

## PENGARUH ELEMEN FASAD TERHADAP LAJU PERGERAKAN ALIRAN UDARA DI RUANG KELAS

Dian Febrina<sup>1</sup>, Baharuddin Hamzah<sup>1</sup>, Rosady Mulyadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department Arsitektur, Teknik, Universitas Hasanuddin  
dianfebrina07@gmail.com

**ABSTRAK.** Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh elemen fasad (kisi-kisi) terhadap persebaran aliran udara di ruang kelas. Penelitian ini dilakukan di ruang kelas gedung Class Room Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin dengan metode kuantitatif deskriptif. Langkah-langkah penelitian ini ialah dengan melakukan pengukuran kecepatan aliran udara, kelembaban, dan temperatur pada beberapa ruang kelas, kemudian dilakukan pembuatan model sesuai objek penelitian, dan dilakukan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2016 sesuai parameter penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kisi-kisi yang terdapat di hadapan bukaan jendela mempengaruhi persebaran aliran udara yang masuk ke dalam ruang kelas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas penerapan elemen fasad pada bangunan, dimana peran arsitektur dalam desain bangunan harus memperhatikan kondisi iklim dan alam untuk meminimalkan kondisi ketidaknyamanan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kisi-kisi pada fasad bangunan mempengaruhi laju pergerakan aliran udara yang masuk ke dalam ruang kelas, kemudian untuk memperoleh system ventilasi silang yang baik perlu dilakukan penambahan bukaan baik inlet/outlet maupun pintu ruang kelas diusahakan saling berhadapan.

**Kata kunci:** kisi-kisi, kecepatan aliran udara, kenyamanan termal

**ABSTRACT.** This paper elaborated about the influence of facade element to the wind spread in class room. It was conducted at Class Room Building of Engineering Faculty Hasanuddin University, by using quantitative descriptive method. This research measuring wind velocity, humidity, and temperature in each class room. The model that'd been created are simulated on SolidWorks 2016 Simulation software. Then based on that measured data, it showed that the facade element (kisi-kisi) which prevented the window of the class room, was influentially filtering the wind spread in the room. The aim of this research was about to find out the effectiveness of facade element where the role of architecture in building design should be payyed attention to the climate and nature condition, in order to minimize uncomforted condition.

**Keywords:** facade element, velocity, thermal comfort.

### PENDAHULUAN

Dalam proses belajar mengajar tentu diperlukan adanya kenyamanan yang berhak untuk diperoleh setiap pengguna ruang (mahasiswa). Kenyamanan dapat diperoleh dari berbagai aspek. Dari segi aspek lokasi atau tempat dimana kita melakukan aktifitas. Kenyamanan juga diperoleh dari seberapa nyamannya bangunan atau ruangan yang kita tempati. Setiap bangunan diharapkan dapat memberikan kenyamanan termal, visual, dan audio. Dari ketiga jenis kenyamanan tersebut, kenyamanan yang paling berpengaruh langsung terhadap fisik pengguna ruang adalah kenyamanan termal. Kenyamanan termal sangat dibutuhkan tubuh agar manusia dapat beraktivitas dengan baik.

Untuk mencapai kondisi kenyamanan termal dalam bangunan khususnya ruang kuliah, penggunaan sistem ventilasi yang tepat sangat dibutuhkan. Guna efisiensi energi, maka penggunaan sistem ventilasi alami sangat dianjurkan. Namun jika sistem alami ini tidak dapat lagi memenuhi kenyamanan pengguna,

maka sistem ventilasi mekanis yang hemat energi dapat digunakan sebagai gantinya. Oleh karena itu perancangan sistem ventilasi, baik alami maupun mekanis merupakan suatu hal yang sangat penting guna mewujudkan bangunan gedung hemat energi yang nyaman bagi penggunaannya. (Baharuddin, 2016)

Ruang kuliah adalah salah satu bangunan yang merupakan pengembangan dari bentuk interior ruang yang mana berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses pengetahuan dan menambah tingkat kecerdasan dari hasil belajar mengajar oleh dosen di ruangan tersebut. Akan tetapi permasalahan yang paling dominan dirasakan oleh mahasiswa di Gedung Class Room (CR) ialah kurang kondusifnya ruangan kelas yang pada umumnya hampir digunakan oleh sebagian besar department di fakultas tersebut.



