat bahwa dengan memperbesar luas permukaan air membuat kondisi udara lebih lembab. Dimana didapatkan bahwa kondisi kelembaban udara pada titik – titik pengukuran yang diletakkan setelah bak adalah lebih lembab dari kondisi udara pada Titik A. Hal ini menunjukkan penyebab terjadinya penurunan suhu udara pada Gambar 4. Penurunan suhu udara tersebut disebabkan oleh semakin banyaknya air yang menguap. Dimana banyaknya air yang menguap tersebut, ditandai dengan semakin lembab kelembaban udara yang terukur oleh sensor yang diletakkan setelah bak. Penguapan dapat dipengaruhi oleh luas permukaan air. Karena, semakin luas permukaan air yang terpampang ke udara menandakan semakin besar probabilitas air untuk menyerap panas. Dimana sumber panas tersebut dapat disebabkan oleh pergerakan fluida (angin) yang berada diatas permukaan air. Yang membuat perpindahan panas dari udara ke permukaan air semakin cepat. [5]



Gambar 5. Grafik Ramalan Pengaruh Luas Permukaan Air Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Angin dan Lampu

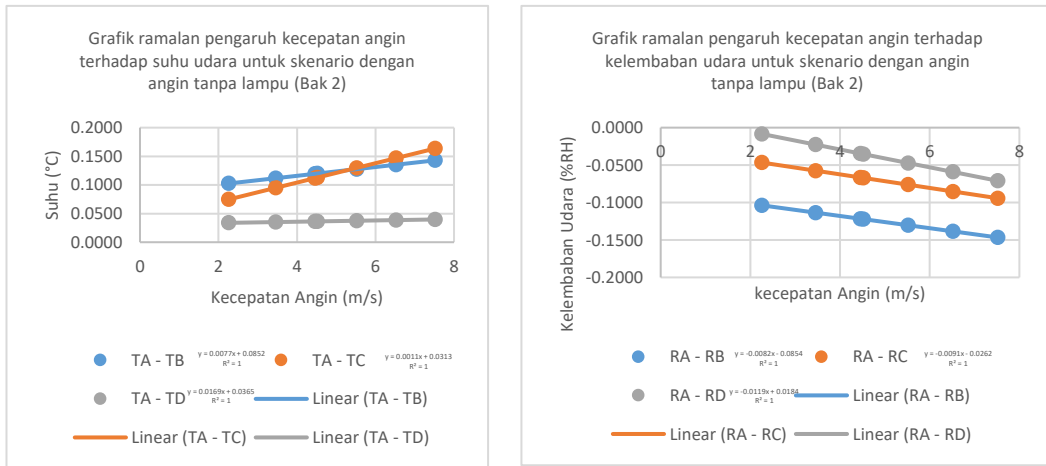
Pada gambar diatas, didapatkan bahwa dengan memperluas permukaan air yang terpampang ke udara membuat suhu udara meningkat. Dimana peningkatan suhu udara tersebut terjadi hingga ke titik pengukuran terjauh. Hal tersebut disebabkan oleh semakin banyaknya air yang menguap ke udara. Ketika air diberikan lampu, panas yang dihasilkan oleh lampu beremisi hingga ke permukaan air. Yang menyebabkan air yang menguap lebih banyak, jika dibandingkan dengan skenario dengan angin tanpa lampu. Semakin banyak air yang menguap menandakan semakin banyak uap air yang berada di udara. Pada pembahasan sebelumnya, diketahui bahwa gas dapat menyerap dan mengemisikan panas. Oleh karena itu, penyebab dari fenomena ini adalah semakin besar luas permukaan air, semakin banyak uap air yang menguap. Dimana semakin banyak air yang menguap semakin banyak panas yang diserap dan diemisikan oleh uap air tersebut [6]. Sedangkan, ketika diberi angin dan lampu membuat kondisi kelembaban udara yang terukur semakin kering. Hal ini terjadi, karena uap air menerima dan mengemisikan panas dengan kuantitas yang lebih banyak.

1. Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara

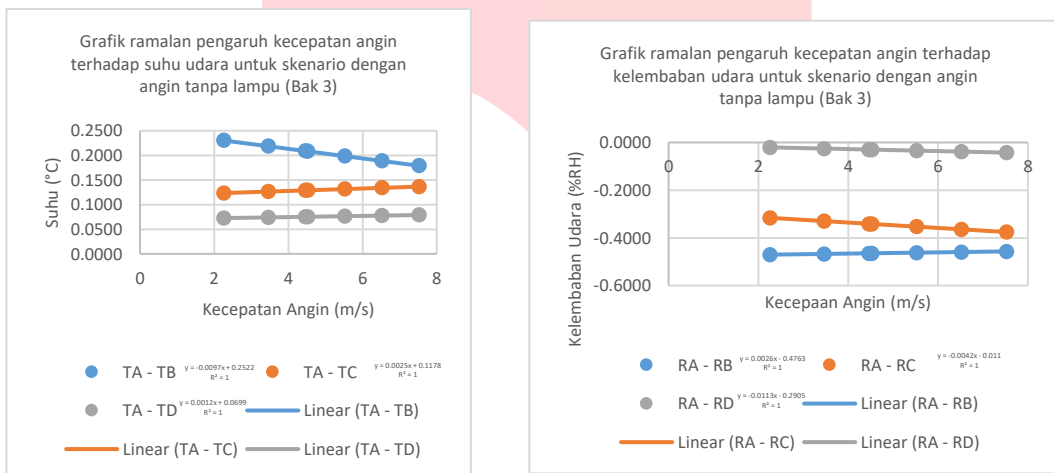


Gambar 6. Grafik Ramalan Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Angin Tanpa Lampu (Bak 1)

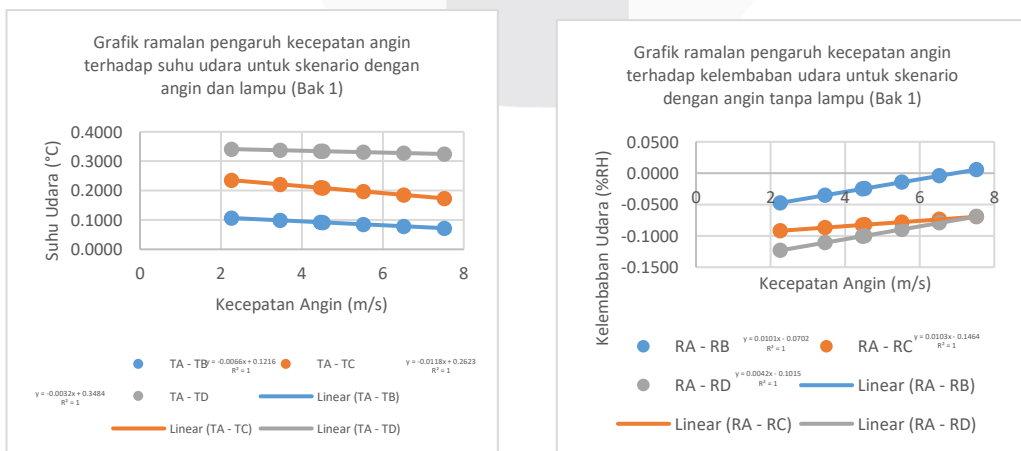
Pada penelitian ini, kecepatan angin yang digunakan adalah 2.26 m/s dan 4.52 m/s. Tiga bak dengan ukuran yang berbeda akan digunakan selama melakukan penelitian. Bak 1 adalah bak yang memiliki luas permukaan dan volume air terkecil. Sedangkan Bak 3 memiliki luas permukaan dan volume air terbesar. Pada Gambar 6, meramalkan pengaruh kecepatan angin terhadap suhu udara hingga 7.52 m/s. Didapatkan bahwa semakin cepat angin yang diberikan semakin besar penurunan suhu udara yang terukur. Dimana efek tersebut dapat mencapai ke titik pengukuran terjauh. Hal tersebut terjadi karena, semakin cepat angin yang digunakan semakin cepat angin membawa uap air yang berada diatas permukaan air. Yang menyebabkan kondisi kelembaban udara diatas permukaan air menurun [7]. Dengan menurunnya kelembaban udara membuat tekanan uap dari udara lebih rendah jika dibandingkan dengan saat uap air masih menumpuk diatas permukaan air. Pada pembahasan sebelumnya, diketahui bahwa semakin kering kondisi kelembaban udara semakin cepat kemungkinan air untuk menguap. Karena besar nilai tekanan uap dari udara di kelembaban tertentu semakin kecil dari tekanan uap dari air [8]. Pada gambar diatas didapatkan juga bahwa, semakin cepat angin yang diberikan semakin lembab kondisi udara yang terukur. Dimana fenomena tersebut dapat terukur hingga pengukuran terjauh. Sedangkan ramalan pengaruh kecepatan angin terhadap suhu dan kelembaban udara pada Bak 2 dan Bak 3, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 7. Grafik Ramalan Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Angin Tanpa Lampu (Bak 2)

