

ANALISIS PERFORMA MODEL *ECO-COOLER* SEBAGAI ALTERNATIVE BUKAAN ALAMI

Ninieki Pratiwi^{1*}, Sri Sutarni Arifin²
Teknik Arsitektur, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia^{1,2}
e-mail:¹ninieki@ung.ac.id, ²srisutarni@ung.ac.id

Abstrak_ Konsumsi energi listrik nasional terus mengalami peningkatan. Pada 2015 konsumsi listrik sebesar 910 kilowatt jam (kWh) per kapita, kemudian meningkat menjadi 1.084 kWh/kapita pada 2019. Di Indonesia, Hermanto,dkk (2005) menyebut sekitar 60% konsumsi listrik hotel di Jakarta digunakan untuk memasok energi mesin AC. Oleh karena itu, usaha penghematan energi yang berkaitan dengan pendinginan ruangan akan berdampak signifikan terhadap usaha penghematan energi di dunia. Salah satu contohnya yakni penggunaan Eco-Cooler. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa performa dari model Eco-Cooler sebagai alternative bukaan alami. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimen dengan tahapan pengukuran kemudian disimulasikan dengan menggunakan aplikasi Ansys dan dianalisis secara analisis statistik deskriptif. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin besar perbandingan inlet terhadap outlet maka distribusi kecepatan aliran angin lebih baik. Sementara untuk simulasi bisa ditarik kesimpulan bahwa model C, merupakan model yang lebih baik dibanding model A dan B. Model C mampu membuat jangkauan angin terpanjang yaitu sekitar 2,77 meter dan memiliki kecepatan angin minimum paling besar berkisar 0,499 m/s dan posisi Eco-Cooler dengan ketinggian 100 cm memiliki jangkauan angin yang lebih baik daripada yang lainnya. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan antara model tersebut dengan jendela yang dipakai pada umumnya. Kedepannya, *Eco-Cooler* diharapkan mampu menjadi alternative bukaan alami.

Kata kunci: Eco-Cooler; Ansys; Angin, Energi Terbarukan.

Abstract_ National electricity consumption continues to increase. In 2015, electricity consumption was 910-kilowatt hours (kWh) per capita, then has risen to 1,084 kWh / capita in 2019. In Indonesia, Hermanto et al. (2005) stated that around 60% of hotel electricity consumption in Jakarta had been used to supply AC engine energy. Therefore, energy-saving efforts related to room cooling will significantly impact energy-saving measures in the world. One example is the use of the Eco-Cooler. This research aims to analyze the performance of the Eco-Cooler model as an alternative to natural openings. This research is a quantitative research using experimental methods with measurement stages then simulated using the Ansys application and analyzed by descriptive statistical analysis. The measurement results show that the greater the inlet to outlet ratio, the better the wind speed distribution. As for the simulation, it can be concluded that model C is a better model than models A and B. Model C can make the most extended wind range, which is about 2.77 meters and has the greatest minimum wind speed of 0.499 m / s, and the Eco- position. Coolers with a height of 100 cm have better wind coverage than others. Based on these results, further research can be conducted to compare the model with the windows used in general. In the future, the Eco-Cooler is expected to be an alternative to natural openings.

Keywords: Eco-Cooler; Ansys; Wind; Renewable Energy.

¹Teknik Arsitektur, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

²Teknik Arsitektur, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis lembab dengan temperatur udara pada umumnya antara 24 – 32°C dengan kelembaban 60 – 95% (P. Satwiko, 2009). Hal ini mengakibatkan banyak daerah di Indonesia harus menggunakan sistem ventilasi buatan untuk mendapatkan kondisi udara yang nyaman di dalam ruangan yaitu dengan memasang mesin penyejuk udara atau yang lebih dikenal dengan Air Conditioner (AC). Namun penggunaan AC sebagai penyejuk udara dalam ruangan memerlukan energi yang cukup besar. Menurut Hermanto, dkk (2005) menyebutkan sekitar 60% konsumsi listrik hotel di Jakarta digunakan untuk memasok energi mesin AC. Oleh karena itu, usaha penghematan energi yang dilakukan terhadap penggunaan peralatan AC akan berdampak signifikan terhadap usaha penghematan energi nasional.

Menurut Olgay (1963) dalam (Rilatupa, 2008), tingkat produktivitas dan kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim setempat. Apabila kondisi iklim (berkaitan dengan suhu udara, kelembaban, radiasi matahari, angin, hujan, dsbnya) sesuai dengan kebutuhan fisik manusia, maka tingkat produktivitas dapat mencapai titik maksimum. Menurut Szokolay (2008) dalam (I Gusti Ngurah Wiras Hardy, 2020), kenyamanan termal pada ruangan salah satunya dapat dicapai dengan adanya pergerakan udara sehingga dapat menurunkan panas di dalam ruangan.

Menurut Lee dan Chang (Lee, 2000), pada umumnya orang menghabiskan waktunya (lebih dari 90%) di dalam ruangan, sehingga mereka membutuhkan udara yang nyaman dalam ruang tempat mereka beraktivitas, oleh karenanya kecepatan udara yang baik dalam ruangan sangat bermanfaat bagi mereka. Di daerah beriklim tropis lembab, terdapat kecenderungan peningkatan kenyamanan termis melalui suatu hembusan angin yang langsung menyentuh kulit tubuh manusia. Melalui hembusan angin tersebut, terjadilah suatu proses evaporasi keringat yang selanjutnya berdampak meningkatkan rasa nyaman termis (Sangkertadi, 2006). Kecepatan dan arah aliran udara berpengaruh pada kondisi udara yang dinyatakan dengan adanya perubahan jumlah udara yang disirkulasikan, kemampuan penyerapan kalor oleh udara dan koefisien ventilasi (Dewi, 2012)

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menangkap angin yakni dengan menggunakan *wind catcher*. *Wind catcher* adalah menara penangkap angin yang digunakan sebagai sistem ventilasi di daerah kering (gurun), untuk membantu pergantian udara dalam ruang, sehingga diperoleh kenyamanan thermal. Sistem ini berasal dari Persia lalu berkembang di Timur Tengah seperti di Pakistan, Afganistan dan Iran. Manfaat kenyamanan dari *wind catcher* dihasilkan dari tiga proses: a) pendinginan konvektif langsung pada permukaan tubuh penghuni, b) pendinginan dari penguapan keringat pada kulit penghuni, dan c) pendinginan dari material bangunan yang digunakan (Roaf et al., 2010 dan Sadeghi et al., 2020).

