

**Simulasi WinAir4 (CFD) Terhadap Pengaruh Kecepatan Dan Aliran Udara
Di Dalam Ruang Kuliah Universitas Nusa Nipa Maumere**

*WinAir Simulation (CFD) on the Influence of Air Speed and Flow
in the University of Nusa Nipa Maumere Lecture Room*

Maria Carolin Tandafatu¹, Cornelia Hildegardis²

^{1,2} Universitas Nusa Nipa, Maumere

Jl. Kesehatan No.3, Beru, Kec. Alok Tim.,
Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Tim. 86094

Email : jo.carol26@gmail.com

Article History:

Received: 22 Oktober 2022

Revised: 30 November 2022

Accepted: 31 Desember 2022

Keywords : *Comfort, Airflow,
Winair4*

Abstract: *Comfort can be provided from a building, inseparable from the existence of the building itself in the context of an environment that is limited by consideration of natural factors. In an effort to achieve comfort in buildings in tropical climates such as Indonesia, especially the city of Maumere, with characteristics of wind speed, humidity and relatively high air temperature and solar heat radiation can reach levels outside the human comfort zone. This study compares the speed and direction of wind flow in different lecture halls, seen from the level of height, direction and contour of the ground. The method used is data taken using equipment measured in the field and the results are simulated using WinAir4 from ECOTEC. The results obtained are the effect of altitude level, direction and contour orientation on wind speed and air flow in the design of the lecture hall in relation to thermal comfort.*

Abstrak

Kenyamanan yang dapat diberikan dari sebuah bangunan, tidak terlepas dari keberadaan bangunan itu sendiri dalam konteks lingkungan yang dibatasi pertimbangan faktor alam. Dalam upaya mencapai kenyamanan pada bangunan di daerah yang beriklim tropis seperti Indonesia khususnya kota Maumere, dengan karakteristik kecepatan angin, kelembaban dan suhu udara yang relatif tinggi serta radiasi panas matahari dapat mencapai tingkatan di luar zona nyaman manusia. Penelitian ini membandingkan kecepatan dan arah aliran angin pada ruang kuliah yang berbeda, dilihat dari level ketinggian, arah dan kontur tanah. Metode yang digunakan yaitu data yang diambil dengan menggunakan peralatan yang diukur di lapangan dan hasilnya disimulasikan menggunakan WinAir4 dari ECOTEC. Hasil yang didapat merupakan pengaruh dari level ketinggian, orientasi arah dan kontur terhadap kecepatan angin dan aliran udara pada desain ruang kuliah dalam kaitannya dengan kenyamanan termal.

Kata Kunci: kenyamanan, udara, WinAir4

PENDAHULUAN

Perancangan suatu bangunan bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia yang didukung dengan lingkungan binaan yang memperhatikan kenyamanan dalam beraktivitas, dalam hal ini kenyamanan yang dimaksudkan adalah kenyamanan termal. Kenyamanan digambarkan sebagai suatu kondisi dimana pengguna ruang merasakan sensasi menyenangkan yang berkaitan dengan suhu ruangan. Menurut standard Amerika (*ASHRAE USA, 1989*) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai perasaan dalam pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termalnya.¹ Dalam standard ini juga disyaratkan bahwa suatu kondisi dinyatakan nyaman apabila tidak kurang dari 90 persen responden yang diukur menyatakan nyaman secara termal. Untuk itu perlu diperhatikan faktor lingkungan binaan yang berkualitas dapat memberikan kenyamanan bagi para penghuni untuk melakukan aktifitasnya, sehingga dapat meningkatkan produktifitas kinerja penghuninya. Menurut Mannan (2007) selayaknya bangunan yang dapat memberi ruang beraktivitas yang nyaman (termasuk kenyamanan termal) kepada manusia sebagai penggunaanya agar terlindung dari iklim luar yang tidak menguntungkan, sehingga aktivitas dalam bangunan dapat berjalan dengan optimal.² Apabila kondisi di dalam ruangan yang dipengaruhi iklim setempat (berkaitan dengan suhu udara, kecepatan dan aliran udara, kelembaban, radiasi matahari, dan sebagainya) sesuai dengan kebutuhan fisik pengguna ruang, maka tingkat produktivitas dapat meningkat. Suhu udara merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kondisi nyaman (termal) manusia. Menurut Hoppe (1988) suhu manusia naik ketika suhu ruang dinaikkan sekitar 21°C, lebih lanjut kenaikan pada suhu ruang tidak menyebabkan suhu kulit naik, namun menyebabkan kulit berkeringat dan suhu ruang yang nyaman untuk kulit yaitu sekitar 20°C.³ Selain faktor suhu udara, kecepatan udara juga mempengaruhi kenyamanan termal, dimana semakin besar kecepatan udara akan berpengaruh terhadap semakin rendahnya suhu kulit manusia. Sedangkan menurut Lippsmeir (1994) batas-batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah pada kisaran suhu udara 22.5°C - 29°C dengan kelembaban udara 20% – 50%.⁴ Faktor lingkungan dan faktor individu pengguna ruang menjadi pertimbangan yang membentuk lingkungan termal manusia tersebut.