Gambar 1: Bentuk Bukaannya Jendela Ruang Kelas  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Penerapan bukaan-bukaan yang ada di ruang kelas gedung CR berupa ventilasi silang dengan jendela serta inlet dan outlet pada setiap ruangnya. Jumlah bukaannya terdiri dari 6 jendela, dimana terdapat jendela dengan bukaan aktif dan passive. Jenis jendela yang digunakan pada seluruh ruangan kelas di Gedung CR ialah jendela dengan daun dibuka dengan engsel diatas, yang cukup populer digunakan saat ini.



Gambar 2: Bentuk Kisi-kisi pada Fasad Gedung Class Room  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Setiap bentuk kisi-kisi yang ada di depan bukaan jendela berbeda-beda tiap elevasi nya. Kisi-kisi pada lantai 1 dan 2 memiliki jarak 90 cm antar sirip, sedangkan kisi-kisi pada lantai 3 semakin rapat dengan jarak 90 cm. Kisi-kisi tersebut memiliki peran penting dalam pencahayaan (lighting) yang diterapkan sebagai sun screen untuk ruang kelas. Namun, ternyata kisi-kisi tersebut memberikan pengaruh terhadap datangnya aliran udara dari luar yang masuk ke gedung CR, sehingga muncullah hipotesis bahwa hal tersebut dapat berpengaruh terhadap kinerja termal (sistem ventilasi silang) pada ruang kelas.

Baharuddin dkk., (2012), menyimpulkan bahwa ruang-ruang kuliah pada gedung CR Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa, belum memenuhi standar kenyamanan termal akibat tingginya temperatur udara dan tidak adanya aliran udara dalam ruang. Kemudian untuk mendapatkan aliran yang merata perlu dilakukan penambahan rasio luas bukaan pada jendela tersebut (Latif dkk. 2016).

Untuk menunjang kenyamanan termal pada suatu ruang diperlukan bukaan-bukaan/ventilasi aktif yang sesuai dengan luas dan kapasitas pengguna ruang. Disamping itu penerapan bukaan/ ventilasi aktif pun kadang dianggap masih kurang efektif bila tidak diimplementasikan dengan benar. Hal serupa dapat dirasakan perbedaannya jika dibandingkan dengan bentuk bukaan yang terhalang oleh kisi-kisi, maupun bukaan yang tidak terhalang pada lantai dasar. Bahkan

beberapa pengkondisian dengan menerapkan sistem penghawaan mekanis sebagai alternative pemecahan masalah terhadap optimasi termal ruang kelas itu sendiri pun dianggap masih kurang maksimal.

Sebagai tindak lanjut dari penelitian terhadap obyek ruang kuliah, penulis merasa perlu melakukan infestigasi terhadap pengaruh fasad/ kisi-kisi yang terdapat pada bukaan jendela di ruang kuliah gedung CR tersebut. Penelitian ini merupakan studi awal untuk mendapatkan gambaran mengenai pengaruh kisi-kisi tersebut terhadap laju pergerakan aliran udara yang masuk melalui bukaan ke dalam ruang kuliah di gedung CR yang nantinya akan disajikan dalam bentuk pola kontur serta hasil dari berbagai perlakuan variasi model kisi-kisi yang telah disimulasi.

Pergerakan udara pada umumnya disebabkan oleh pemanasan terhadap udara dalam bentuk persebaran panas. Pemanasan atau persebaran panas dibagi atas pemanasan langsung dan tidak langsung. Pemanasan langsung merupakan absorpsi atau penyerapan panas oleh udara sedangkan pemanasan tidak langsung terjadi pada lapisan udara paling bawah, panas yang berasal dari bumi (setelah diterima bumi dari matahari) lalu disebarkan secara vertical dan horizontal.

Sistem Ventilasi alami merupakan sistem pengudaraan dengan cara natural menggunakan ventilasi untuk mengalirkan udara melalui bukaan permanen pada ruangan. Ventilasi udara alami berupa pemasangan jendela, pintu dan lubang angin pada ruangan. Lubang angin biasanya dipasang diatas jendela dan pintu. Lubang angin berfungsi sebagai jalur udara agar selalu mengalir dan bertukar dengan udara luar yang lebih bersih.