Contoh aplikasi lain yang dapat digunakan untuk menangkap angin yakni *Eco-Cooler*. *Eco-Cooler* adalah perangkat yang terdiri dari botol bekas yang dipotong menjadi dua bagian dan mulutnya dimasukkan ke dalam selebar karton. *Eco-Cooler* kemudian dipasang di jendela yang ada di arah aliran udara maksimum sehingga ujung botol yang lebih lebar menghadap ke luar. Udara lewat melalui botol dan dikompresi saat melewati leher botol. Udara terkompresi sementara meninggalkan mulut botol akan mengembang dengan cepat dan memberikan udara dingin. Pada prinsipnya, *Eco-Cooler* bekerja berdasarkan rumus hukum termodinamika I.

Sebelumnya sudah ada beberapa penelitian terkait *Eco-Cooler*. Hasil penelitian Naveenkumar menunjukkan bahwa *Eco-Cooler* mampu menurunkan temperatur sampai 5°C (Naveenkumar et al., 2018). Dari simulasi secara numerik didapatkan hasil, temperatur berkisar 0,34°C yang dapat dirasakan oleh kulit manusia dengan outlet kecepatan aliran udara sekitar 13 m/s (Khan et al., 2019). Perbandingan inlet yang lebih besar terhadap outlet mempunyai kemampuan lebih baik (Gao et al., 2018). Dari semua penelitian tersebut belum ada penelitian mengenai analisis performa model-model *Eco-Cooler* dan semuanya dilakukan di luar negeri.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa model *Eco-Cooler* untuk mendapatkan model terbaik yang efektif digunakan sebagai alternative bukan alami. Penelitian ini juga diharapkan menjadi salah satu rujukan untuk melakukan penelitian *Eco Cooler* di Indonesia sebagai salah satu upaya penghematan energi listrik.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimen dengan tahapan pengukuran yang merupakan langkah awal untuk menentukan bentuk-bentuk yang akan disimulasikan kemudian disimulasikan dan dianalisis secara analisis statistik deskriptif dengan menggunakan aplikasi *Ansys*. Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Muhson, 2006). Sehingga hasil dari pengukuran dan simulasi dibuatkan dalam bentuk tabel dan grafik yang kemudian dideskripsikan.

A. Pengukuran

Penelitian ini awalnya dilakukan dengan metode pengukuran yakni dengan menggunakan botol air mineral bekas dengan 3 jenis ukuran, yakni ukuran kecil (ukuran 330 ml), sedang (ukuran 600 ml) dan besar (ukuran 1500 ml). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat anemometer yang diletakkan di depan dan di belakang spesimen. Kipas diletakkan di depan spesimen atau inlet seperti terlihat pada gambar 1. Setelah pengukuran tersebut kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi CFD, *Ansys*.



Gambar 1.Proses Pengukuran Model Eco-Cooler Dari Botol Air Mineral Bekas
Sumber: Penulis, 2020

B. Simulasi

Simulasi merupakan lanjutan dari pengukuran yang telah dilakukan. Simulasi ini menggunakan aplikasi CFD, *Ansys*. Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah suatu metode analisis sistem yang meliputi aliran fluida, pindah panas, dan massa, serta fenomena lain

(seperti reaksi kimia, aliran rokok, aliran partikel dsb) dengan menggunakan simulasi berbasis komputer (Suhendra, 2009).

Dengan metode CFD ini dapat menganalisis dan memprediksi simulasi distribusi pola aliran udara dan temperatur di dalam maupun di luar pada suatu bangunan agar menghasilkan aliran udara dan suhu yang baik atau dapat diterima dalam merancang suatu bangunan sesuai standar dan diinginkan (efektif) di dalam maupun di luar bangunan dengan biaya murah dan waktu yang relative singkat dibandingkan dengan metode eksperimen. Metode CFD menggunakan analisis numerik yaitu kontrol volume sebagai elemen dari integrasi persamaan-persamaan yang terdiri atas persamaan keseimbangan massa, momentum, dan energi sehingga penyelesaian persamaan untuk benda dua atau tiga dimensi lebih cepat dan dapat dilakukan secara simultan/bersamaan.

Beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan simulasi *Ansys* yakni penelitian yang berjudul *Design And Analyses Of Eco-Cooler* dengan membuat eksperimen terkait *Eco-Cooler* dan menganalisisnya dengan menggunakan simulasi *Ansys* (Naveenkumar et al., 2018). Penelitian lainnya yakni dengan judul Analisis Desain Ventilasi Alami dengan Metode *Computational Fluid Dynamic Software Ansys Workbench* pada Gedung Olahraga menggunakan metode simulasi pergerakan dan kecepatan angin di dalam bangunan dengan menggunakan program *Computational Fluid Dynamic software Ansys Workbench* (Rakhmawati dkk, 2016).

Pada penelitian ini, simulasi model dibuat dengan 3 sampel, dengan diameter inlet (D1) yang sama yakni 20 cm. Ukuran ini diambil dari rata-rata ukuran lubang dinding yang sering dipergunakan di bangunan. Sementara itu outletnya (D2) menggunakan beragam ukuran mulai dari $\frac{1}{2}$ dari D1 untuk sampel 1, $\frac{1}{3}$ dari D1 untuk sampel 2, dan $\frac{1}{4}$ dari D1 untuk sampel 3, untuk melihat perbedaan yang dihasilkan.

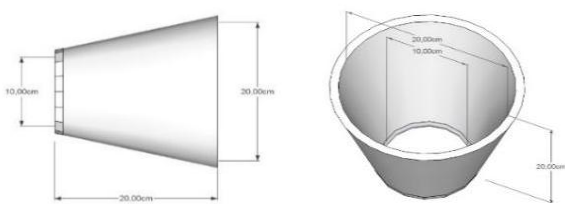
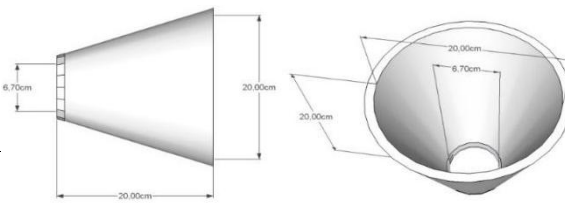
Tabel 1. Ukuran sampel model yang disimulasikan

Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
D1 = 20 cm	D1 = 20 cm	D1 = 20 cm
D2 = 10 cm	D2 = 6,7 cm	D2 = 5 cm