Kecepatan dan arah aliran udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan termal. Udara yang berhenti di dalam suatu ruangan akan menimbulkan perasaan pengab dan bau yang tidak diharapkan, yang dapat mengganggu kenyamanan di dalam ruangan. Pergerakan udara yang meningkat dapat melepaskan suhu panas, walaupun udara yang bergerak dalam kondisi hangat, ataupun tanpa disertai ada perubahan suhu ruangan. Pergerakan udara dapat mengurangi suhu di kulit sekitar 2 °C. Menurut Szokolay (1980), pengaruh kecepatan dan arah pergerakan udara terhadap tingkat kenyamanan dapat dilihat pada table berikut: ⁵

¹ ASHRAE, 1989, *Handbook of Fundamental, Chapter 8: Physiological Principles, Comfort and Health*, USA

² Mannan, 2007, *Faktor Kenyamanan Dalam Perancangan Bangunan (Kenyamanan Suhu-Termal Pada Bangunan)*, Jurnal Ichsan Gorontalo, 2 (1): 466-473

³ Hoppe, P, 1988, *Comfort Requirement in Indoor Climate, Energy and Buildings*, vol. 11: 249-267, ASHRAE, USA.

⁴ Lippsmeir, G, 1994, *Bangunan Tropis*, Erlangga, Jakarta.

⁵ Szokolay, S.V., (1980), *Environmental Science Handbook*, The Construction Prees Lanchester, England.

Tabel 1. Pergerakan Udara dan Pengaruhnya Pada Sensasi

Kecepatan Angin (m/det)	Sensation
Kurang dari 0,25	Tidak terasa
0,25 - 0,50	Menyenangkan
0,50 - 1,00	Terasa angin
1,00 - 1,50	Hembusan angin
Lebih dari 1,50	Angin yang mengganggu

Secara umum pola arah angin ditentukan oleh pembagian tekanan atmosfer udara, dan dapat ditentukan juga oleh ketinggian dari permukaan tanah. Joni Susanto, Dafik, Arif (2015) mengemukakan kecepatan angin pada suatu tempat dipengaruhi oleh ketinggian tempat tersebut dari permukaan tanah.⁶ Semakin tinggi posisi bangunan dari atas permukaan tanah akan semakin cepat kecepatan angin yang diterima bangunan dan menyebabkan semakin cepat kecepatan aliran udara (ventilasi) yang masuk ke dalam bangunan. Bangunan tinggi yaitu bangunan bertingkat secara vertical. Pada hasil penelitian yang menggunakan model rumah sederhana dalam terowongan angin, pola aliran udara di sekitar sebuah bangunan akan berubah jika ada bangunan lain yang berada disekitarnya (Soegijanto, 1999:225).⁷ Penelitian lainnya yang dilakukan pada ruang kelas oleh Baharuddin, Beddu dan Yahya (2012) pada ruang kelas di Universitas Hasanuddin menemukan bahwa tidak adanya aliran udara yang masuk ke dalam ruang kelas, dapat mempengaruhi tinggi suhu udara sehingga tidak dapat memenuhi standar kenyamanan termal.⁸

Dari temuan penelitian sebelumnya dan kondisi di lapangan, maka perlu dilakukan penelitian dengan cara menganalisis pengaruh kecepatan dan aliran udara pada ruang kuliah Universitas Nusa Nipa, dilihat dari level ketinggian, arah dan kontur tanah, untuk mendapatkan kenyamanan termal dalam aktifitas belajar.