Saat ini, orang dalam negeri cenderung mengabaikan faktor kesehatan dan kenyamanan bangunan. Mereka lebih mementingkan tampilan interior dan eksterior bangunan mengikuti trend gaya bangunan luar negeri. Sebagai contoh misalnya, banyak bangunan dengan gaya minimalis lebih mementingkan tampilan fasade tanpa adanya lubang angin diatas pintu dan jendela. Padahal bangunan yang berada di daerah dengan iklim tropis lebih membutuhkan udara yang selalu bergerak dan mengalir. Udara yang selalu mengalir dan berganti akan membuat pengguna ruang lebih sehat dan nyaman.

Sirkulasi udara sangat dipengaruhi oleh angin. Angin merupakan udara yang bergerak, dimana diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara (tekanan tinggi ke tekanan rendah) di sekitarnya. Angin merupakan udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah atau dari suhu udara yang rendah ke suhu udara yang tinggi.

Apabila dipanaskan, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin disekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Diatas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dinamakan konveksi.

Angin terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara atau perbedaan suhu udara pada suatu daerah atau wilayah. Hal ini berkaitan dengan besarnya energi panas matahari yang di terima oleh permukaan bumi. Pada suatu wilayah, daerah yang menerima energi panas matahari lebih besar akan mempunyai suhu udara yang lebih panas dan tekanan udara yang cenderung lebih rendah. Perbedaan suhu dan tekanan udara akan terjadi antara daerah yang menerima energi panas lebih besar dengan daerah lain yang lebih sedikit menerima energi panas, yang berakibat akan terjadi aliran udara pada wilayah tersebut.

Hal-hal yang bisa kita lakukan untuk mengoptimalkan pengkondisian udara di dalam bangunan secara alami, ialah:

#### 1. Orientasi Bangunan

Radiasi matahari adalah penyebab utama tingginya suhu di dalam ruang. Sebisa mungkin hindari banyak bukaan di arah timur dan barat. Apabila tidak bisa dihindari, bisa diupayakan adanya barrier terhadap radiasi panas matahari, terutama matahari sore di arah barat. Barrier bisa berupa tanaman atau vegetasi, atau elemen bangunan berupa sun shading. Sun shading berupa elemen vertikal (sirip) atau elemen horizontal (topi-topi/overhang).

#### 2. Perbanyak Bukaan

Bukaan atau ventilasi udara yang dianjurkan adalah paling tidak sebesar 15% dari luas lantai bangunan.

#### 3. Atur letak bukaan.

Ventilasi udara haruslah berada di kedua sisi bangunan atau ruangan. Tidak akan banyak manfaatnya apabila bukaan hanya berada di salah satu sisi bangunan. Udara luar tidak akan bisa masuk ke dalam ruang bila tidak ada lubang yang lain untuk jalan keluar udara. Jadi, harus dihindari memanfaatkan seluruh kavling hingga ke belakang. Sisakan sedikit bagian kavling di belakang bangunan yang terbuka hingga ke atas, supaya terjadi ventilasi silang. Dalam satu ruangan pun, sebaiknya, jendela/bukaan tidak berada pada sisi yang sama. Misalkan suatu bidang dinding mempunyai jendela di sisi sebelah kiri, sebaiknya bidang dinding yang berseberangan mempunyai jendela di sisi kanan. Dengan

konfigurasi seperti ini, diharapkan seluruh bagian bangunan/ ruangan akan tersentuh oleh aliran udara.

#### a) Fungsi, Prinsip dan Mekanisme Sistem Kerja Ventilasi

Fungsi utama ventilasi dan jendela antara lain: Sebagai lubang masuk dan keluar angin sekaligus sebagai lubang pertukaran udara atau lubang ventilasi yang tidak tetap (sering berupa jendela atau pintu); Sebagai lubang masuknya cahaya dari luar (sinar matahari). Agar udara dalam ruangan tetap segar, persyaratan teknis ventilasi dan jendela sebagai berikut :

- a) Luas lubang ventilasi tetap, minimum 5% dari luas lantai ruangan dan luas lubang ventilasi insidental (dapat dibuka dan ditutup) minimum 5% luas lantai, dengan tinggi lubang ventilasi minimal 80 cm dari langit-langit.
- b) Tinggi jendela yang dapat dibuka dan ditutup minimal 80 cm dari lantai dan jarak dari langit-langit sampai jendela minimal 30 cm.
- c) Udara yang masuk harus udara yang bersih, tidak dicemari oleh asap pembakaran sampah, knalpot kendaraan, debu dan lain-lain.
- d) Aliran udara diusahakan cross ventilation dengan menempatkan lubang hawa berhadapan antara dua dinding ruangan. Aliran udara ini diusahakan tidak terhalang oleh barang-barang seperti lemari, dinding, sekat-sekat, dan lain-lain.
- e) Kelembaban udara dijaga antara 40% s/d 70%.