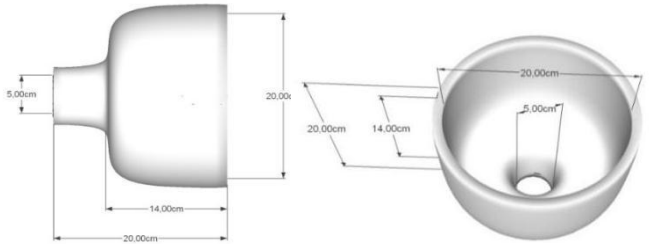
Sumber: Penulis, 2020

Simulasi dilakukan dengan 3 model yakni model A, B dan C. Masing-masing model memiliki perbedaan bentuk kelengkungan. Mulai dari model A yang berbentuk corong sampai model C yang hampir menyerupai gelas. Simulasi juga dilakukan dengan 3 ketinggian yang berbeda, yakni setara orang duduk yakni 0,5 m, ketinggian dada 1 m, dan kepala orang berdiri 1,5 m. Dan input kecepatan angin yang disimulasikan yakni 1 m/s. Perbedaan ketinggian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan aliran angin pada setiap ketinggian tersebut dan mengetahui posisi yang paling baik dalam menangkap angin.

Table 2. Sampel model yang disimulasikan

No	Model Sampel	Ukuran	Gambar
1.	Model A sampel 1	D1 = 20cm, D2 = 10cm	
2.	Model A sampel 2	D1 = 20cm, D2 = 6,7cm	

No	Model Sampel	Ukuran	Gambar
3.	Model A sampel 3	D1 = 20cm, D2 = 5cm	
4.	Model B sampel 1	D1 = 20cm, D2 = 10cm	
5.	Model B sampel 2	D1 = 20cm, D2 = 6,7cm	
6.	Model B sampel 3	D1 = 20cm, D2 = 5cm	
7.	Model C sampel 1	D1 = 20cm, D2 = 10cm	
8.	Model C sampel 2	D1 = 20cm, D2 = 6,7cm	

No	Model Sampel	Ukuran	Gambar
9.	Model C sampel 3	D1 = 20cm, D2 = 5cm	

Sumber: Penulis, 2020

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada sampel botol air mineral dengan 3 jenis ukuran, yakni ukuran kecil (ukuran 330 ml), sedang (ukuran 600 ml) dan besar (ukuran 1500 ml) didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil pengukuran sampel

Sampel	Jam	Sebelum		Sesudah		Perbedaan	
		V1	T1	V2	T2	V1-V2	T1-T2
A1	11:00	2.2	31	1.1	31.1	1.1	-0.1
	11:01	2.2	31	1.1	31.1	1.1	-0.1
	11:02	2.3	31	1.1	31.1	1.2	-0.1
	11:03	2.5	31	1	31.1	1.5	-0.1
	11:04	2.2	31	1.2	31.1	1.0	-0.1
A2	11:05	1.8	31	1.2	30.9	0.6	0.1
	11:06	1.2	31	1.2	30.9	0.0	0.1
	11:07	1.2	31	0.9	31	0.3	0
	11:08	2	31	1.1	31	0.9	0
	11:09	2	31	1.2	31	0.8	0
A3	11:11	1.5	31	1.4	31	0.1	0
	11:12	2	31	1.4	31	0.6	0
	11:13	2	31	1.5	31	0.5	0
	11:14	1.9	31	1.4	31	0.5	0
	11:15	2	31	1.6	31	0.4	0

Sumber: Penulis, 2020

Keterangan:

- A1: Sampel botol air mineral kecil ukuran 330 ml
- A2: Sampel botol air mineral sedangl ukuran 600 ml
- A3: Sampel botol air mineral besar ukuran 1500 ml
- V1: Kecepatan Aliran Udara Inlet/ sebelum *Eco-Cooler*
- T1: Temperatur Inlet/ sebelum *Eco-Cooler*
- V2: Kecepatan Aliran Udara Outlet/ sesudah *Eco-Cooler*
- T2: Temperatur Outlet/ sesudah *Eco-Cooler*

Dari hasil pengukuran didapatkan sampel A1, yakni sampel botol air mineral kecil ukuran 330 ml memiliki tingkat distribusi kecepatan aliran angin lebih rendah dibanding sampel A2 dan A3 dengan rata-rata perbedaan Inlet – Outlet (V1-V2) sebesar 1,2m/s. Sementara itu untuk sampel A2, yakni sampel botol air mineral sedang ukuran 600 ml memiliki tingkat distribusi kecepatan aliran angin sebesar 0,5 m/s. Dan sampel A3, yakni sampel botol air mineral besar ukuran 1500 ml memiliki tingkat distribusi kecepatan aliran angin sebesar 0,4 m/s. Dari ketiga hasil sampel tersebut dapat dilihat bahwa sampel A3 lebih baik dalam mendistribusikan kecepatan aliran angin dibanding sampel lainnya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Gao et al., 2018) dimana dari ketiga spesimen, penggunaan botol diameter inlet 4 inci dan outlet 1 inci lebih baik dibandingkan dengan 2 botol lainnya. Atau dengan kata lain, inlet yang lebih besar dibanding outlet mempunyai kemampuan lebih baik.

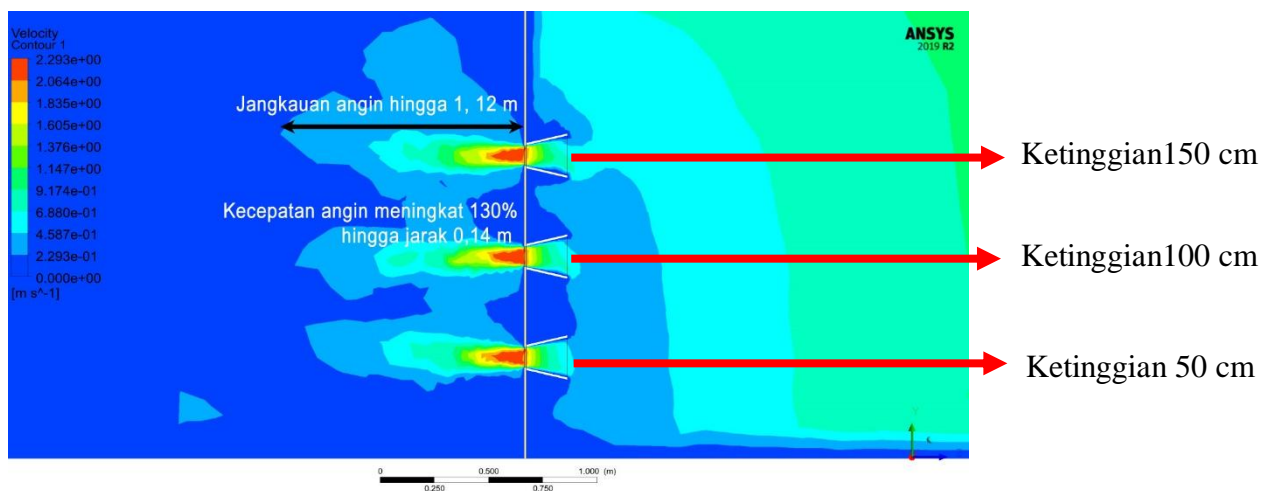
Sementara itu, untuk temperatur udara kurang memiliki hasil yang signifikan. Hal ini bisa dipengaruhi oleh temperatur ruangan tempat melakukan proses pengukuran. Oleh karena itu, pada proses penelitian ini hanya mampu memperlihatkan distribusi kecepatan aliran angin. Dari pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin besar inlet dibanding outlet maka distribusi kecepatan aliran angin lebih baik. Hal ini bisa terjadi karena adanya tekanan yang besar.