METODE

Tahap Pemilihan Obyek Penelitian

Penelitian dilakukan di dalam kampus Universitas Nusa Nipa, pada 3 ruang kelas sebagai obyek penelitian. Ketiga ruang kelas berada pada tiga bangunan yang berbeda. Perbedaan level ketinggian, arah dan kontur menjadi perbandingan dari keempat ruangan tersebut. Analisis dengan menggunakan simulasi WinAir4 (CFD) dari Ecotect, untuk mendapatkan data kecepatan dan aliran udara di dalam ruang kelas. Perbandingan ketiga ruang kelas tersebut dapat dilihat pada table berikut :

⁶ Joni Susanto, Dafik, Arif, 2015, *Analisis Kecepatan Aliran Udara Pada Gedung Bertingkat Karena Pengaruh Penghalang Di Depannya*, Kadikma : Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, Vol. 6, No. 2, hal 75-82, Agustus 2015.

⁷ Soegijanto, 1999, *Bangunan Di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

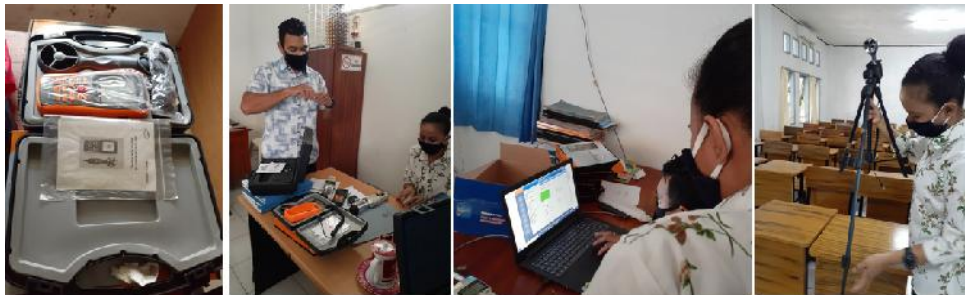
⁸ Baharuddin, Ishak, M.T., Beddu, S, & Yahya, M. (2012). *Kenyamanan Termal Gedung Kuliah Bersama Kampus Baru Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*. Paper presented at the Semesta Arsitektur Nusantara (SAN) 1, Universitas Brawijaya, Malang.

Tabel 2. Perbandingan Ruang Kelas - Obyek Penelitian

No.	Ruang Kelas	Gedung	Ketinggian level Lt.	Arah Ruang	Kontur
1.	Hukum 1.3	Fakultas Hukum	Lantai 1	Timur Laut-Barat Daya	23 mdpl
2.	Teknik II.4	Sapiensia	Lantai 2	Utara-Selatan	27 mdpl
3.	Nawacita 6	Nawacita	Lantai 1	Timur Laut-Barat Daya	23 mdpl

Tahap Instrumen Penelitian dan Penginputan Data

Setelah pemilihan ruang kelas sebagai obyek penelitian, tahapan selanjutnya yaitu persiapan alat instrumen untuk mengukur kecepatan angin di dalam dan di luar ruang kelas. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kecepatan rata-rata dari angin yang berada di lingkungan kampus. Alat instrumen diatur sesuai dengan kondisi lingkungan dan program dari alat instrument diinstal agar mudah dalam menginput data hasil pengukuran ke dalam program. Instrumen yang digunakan untuk mengukur tingkat kecepatan angina yaitu Anemometer dengan Teknolgi Thermal menggunakan sensor baling-baling yang mengubah putaran baling-baling menjadi kecepatan angina dan dipasang pada sisi dalam ruang kelas (dibagian tengah ruang) dan pada sisi luar ruang kelas (dengan melihat arah datangnya angin).



Gambar 1. Proses Perakitan dan Penginstalan Alat Instrumen



Gambar 2. Alat Instrumen Yang Dipasang di Luar dan di Dalam Ruang Kelas

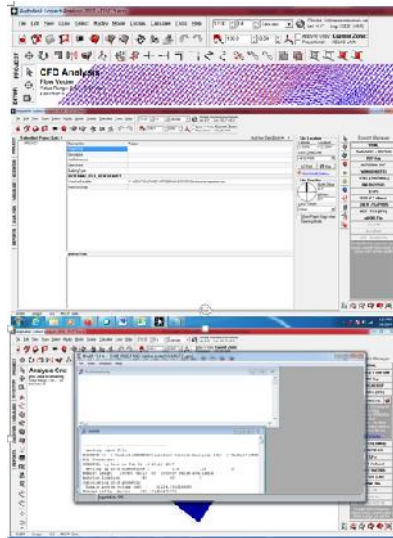
Selama waktu yang ditentukan alat instrument mencatat data di lapangan, kemudian data tersebut diinput ke dalam program yang sudah diinstal sebelumnya.