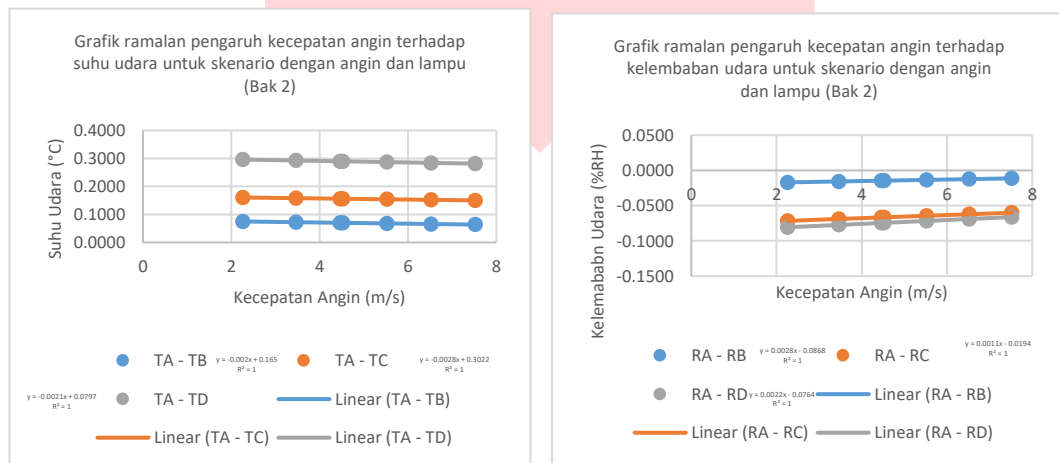


Gambar 8. Grafik Ramalan pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Angin Tanpa Lampu (Bak 3)

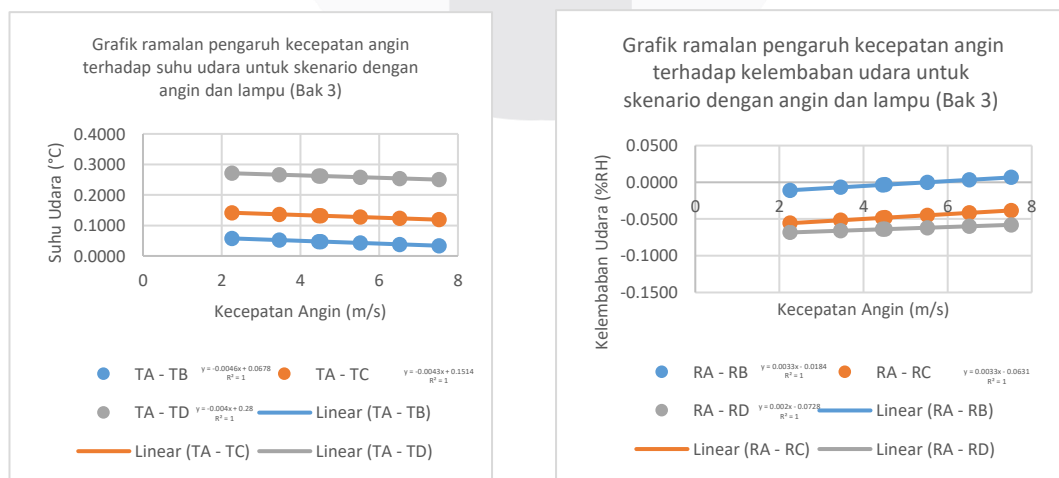


Gambar 9. Grafik Ramalan Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Angin dan Lampu (Bak 1)

Pada Gambar 9, didapatkan bahwa semakin cepat angin yang diberikan semakin besar peningkatan suhu udara yang terukur. Peningkatan tersebut terlihat dari semakin kecil perbedaan suhu udara yang terukur antara sensor yang diletakkan sebelum dan setelah bak. Dimana efek tersebut dapat mencapai ke titik pengukuran terjauh. Hal tersebut terjadi karena, semakin cepat angin yang digunakan semakin cepat angin membawa uap air yang berada diatas permukaan air. Yang menyebabkan kondisi kelembaban udara diatas permukaan air menurun [7]. Lalu, dengan memberikan lampu membuat permukaan air menerima energi panas yang lebih besar, jika dibandingkan dengan skenario dengan angin tanpa lampu. Dimana hal tersebut ditandai dengan semakin banyak air yang menguap. Semakin banyak air yang menguap menyebabkan uap air yang menguap dari permukaan air lebih banyak. Yang menyebabkan semakin banyak panas yang diserap dan diemisikan oleh uap air [6]. Gambar diatas juga menyajikan ramalan pengaruh kecepatan angin terhadap kelembaban udara. Pada gambar tersebut didapatkan, bahwa semakin cepat angin yang diberikan semakin kering kondisi kelembaban udara yang terukur. Kondisi tersebut ditandai dengan semakin kecilnya perbedaan nilai antara kelembaban udara yang terukur pada sebelum dan setelah bak. Fenomena itu terjadi karena uap air menyerap dan mengimisikan panas yang menyebabkan tingkat kelembaban udara menurun [6]. Sedangkan ramalan pengaruh kecepatan angin terhadap suhu dan kelembaban udara pada Bak 2 dan Bak 3, dapat dilihat pada gambar – gambar dibawah ini :