B. Simulasi

A. Simulasi Model A

Sampel 1

Simulasi model A sampel 1 ini berbentuk corong dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 10 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm. Kecepatan angin yang dimasukkan yakni 1 m/s.

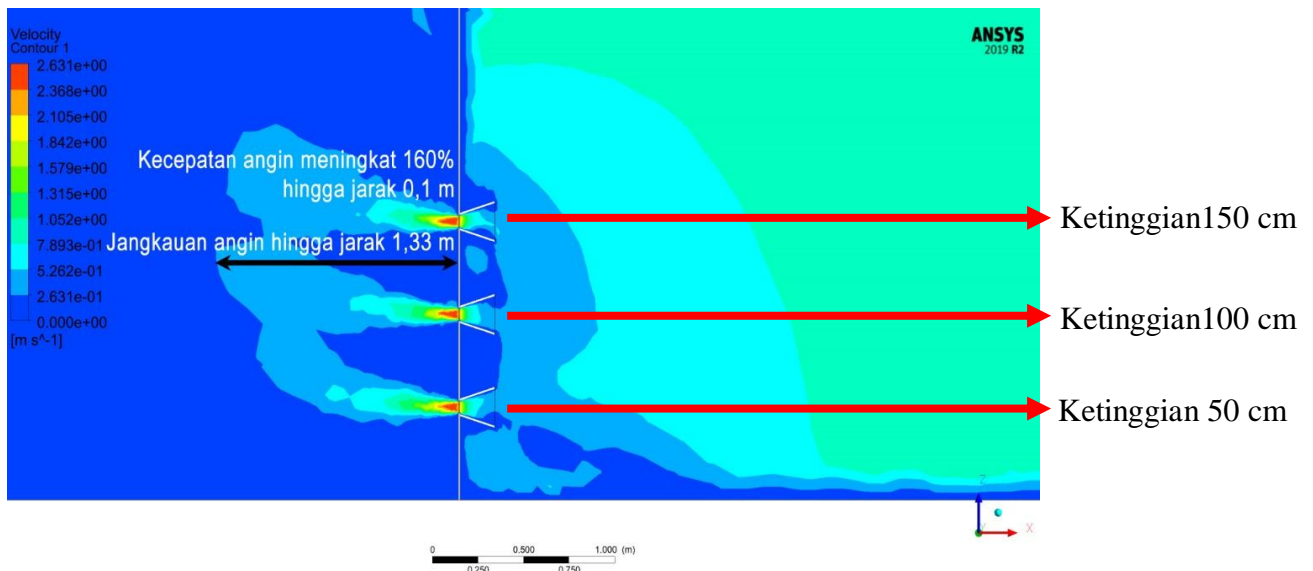


Gambar 2. Hasil simulasi model A sampel 1
Sumber: Penulis, 2020

Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model A sampel 1, ketinggian 150 cm lebih baik daripada ketinggian 50 cm maupun 100 cm. Jarak jangkauan angin 150 cm lebih jauh dibanding ketinggian lainnya yakni 1,12 meter sementara ketinggian 50 cm maupun 100 cm hanya berkisar 1 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,458 – 2,293 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm dan 100 cm hampir sama yakni berkisar 0,458-2,064 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut, ketinggian 150 cm memiliki jangkauan angin lebih baik dibanding yang lainnya, kecepatan angin yang masuk pun lebih baik.

Sampel 2

Simulasi model A sampel 2 ini berbentuk corong dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 6,7 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.



Gambar 3. Hasil Simulasi Model A Sampel 2

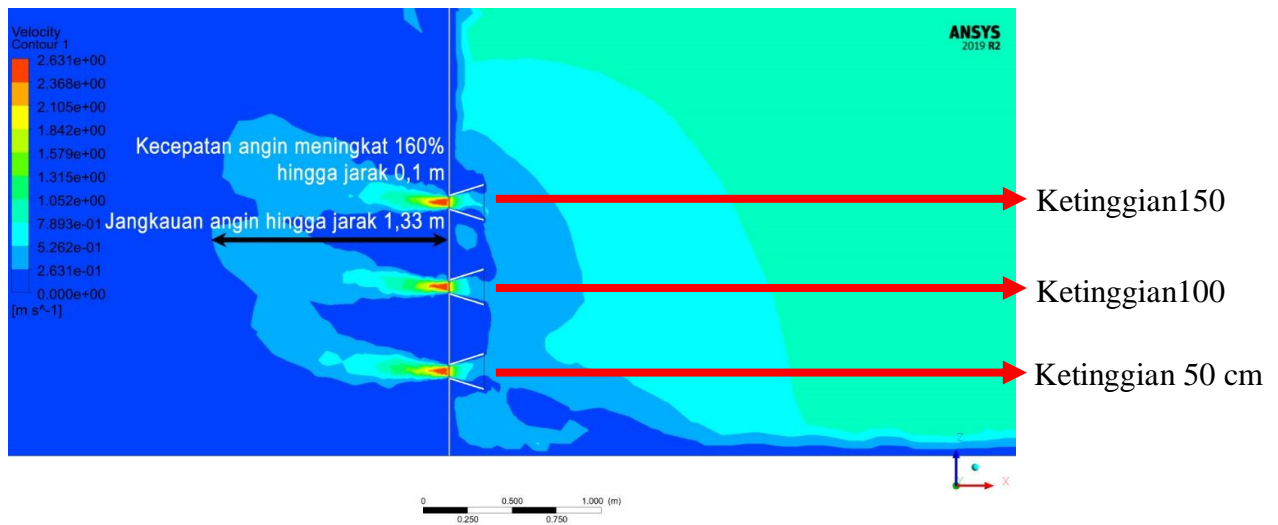
Sumber: Penulis, 2020

Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model A sampel 2, ketinggian 100 cm dan 150 cm jangkauan anginnya lebih baik daripada ketinggian 50 cm yakni sekitar 1,33 meter. Sementara jarak jangkauan angin ketinggian 50 cm hanya 1,11 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,263– 2,631 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm dan 100 cm hampir sama yakni berkisar 0,263-2,368 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut, ketinggian 150 cm memiliki jangkauan angin yang sama dengan ketinggian 100 cm namun kecepatan angin yang masuk lebih baik daripada yang lain.