Tahap Analisis Data

Dari proses penginputan data-data di lapangan, didapatkan hasil data dari ketiga ruangan antara lain :

- Iklim yang dipilih adalah iklim Maumere yang sesuai dengan kondisi lingkungan kampus;
- Arah bangunan disesuaikan dengan letak arah mata angin;
- Dari hasil didapat kecepatan angin rata-rata yaitu 3 m/s;
- Suhu udara maksimal di dalam ruang kelas yaitu 30°C;
- Suhu udara maksimal di luar ruang kelas yaitu 32°C;

Mengukur kecepatan dan arah aliran udara menggunakan simulasi WinAir4 (CFD) dari Ecotect.



Gambar 3. Proses Penginputan Data ke dalam Simulasi WinAir4 (CFD) dari Ecotect

Menurut ASHRAE (American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers, 1989) dalam Maria, Noralita, Febryanti (2021), kenyamanan termal merupakan kondisi dimana seseorang merasa nyaman dengan keadaan temperature lingkungannya, yang apabila digambarkan dalam konteks sensasi dimana seseorang tidak merasakan temperatur udara terlalu panas maupun terlalu dingin. Faktor-faktor kenyamanan termal menurut ASHRAE di penagruhi oleh faktor lingkungan dan manusia, antara lain:

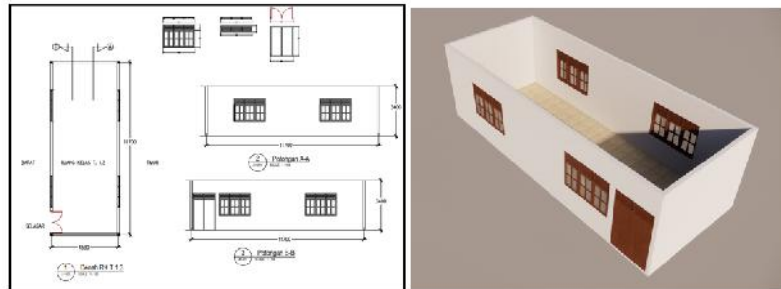
- a) Temperatur Udara, temperatur udara merupakan factor utama dari kenyamanan termal walaupun hal ini tergantung pada ciri perasaan subjektif dan kenyamanan berperilaku. Standar kenyamanan termal untuk kategori hangat nyaman menurut SNI 03-6572-2001 adalah 25,8 °C – 27,1 °C.
- b) Kelembaban udara, kelembaban udara relatif untuk daerah tropis menurut SNI 03-6572-2001 adalah sekitar 40% - 50%. Untuk ruangan yang memiliki kapasitas padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif yang dianjurkan adalah antara 55%-60%.
- c) Kecepatan Angin, kecepatan udara yang baik menurut SNI 03-6572-2001 0,25 m/s. Kecepatan udara tersebut dapat dibuat lebih besar dari 0,25 m/s tergantung dari kondisi temperature udara kering dalam ruang.

- d) Temperatur radiant, radiasi matahari mempunyai pengaruh yang besar terhadap sensasi termal.
- e) Insulasi pakaian, jenis dan bahan pakaian yang digunakan oleh individu dapat berpengaruh terhadap kenyamanan termal. Manusia dapat memilih dan menentukan jenis pakaian yang dikenakan sesuai kondisi lingkungan sekitar.
- f) Aktivitas, segala aktivitas yang dilakukan manusia akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan metabolisme tubuh.