#### 2. Kinerja Pertukaran Udara luar dan Dalam Ruang

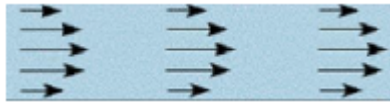
Bangunan di negara tropis lembab tanpa sistem pengkondisian udara, sangat tergantung pada jendela-jendela yang besar yang akan menjadi media pergantian udara pengap di dalam bangunan dengan udara yang lebih segar dari luar bangunan. Proses pergantian ini sangat tergantung pada beberapa aspek, yang masing-masing dapat dibedakan menjadi: aspek pada bangunan itu sendiri dan aspek di luar bangunan. Aspek pada bangunan meliputi, penempatan jendela (baik secara vertikal maupun horisontal), dimensi jendela dan tipe (model) jendela yang dipilih. Sedangkan aspek luar bangunan meliputi: arah dan kecepatan aliran udara serta kerapatan dan ketinggian bangunan sekitar.

Ada beberapa faktor yang akan berpengaruh terhadap proses pertukaran udara secara alamiah yang terjadi pada suatu ruangan atau bangunan, Faktor-faktor tersebut adalah arah dan kecepatan aliran udara di luar bangunan, suhu, dan kelembaban udara di dalam dan di luar bangunan, spesifikasi lubang ventilasi

(posisi inlet dan outlet, dimensi dan bentuk serta fitur penunjang). Faktor-faktor ini saling berkaitan dan mendukung dalam menciptakan pertukaran udara yang baik pada suatu ruangan atau bangunan.

### Jenis Pola Pergerakan Udara

a) Laminar



Gambar 3: Pola Pergerakan Aliran Udara Laminar  
Sumber: Amarullah (2016)

Arah angin mengalir relative sejajar satu sama lain dan dapat terprediksi karena turbulensi internalnya rendah.

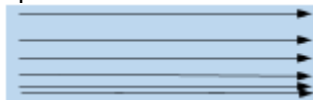
b) Turbulen



Gambar 4: Pola Pergerakan Aliran Udara Turbulen  
Sumber: Amarullah (2016)

Pada awalnya merupakan pola laminar yang mengalami perubahan pola menjadi acak dan tidak terprediksi akibat adanya elemen eksternal.

c) Terpisah



Gambar 5: Pola Pergerakan Aliran Udara Terpisah  
Sumber: Amarullah (2016)

Pergesekan antara arus angin, dapat mengurangi kecepatan aliran udara pada arus angin tertentu dalam kesejajaran yang tetap sama dan tanpa turbulensi internal.

### Standar Kenyamanan Termal

#### 1. Kecepatan Udara

Standar kenyamanan termal untuk kecepatan aliran udara yang digunakan ada tiga yaitu :

- a) Lippsmeier (1997) menyatakan bahwa patokan untuk kecepatan aliran udara ialah:
  - a) 0.25 m/s ialah nyaman, tanpa dirasakan adanya gerakan udara.
  - b) 0.25 – 0.5 m/s ialah nyaman, gerakan udara terasa.
  - c) 1.0 – 1.5 m/s aliran udara ringan sampai tidak menyenangkan.
  - d) Diatas 1.5 m/s tidak menyenangkan.
- b) Menurut surat keterangan MENKES NO. (261/MENKES/SK/II/1998), laju angin ruangan yaitu 0.15 sampai 0.25 m/s.

#### 2. Suhu (°C)

Standar kenyamanan termal untuk suhu yang digunakan ada empat, yaitu:

- a) SNI (1993) menyatakan daerah kenyamanan termal pada bangunan yang dikondisikan untuk orang Indonesia, yaitu:
  - a) Sejuk nyaman, antara suhu efektif 20.8°C – 22.8°C
  - b) Nyaman optimal, antara suhu efektif 22.8°C – 25.8°C
  - c) Hangat nyaman, antara suhu efektif 25.8°C – 27.1°C

#### 3. Kelembaban Udara

SNI (1993) menyatakan daerah kenyamanan termal pada bangunan yang dikondisikan untuk orang Indonesia yaitu 40 % - 70 %.