Sampel 3

Simulasi model A sampel 2 ini berbentuk corong dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 5 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.

Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model A sampel 3, ketinggian 100 cm dan 150 cm jangkauan anginnya lebih baik daripada ketinggian 50 cm yakni sekitar 0,93 meter. Sementara jarak jangkauan angin ketinggian 50 cm hanya 0,59 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,265 – 2,653 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm dan 100 cm hampir sama yakni berkisar 0,265-2,388 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut, ketinggian 150 cm memiliki jangkauan angin yang sama dengan ketinggian 100 cm namun kecepatan angin yang masuk lebih baik daripada yang lain.

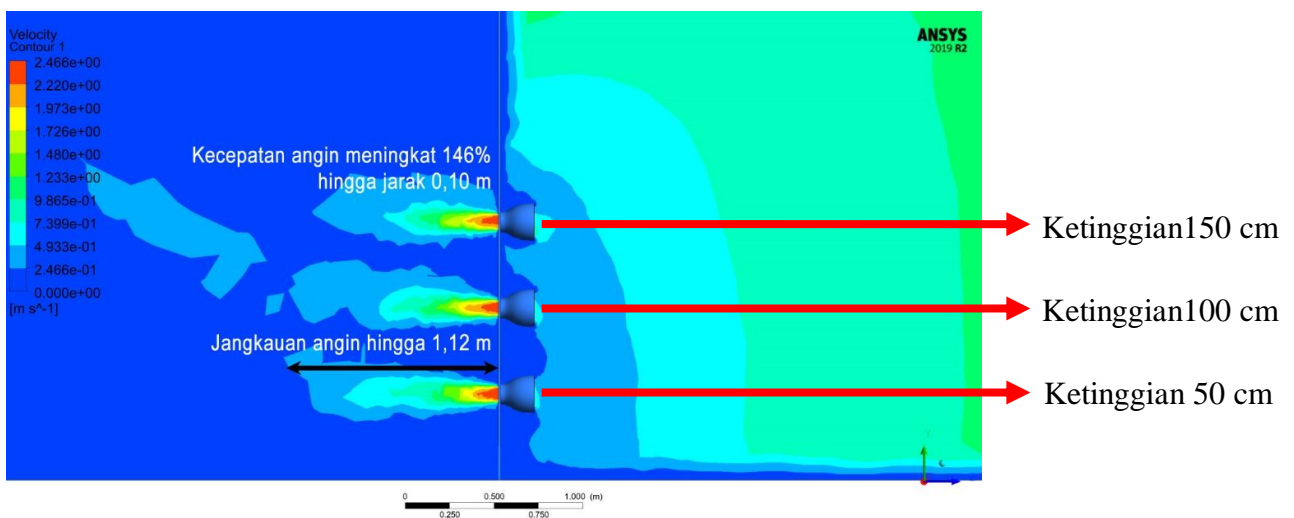


Gambar 4. Hasil Simulasi Model A Sampel 2
Sumber: Penulis, 2020

B. Simulasi Model B Sampel 1

Simulasi model B sampel 1 ini lebih memiliki lekukan dibanding model A dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 10 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.

Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model B sampel 1, ketinggian 50 cm dan 100 cm jangkauan anginnya lebih baik daripada ketinggian 150 cm yakni 1,12 meter. Sementara jarak jangkauan angin ketinggian 150 cm sekitar 1,05 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,246 – 2,466 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm dan 100 cm hampir sama yakni berkisar 0,246 - 2,22 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut, ketinggian 50 cm dan 100 cm memiliki jangkauan angin lebih baik dibanding 150 cm walaupun hanya memiliki selisih 0,07 meter, namun kecepatan angin yang masuk pada ketinggian 150 cm lebih baik dibanding yang lain.

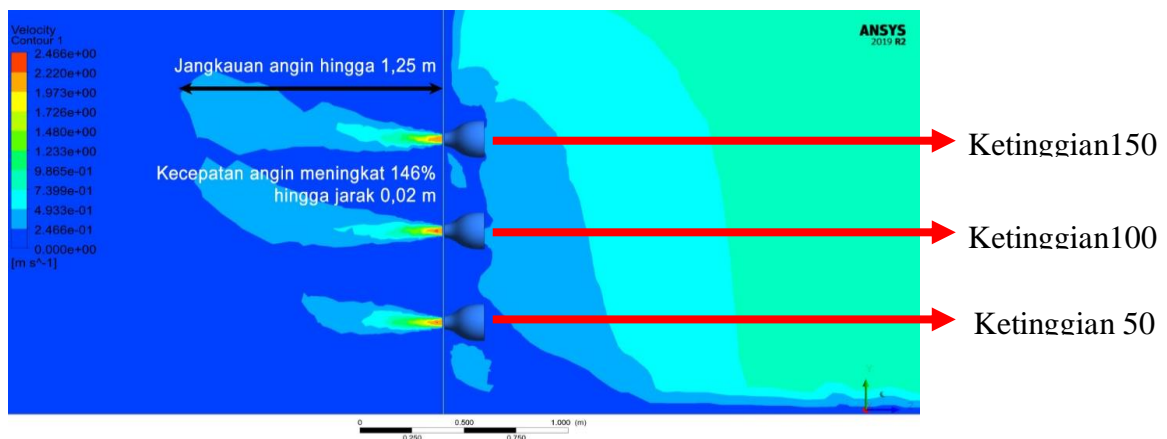


Gambar 2. Hasil Simulasi Model B Sampel 1
Sumber: Penulis, 2020

Sampel 2

Simulasi model B sampel 2 ini lebih memiliki lekukan dibanding model A dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 6,7 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.