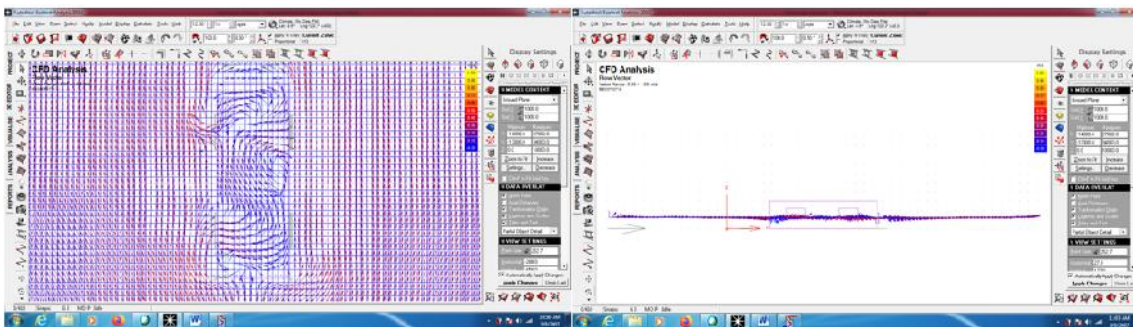
HASIL

Setelah mendapatkan hasil rata-rata kecepatan udara yang terdapat di dalam dan di luar ruangan kelas, maka data lapangan tersebut dianalisis menggunakan simulasi WInAir4 (CFD) dari Ecotect, dengan pembandingan pada level ketinggian ruang, arah ruang dan kontur. Hasil yang didapat antara lain :

- 1) Ruang Kelas Hukum 1.3 yang terletak di dalam gedung Fakultas Hukum,



Gambar 4. Ruang Kelas Hukum 1.3

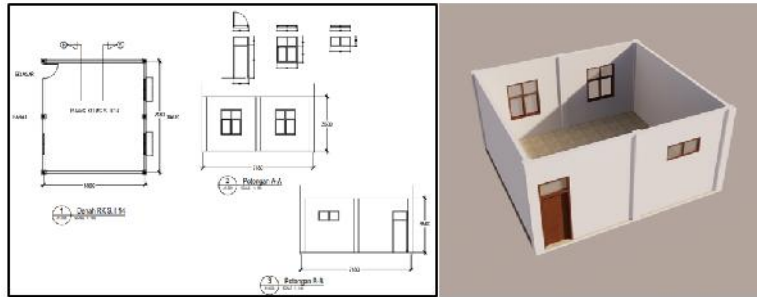


**Gambar 5. Hasil Simulasi CFD Aliran Udara Ruang Kelas Hukum 1.3
(Sumber : Tandafatu, dkk, 2021)**

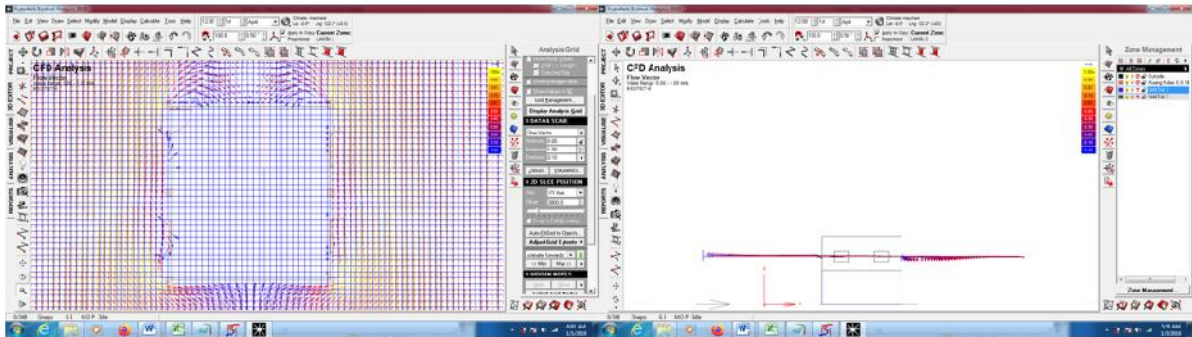
- Dari hasil diatas didapat bahwa aliran udara dari arah luar (Timur Laut) masuk ke dalam ruangan melalui bukaan yang lebar (Kondisi bukaan 100 % tanpa kaca). Tanda panah berwarna merah menunjukkan aliran udara dengan suhu tinggi yang masuk dari sisi kiri (Koridor di dalam gedung) kemudian berputar di dalam ruangan. Pergerakan angin di dalam ruang terlihat dengan tanda panah berwarna biru. Dimana aliran udara yang datang dari arah Barat Daya melalui bukaan, dari luar ruang kelas, sehingga sisi ruang kelas sebelah kanan lebih nyaman dari pada sisi sebelah kiri.