### METODE PENELITIAN

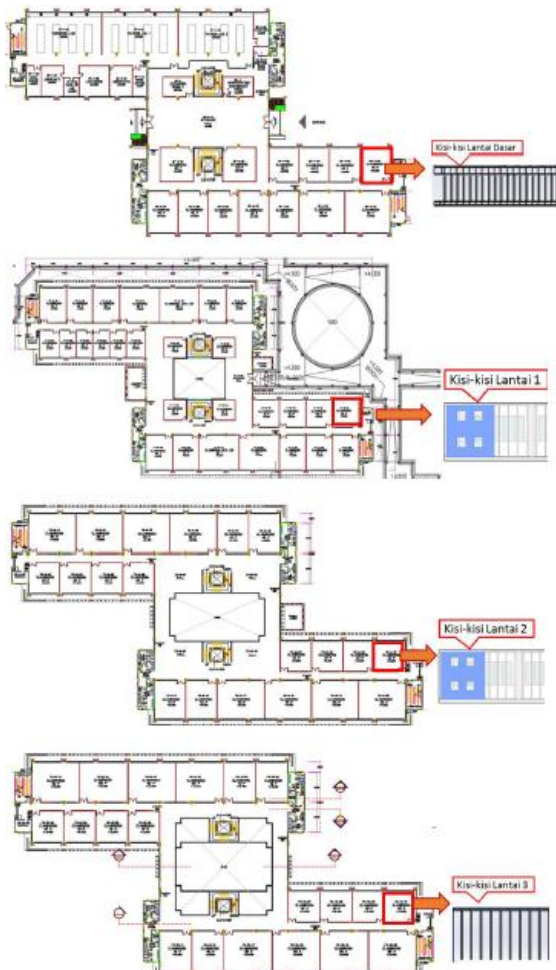
Penelitian ini, menggunakan metode kuantitatif deskriptif, dimana pengukuran menggunakan alat Hobo Data Logger, dengan perangkat lunak SolidWorks 2016 sebagai alat bantu simulasi. Dalam program SolidWorks kita dapat membuat model, menganalisis dan mengetahui pola kontur pergerakan udara dalam ruang kelas. Langkah kerja pada penelitian ini mula-mula dilakukan pengukuran pada ruang kelas yang diteliti menggunakan alat ukur hobo data logger, yang dapat mengukur temperature, kelembaban dan laju pergerakan udara dalam ruang internal. Kemudian dibuat model sesuai studi kasus yang diteliti pada software SolidWorks 2016, yang selanjutnya dilakukan beberapa cut plots pada beberapa parameter yang sesuai dengan variable bebas pada penelitian ini, hingga menghasilkan kontur dan pengaruh kisi-kisi terhadap laju pergerakan angin di dalam ruang.

Parameter input dalam simulasi di diperoleh melalui pengukuran di lapangan berupa dimensi ruang kuliah, luas bukaan ventilasi, dan parameter iklim mikro. Parameter input untuk kondisi iklim mikro diambil dari data rata-rata nilai iklim lingkungan pada tanggal 6-12 Februari 2017, diperoleh dari alat hobo data logger yang berstasiun di Gedung Class Room Kampus Teknik Universitas Hasanuddin Gowa. Pengukuran dilakukan tiap dua kelas pada hari yang berbeda. Sehingga terdapat 4 kali pengukuran dalam 2 periode. Periode ke-1 hari pertama adalah pengukuran ruang kelas lantai dasar dan lantai 1, Periode ke-1 hari kedua ialah pengukuran ruang kelas di lantai 2 dan lantai 3. Begitupun dengan periode ke-2 hari pertama merupakan pengukuran yang dilakukan di lantai dasar dan lantai 1, dan terakhir periode ke-2 hari kedua merupakan pengukuran yang dilakukan di lantai 2 dan lantai 3. Data pengukuran ini kemudian dipakai sebagai parameter input simulasi aliran udara di empat ruang kelas dengan kisi-kisi dan elevasi berbeda. Simulasi dilakukan pada kondisi bukaan maksimum pada sistem ventilasi existing dengan perlakuan pintu kelas

terbuka. Kecepatan input angin 0,8 m/det pada sumbu X, dengan perlakuan orientasi kisi-kisi pada bangunan diarahkan ke arah 30o, 45o, dan 60o.