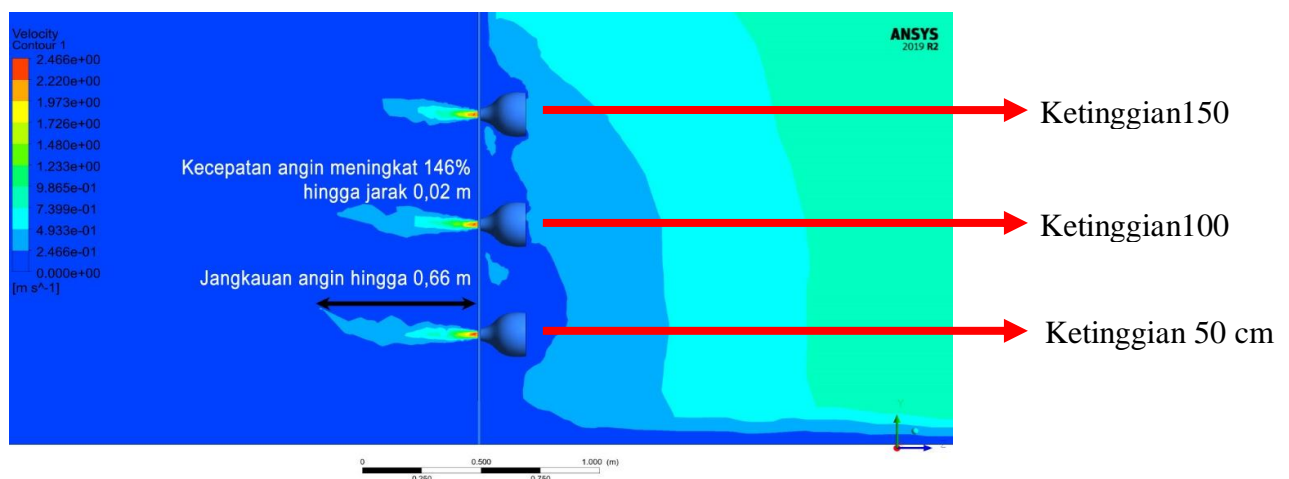
Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model B sampel 2, ketinggian 150 cm jangkauan anginnya lebih baik daripada ketinggian 50 cm dan 100 cm yakni 1,25 meter. Sementara jarak jangkauan angin ketinggian 50 cm sekitar 0,67 meter dan ketinggian 100 cm sekitar 1,20 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,246 – 2,220 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm dan 100 cm hampir sama yakni berkisar 0,246 – 2,1 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut, ketinggian 150 cm memiliki jangkauan angin lebih baik dibanding yang lainnya, kecepatan angin yang masuk pun lebih baik.



Gambar 6. Hasil Simulasi Model B Sampel 2
Sumber: Penulis, 2020

Sampel 3

Simulasi model B sampel 3 ini lebih memiliki lekukan dibanding model A dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 5 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.



Gambar 7. Hasil Simulasi Model B Sampel 3
Sumber: Penulis, 2020

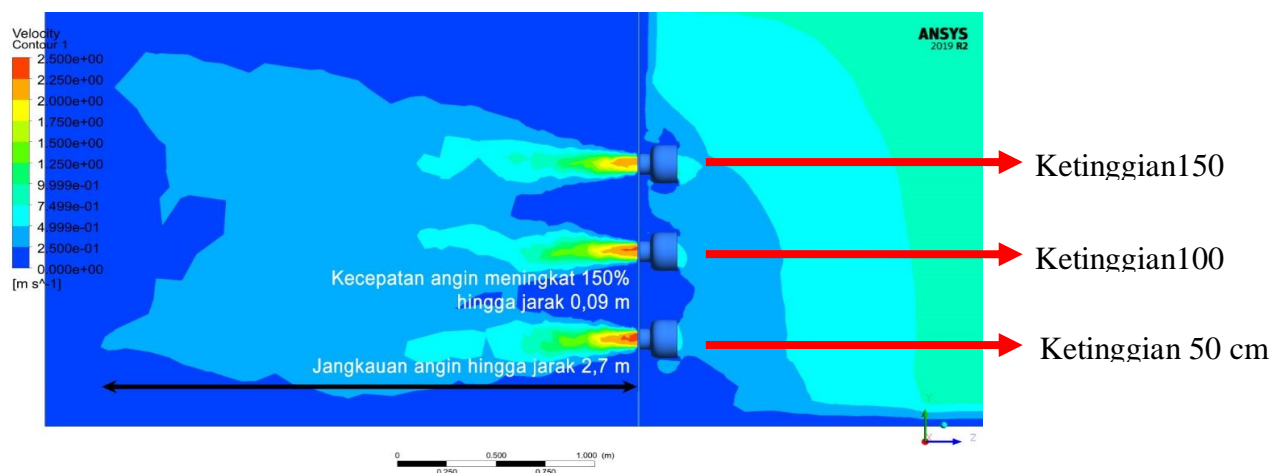
Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model B sampel 3, ketinggian 50 cm jangkauan anginnya lebih baik daripada ketinggian 100 cm dan 150 cm yakni 0,66 meter. Sementara jarak jangkauan angin ketinggian 100 cm sekitar 0,6 meter dan ketinggian 150 sekitar 0,39 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm, 100 cm dan 150 cm hampir sama yakni berkisar 0,246 – 2,220 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut, ketinggian 50 cm memiliki jangkauan angin lebih baik. Untuk kecepatan angin yang masuk pada ketiga ketinggian tersebut hampir sama.

C. Simulasi Model C

Sampel 1

Simulasi model C sampel 1 ini menyerupai gelas dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 10 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.

Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model C sampel 1, jangkauan angin ketinggian ketiganya hampir sama yakni sekitar 2,77 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,499 – 2,250 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm dan 100 cm hampir sama yakni berkisar 0,499 – 2,3 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut sama-sama memiliki jangkauan angin 2,77 meter. Untuk kecepatan angin yang masuk pada ketinggian 50 cm dan 100 lebih baik dibanding ketinggian 150 cm.