- Dilihat dari ruang kelas yang berada pada lantai 1, dengan kondisi sekitar yang terdapat gedung lain disisi kiri dan kanan, sehingga pergerakan udara berputar diantara gedung-gedung berlantai 1. Dengan kondisi gedung berada pada posisi rendah dibanding gedung yang lain. Suhu tinggi yang berada di luar ruangan, terbawa aliran uadara yang bergerak di seputaran gedung.

2) Ruang Kelas Teknik II.4 yang terletak di dalam gedung Sapiensia (Fakultas Teknik)



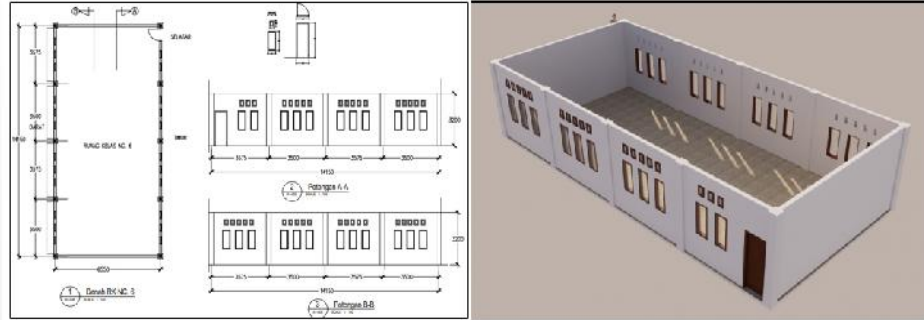
Gambar 6. Ruang Kelas Teknik II.4



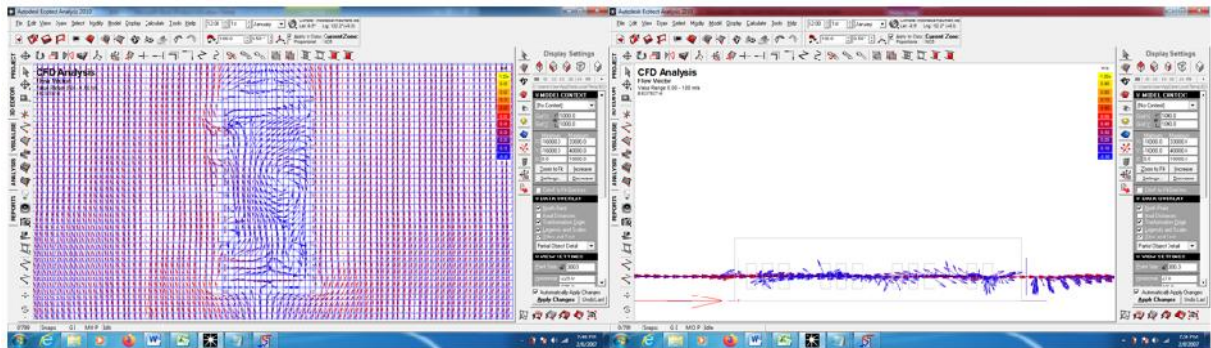
**Gambar 7. Hasil Simulasi CFD Aliran Udara Ruang Kelas Teknik II.4
(Sumber : Tandafatu, dkk, 2021)**

- Dari hasil diatas didapat bahwa pergerakan aliran udara dari arah luar (Utara Selatan) masuk ke dalam ruangan melalui bukaan yang lebar (Kondisi bukaan 100 % tanpa kaca). Aliran udara bersuhu rendah yang berwarna biru masuk ke dalam ruang, tetapi langsung keluar dan tidak sampai berada di tengah ruangan, karena aliran udara yang kencang dan tidak ada bangunan yang selevel (2 lantai atau sama tinggi) sehingga terdapat benturan udara di area Utara dan Selatan.
- Posisi ruang kelas berada pada lantai 2 dengan posisi kontur bangunan yang lebih tinggi dari bangunan sekitar, sehingga tidak ada penghalang, sehingga pergerakan udara yang kencang dan bebas dari luar ruangan.