Gambar 10. Grafik Ramalan Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Angin dan Lampu (Bak 2)



Gambar 11. Grafik Ramalan Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara Untuk Skenario Dengan Anginn dan Lampu (Bak 3)

2. Pengaruh Jarak Pengukuran Terhadap Suhu dan Kelembaban Udara

Dari hasil penelitian ini didapatkan, bahwa ketika menggunakan angin tanpa lampu terjadi penurunan suhu udara di setiap titik pengukuran setelah bak. Akan tetapi semakin jauh jarak titik pengukuran dari bak, semakin kecil efek pendinginan tersebut. Ditinjau dari kondisi kelembaban udara yang terukur, didapatkan bahwa semakin jauh titik pengukuran semakin kering kondisi kelembaban udara yang terukur. Dimana semakin dekat titik pengukuran dengan bak semakin lembab kondisi udara yang terukur. Sedangkan, ketika menggunakan lampu dan angin didapatkan peningkatan suhu di setiap titik pengukuran yang diletakkan setelah bak. Akan tetapi, semakin jauh titik pengukuran terhadap bak semakin kecil efek panas tersebut terasa. Ditinjau dari kelembaban udara, didapatkan bahwa semakin jauh titik pengukuran dengan bak semakin lembab nilai kelembaban udara yang terukur. Namun, semakin dekat titik pengukuran dengan bak semakin kering kelembaban udara yang terukur.

5. Kesimpulan

Dengan memberikan angin dan bak yang berisikan air, dapat menurunkan suhu udara. Penurunan tersebut ditandai dengan kondisi udara yang semakin lembab. Dengan memperluas permukaan air dapat meningkatkan peluang suhu udara untuk menurun. Hal ini disertai dengan semakin lembab kondisi udara yang terukur. Semakin cepat angin yang diberikan, semakin besar penurunan suhu udara yang terjadi. Hal tersebut dikarenakan oleh semakin cepatnya uap air yang berada di atas permukaan air untuk berpindah. Yang mana hasil tersebut, juga dapat dipengaruhi oleh luas permukaan air. Dengan memberikan lampu dan angin membuat suhu udara meningkat. Peningkatan tersebut ditandai dengan semakin keringnya kelembaban udara yang terukur. Dengan memperluas permukaan air, membuat suhu udara menjadi lebih panas. Hal tersebut disebabkan oleh semakin banyaknya uap air yang menguap. Semakin banyak uap air yang berada di udara, semakin besar panas yang diserap dan diemisikan oleh uap air. Semakin cepat angin yang diberikan, semakin besar peningkatan suhu udara yang terjadi. Hal tersebut ditandai dengan semakin kering kelembaban udara yang terukur. Kondisi tempat pengambilan nilai *lux* sedikit tertutup atap dan kondisi cuaca berawan.

Reference :

- [1] N. I. Syafii, M. Ichinose, N. H. Wong, E. Kumakura, S. K. Jusuf, & K. Chigusa, "Experimental Study on the Influence of Urban Water Body on Thermal Environment at Outdoor Scale Model", 2016.
- [2] T. Katayama, T. Hayashi, Y. Shiotsuki, H. Kitayama, A. Ishii, M. Nishida, J. Tsutsumi, M. Oguro, "Cooling effects of river and sea breeze on thermal environment in a built up area". Energy and Buildings, 1990, hal. 973-978.
- [3] E.A Hathway and S. Sharples, "The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study". Building and Environment, 2012, hal. 14-22.
- [4] S. K Jusuf, W. N. Hien, N. I. Syafii, "Influence of Water Feature on Temperature Condition Hot Humid Climate," Presented in iNTA-SEGA 2009 - Bridging Innovation, Technology and Tradition, Thailand, 2009.
- [5] Peter S, Charles L., Alfio P., Nathan D., Ian U., Geoff T., "Variable Wind Speed and Evaporation Rates: A Practical and Modelling Exercise for High School Physics and Multi-Strand Science Classes". Teaching Science. Vol. 57 No. 2, 2011, hal. 48.
- [6] Yunus A. Cengel, Heat transfer; A practical approach, Edisi kedua, Publisher: McGraw-Hill, 2002, hal 140.
- [7] A. D. Nindyani, (2012), Thesis: "Cooling Effects Of Water Body In Hot and Humid Climate" (Singapore: NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE.).
- [8] Yunus A. Cengel, Michael. A. Boles, Thermodynamics; An engineering approach hal. 147-148.