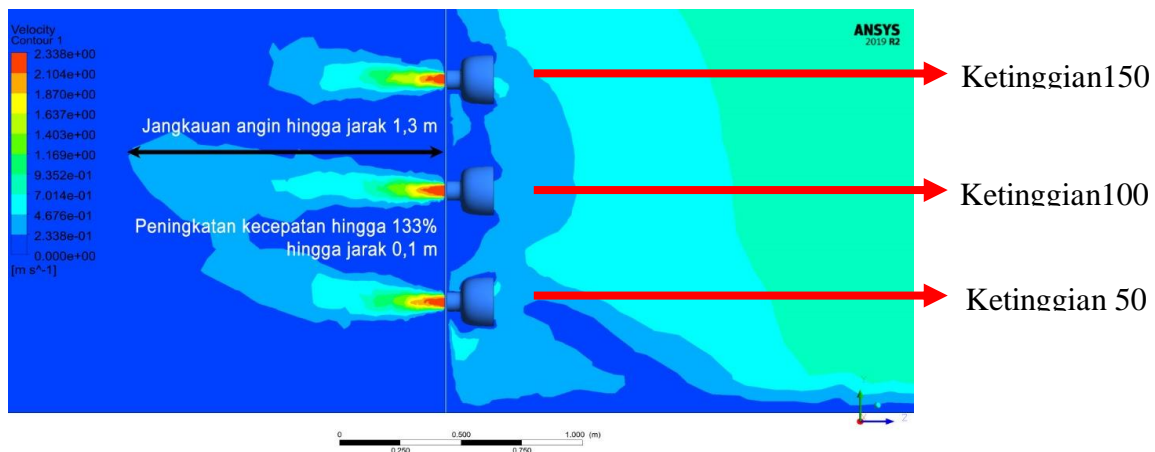


Gambar 8. Hasil Simulasi Model C Sampel 1
Sumber: Penulis, 2020

Sampel 2

Simulasi model C sampel 2 ini menyerupai gelas dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 6,7 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.

Dari hasil simulasi menggunakan CFD *Ansys*, pada simulasi model C sampel 2, jangkauan angin ketinggian 100 cm lebih baik daripada ketinggian lainnya yakni sekitar 1,33 meter. Sementara untuk ketinggian 50 cm sekitar 1 meter dan ketinggian 150 cm sekitar 0,75 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,467 – 2,338 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 cm dan 100 cm hampir sama yakni berkisar 0,467 – 2,2 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut jangkauan angin 100 cm yang paling baik dibanding yang lainnya. Untuk kecepatan angin yang masuk pada ketinggian 150 cm lebih baik dibanding ketinggian lainnya.

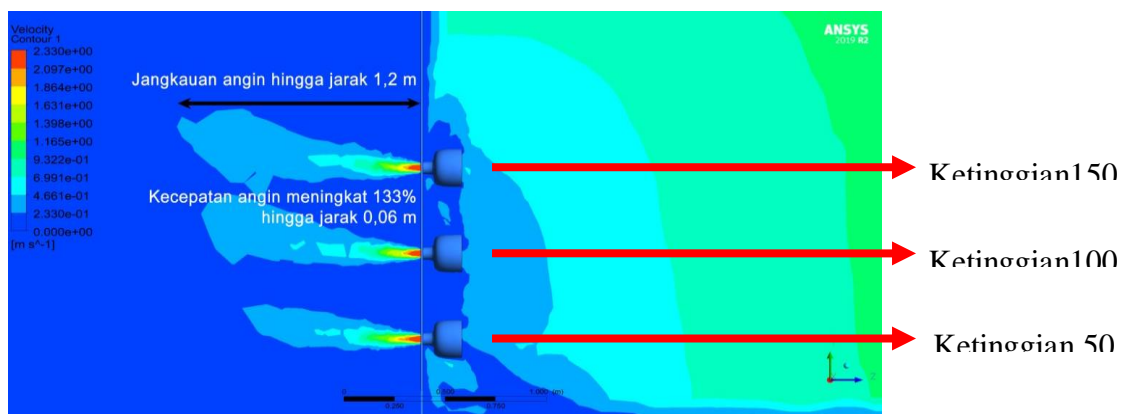


Gambar 9. Hasil Simulasi Model C Sampel 2
Sumber: Penulis, 2020

Sampel 3

Simulasi model B sampel 1 ini menyerupai gelas dengan inlet (D1) 20 cm, dan outlet (D2) 5 cm dengan 3 ketinggian yang berbeda yakni 50 cm, 100 cm dan 150 cm.

Dari hasil simulasi menggunakan CFD Ansys, pada simulasi model C sampel 3, jangkauan angin ketinggian 150 cm lebih baik daripada ketinggian lainnya yakni sekitar 1,2 meter. Sementara untuk ketinggian 50 cm sekitar 0,8 meter dan ketinggian 100 cm sekitar 1,1 meter. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 150 cm berkisar 0,466 – 2,33 m/s. Untuk kecepatan angin pada ketinggian 50 dan 100 cm berkisar 0,466 – 2,2 m/s. Dari ketiga ketinggian tersebut jangkauan angin 150 cm yang paling baik dibanding yang lainnya. Untuk kecepatan angin yang masuk pada ketinggian 150 cm juga lebih baik dibanding ketinggian lainnya.



Gambar 10. Hasil simulasi model C sampel 3
Sumber: Penulis, 2020

C. Perbandingan Model A, B dan C

Berdasarkan hasil dari semua simulasi tersebut, didapatkan hasil perbandingan sebagai berikut sesuai tabel 3.

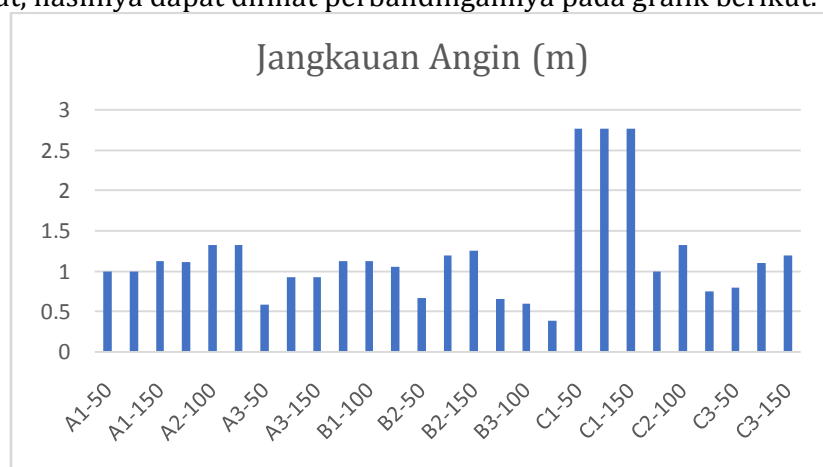
Tabel 4. Perbandingan Model A, B dan C Berdasarkan Hasil Simulasi

Model	Sampel	Ketinggian (cm)	Jangkauan Angin (m)	Kecepatan angin (m/s)
A	A1-50	50	1	0.458-2.064
	A1-100	100	1	0.458-2.064