- 3) Ruang Kelas Nawacita 6 yang terletak di dalam gedung Nawacita (Fakultas Ekonomi)



Gambar 8. Ruang Kelas Nawacita 6



**Gambar 9. Hasil Simulasi CFD Aliran Udara Ruang Kelas Nawacita 6
(Sumber : Tandafatu, dkk, 2021)**

- Ruang kelas Nawacita 6 memiliki keunggulan dimensi ruang yang lebih besar dari pada ruang kelas lain dan berada di lantai 1. Pergerakan udara dari arah Utara Selatan yang masuk melalui bukaan (kondisi bukaan 100% tanpa kaca), aliran udara masuk dan berputar di dalam ruangan, terlihat dengan tanda panah warna biru, dengan suhu lebih rendah dari pada di luar. Pada sisi Timur di siang hari akan terasa lebih panas, karena udara dari luar dengan suhu lebih tinggi.
- Sama halnya seperti ruang kelas Hukum 1.3 yang berada di lantai 1, kontur tanah yang rendah dan dikelilingi dengan gedung lain, sehingga pergerakan udara berputar disekitarnya, dan ditambah suhu udara yang lebih tinggi, terlihat pada gambar diatas yang ditunjukkan dengan tanda panah bewarna merah.

KESIMPULAN

Dilihat dari hasil analisis yang ditinjau dari level ketinggian, arah dan kontur tanah, yang mempengaruhi kenyamanan termal, bisa disimpulkan antara lain :

- Ditinjau dari arah, menurut standar Orientasi Bangunan Klimatik, pada daerah zona tropis arah sumbu bangunan yang tepat yaitu berada 5° ke Utara dari Timur, serta arah hadap bukaan bangunan yaitu ke Utara/Selatan. Dari tiga kelas yang menjadi obyek penelitian, maka ruang kelas Teknik II.4 belum memenuhi dalam kenyamanan termal, meskipun arah hadap bukaan kearah Utara dan Selatan, namun karena posisinya yang berada pada kontur yang tinggi serta level lantai 2, dan tidak terdapat penghalang di luar, maka pergerakan kecepatan udara lebih

kencang dan tidak terjebak didalam ruangan. Untuk itu diperlukan desain bukaan yaitu jendela dengan system ventilasi silang, untuk memasukan aliran udara ke dalam ruangan, yang didasarkan pada kondisi angin lokasi setempat.

- Berdasarkan hasil simulasi yang ditinjau dari perbedaan level ketinggian dari ketiga ruang kelas, menunjukkan bahwa ruang Hukum 1.3 dan ruang Nawacita, sudah cukup memenuhi kenyamanan termal, namun diperlukan desain bukaan yang mengarah pada sisi Utara/Selatan, dengan sun shading sebagai teknik pembayang, sehingga mengurangi suhu dari luar masuk ke dalam ruangan.

DAFTAR REFERENSI

- ASHRAE. "Handbook of Fundamental, Chapter 8: Physiological Principles". USA : Comfort and Health. 1989
- Baharuddin, Ishak, M.T., Beddu, S, & Yahya, M. "Kenyamanan Termal Gedung Kuliah Bersama Kampus Baru Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin" Paper presented at the Semesta Arsitektur Nusantara (SAN) 1. Malang : Universitas Brawijaya. 2012
- Hoppe, P. "Comfort Requirement in Indoor Climate, Energy and Buildings". vol. 11: 249-267, USA : ASHRAE. 1988
- Joni Susanto, Dafik, Arif. "Analisis Kecepatan Aliran Udara Pada Gedung Bertingkat Karena Pengaruh Penghalang Di Depan". Kadikma : Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika,
- Lippsmeir, G. "Bangunan Tropis" Jakarta : Erlangga. 1994
- Mannan. "Faktor Kenyamanan Dalam Perancangan Bangunan (Kenyamanan Suhu-Termal Pada Bangunan)". Jurnal Ichsan Gorontalo, 2 (1): 466-473. 2007
- Tandafatu, dkk. "Analisis Aliran Udara Untuk Meningkatkan Kenyamanan Termal Pada Ruang Kelas Di Maumere – Nusa Tenggara Timur" 1 St Seminar Nasional Teknologi Dan Multidisiplin Ilmu Semnastekmu, Universitas Sains dan Teknologi Komputer Semarang, No.1, 300-307. 2021.
- Sugini. "Pemaknaan Istilah-Istilah Kualitas Kenyamanan Termal Ruang Dalam Kaitan Dengan Variabel Iklim Ruang". LOGIKA: 03-17. 2004
- Soegijanto. "Bangunan Di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan". Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1999
- Szokolay, S.V. " Enviromental Science Handbook" The Construction Prees Lanchester, England. 1980