Model	Sampel	Ketinggian (cm)	Jangkauan Angin (m)	Kecepatan angin (m/s)
	A1-150	150	1.12	0.458-2.293
	A2-50	50	1.11	0.263-2.368
	A2-100	100	1.33	0.263-2.368
	A2-150	150	1.33	0.263-2.631
	A3-50	50	0.59	0.265-2.388
	A3-100	100	0.93	0.265-2.388
	A3-150	150	0.93	0.265-2.653
B	B1-50	50	1.12	0.246-2.22
	B1-100	100	1.12	0.246-2.22
	B1-150	150	1.05	0.246-2.466
	B2-50	50	0.67	0.246-2.1
	B2-100	100	1.2	0.246-2.1
	B2-150	150	1.25	0.246-2.22
	B3-50	50	0.66	0.246-2.22
	B3-100	100	0.6	0.246-2.22
	B3-150	150	0.39	0.246-2.22
C	C1-50	50	2.77	0.499-2.3
	C1-100	100	2.77	0.499-2.3
	C1-150	150	2.77	0.499-2.25
	C2-50	50	1	0.467-2.2
	C2-100	100	1.33	0.467-2.2
	C2-150	150	0.75	0.467-2.338
	C3-50	50	0.8	0.466-2.2
	C3-100	100	1.1	0.466-2.2
	C3-150	150	1.2	0.466-2.33

Sumber: Penulis, 2020

Dari tabel tersebut, hasilnya dapat dilihat perbandingannya pada grafik berikut.



Grafik 1. Perbandingan Jangkauan Angin Model A, B, dan C (m)

Sumber: Penulis, 2020

Tabel 5.Perbandingan Jangkauan Angin Model A, B dan C Berdasarkan Hasil Simulasi

Model	Sampel	Ketinggian (cm)	Jangkauan Angin (m)	Rata2 Jangkauan Angin (m)
A	50	50	2.7	0.9
	100	100	3.26	1.1
	150	150	3.38	1.1
B	50	50	2.45	0.8
	100	100	2.92	1.0
	150	150	2.69	0.9
C	50	50	4.57	1.5
	100	100	5.2	1.7
	150	150	4.72	1.6
Rata-rata		50	3.2	1.1
		100	3.8	1.3
		150	3.6	1.2

Dari grafik 1 dan table 5, bisa dilihat bahwa dari semua model dan ketinggian, model C1 atau model C sampel 1 memiliki jangkauan angin yang lebih baik daripada semua model dengan jangkauan angin sekitar 2,77 meter dan memiliki kecepatan angin minimum paling besar berkisar 0,499 m/s dan posisi *Eco-Cooler* dengan ketinggian 100 cm memiliki jangkauan angin yang lebih baik daripada yang lainnya.

KESIMPULAN

Hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa semakin besar perbandingan inlet terhadap outlet maka distribusi kecepatan aliran angin lebih baik, sesuai dengan penelitian dari Gao (2018). Hal ini disebabkan karena adanya tekanan yang besar yang melalui corong *Eco-Cooler*.

Sementara hasil simulasi menunjukkan, model C memiliki performa yang lebih baik dibanding model A dan B. Model ini mampu membuat jangkauan angin terpanjang dengan panjang sekitar 2,77 meter dan memiliki kecepatan angin minimum paling besar berkisar 0,499 m/s dan posisi *Eco-Cooler* dengan ketinggian 100 cm memiliki jangkauan angin yang lebih baik daripada yang lainnya.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan antara model tersebut dengan jendela yang dipakai pada umumnya. Kedepannya, *Eco-Cooler* diharapkan mampu menjadi alternative bukan alami.

DAFTAR REFERENSI

- Dewi, F. G. U. (2012). Pengaruh Kecepatan Dan Arah Aliran Udara Terhadap Kondisi Udara Dalam Ruangan Pada Sistem Ventilasi Alamiah. *Rekayasa Mesin*, 3(2), 299–304.
- Gao, R., Jiang, A., Modelling, S., Majumdar, S., & Tripathy, S. (2018). *Performance Evaluation of an Eco-Cooler analysed by varying the Physical and flow Parameters Performance Evaluation of an Eco-Cooler analysed by varying the Physical and flow Parameters*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/377/1/012024>
- Hermanto, A., Suwono, A., Abdurrachim, & Pasek, dan A. D. (2005). Pengembangan Metode Simulasi Sistem Pengkondisian Udara Energi Surya. *Jurnal Teknik Mesin Volume 20, Vol.20*, 58–67.
- I Gusti Ngurah Wiras Hardy.(2020). Konsep-Konsep Lokal Yang Melatarbelakangi Sistem Penghawaan Dan Pencahayaan Rumah Tradisional Di Dusun Pucung, Jawa Tengah. *Langkau Betang*, 7.

- Khan, A. H., Ahmed, Z., Islam, S., & Ghosh, A. K. (2019). ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Evaluation of cooling capability of an eco-cooler : experimental and of cooling capability of an experimental and numerical analysis numerical analyses Assessing the feasibility of using the heat demand-outdoor te. *Energy Procedia*, 160(2018), 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.124>
- Lee, S. C. dan M. C. (2000). Indoor and Outdoor Air Quality Investigation at Schools in Hong Kong. *PERGAMON Journal*.
- Muhson, A. (2006). Teknik Analisis Kuantitatif. *Makalah Teknik Analisis II*, 1–7. <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132232818/pendidikan/Analisis+Kuantitatif.pdf>
- Naveenkumar, P., Raguraman, K., S, R. K., & Krishnaraj, M. (2018). *Design and Analysis of Eco Cooler*. 4(2), 384–390.
- P. Satwiko. (2009). *Fisika Bangunan.pdf*.
- Rakhmawati, F. T., & ... (2016). Analisis Desain Ventilasi Alami dengan Metode Computational Fluid Dynamic Software Ansys Workbench pada Gedung Olahraga. *Jurnal ...*
- Rilatupa, J. (2008). Aspek Kenyamanan Termal Pada Pengkondisian Ruang Dalam. *Jurnal Sains Dan Teknologi EMAS*, 18(3), 191–198.
- Sadeghi, M., Wood, G., Samali, B., & de Dear, R. (2020). Effects of urban context on the indoor thermal comfort performance of windcatchers in a residential setting. *Energy and Buildings*, 219, 110010. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110010>
- Sangkertadi. (2006). Peran Kecepatan Angin Terhadap Peningkatan Kenyamanan Termis Manusia di Lingkungan Beriklim Tropis Lembab. *Manusia Dan Lingkungan*, 13(2), 71–89.
- Suhendra. (2009). *Simulasi dan Modeling Aliran Udara Menggunakan CFD Pada Lantai Dua Masjid At-Tauhid ARH UI Salemba*. 140.