Simulasi dengan menggunakan SolidWorks dilakukan untuk mengetahui pola kontur distribusi aliran udara dan pengaruh kisi-kisi terhadap laju pergerakan udara di dalam ruang kelas. Simulasi dilakukan pada masing-masing tipe ruang kuliah adalah 13 kali dengan rincian 4 kali simulasi posisi bangunan pada kondisi awal (tanpa dilakukan perubahan kisi-kisi), 3 kali simulasi posisi kisi-kisi pada arah 30o, 3 kali pada posisi kisi-kisi 45o, dan 3 kali posisi kisi-kisi di arah 60o. dengan perlakuan kecepatan input angin masing-masing 0.8 m/det. Distribusi suhu udara dan kecepatan aliran udara ditampilkan berupa potongan kontur yang disesuaikan dengan besar ruangan, posisi bukaan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 6: Lokasi Penelitian  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

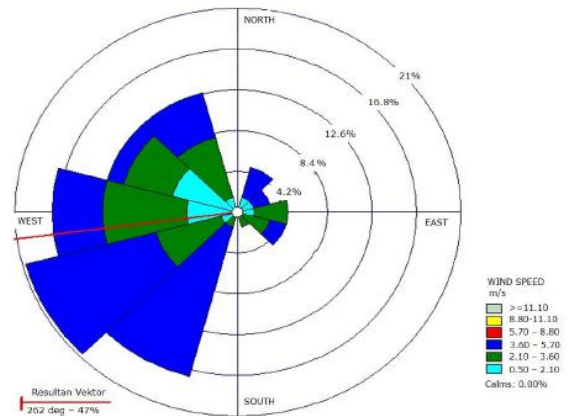
Lokasi obyek penelitian adalah di empat ruang kuliah di Gedung CR fakultas Teknik Unhas Gowa dengan kisi-kisi fasad yang berbeda di

tiap elevasinya.

Ruang kelas yang menjadi objek penelitian adalah ruang yang diberi tanda kotak merah pada sudut kanan atas denah gedung CR.

### Hasil Pengukuran Iklim Makro

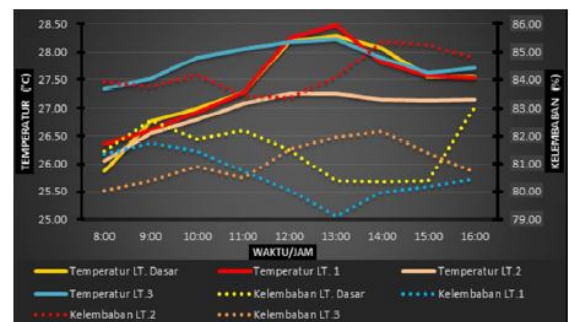
Data penelitian diambil pada tanggal 6-12 Februari 2017. Pada umumnya kondisi cuaca pada hari itu cerah, Gambar 33. Windrose data kecepatan angin dan arah angin lingkungan yang diperoleh dari alat Vaisala, yang berada di Kampus Teknik Universitas Hasanuddin Gowa. Kondisi kecepatan arah angin sebagian besar terjadi pada arah barat bangunan.



Gambar 7: Hasil Analisis Iklim Makro  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

### Hasil Pengukuran Iklim Mikro

Pengukuran dilakukan pada 4 tipe kelas yang ventilasi sisi luarnya memiliki kisi-kisi berbeda dan berorientasi ke arah Utara. Luas kelas (63m<sup>2</sup>), dengan tinggi plafond (3m<sup>2</sup>).



Gambar 8: Nilai Rata-rata Kondisi Temperatur dan Kelembaban Udara Relatif (humidity) selama 6-12 Februari 2017  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Kondisi cuaca pada saat pengukuran dapat dilihat pada Gambar 8, bahwa pada hari pengukuran temperatur udara luar dari jam 08.00-16.00 WITA, berkisar 26,5°C-27,5°C. Kelembaban relatif berkisar 80,56-84,24%. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan pada hari yang cukup panas.

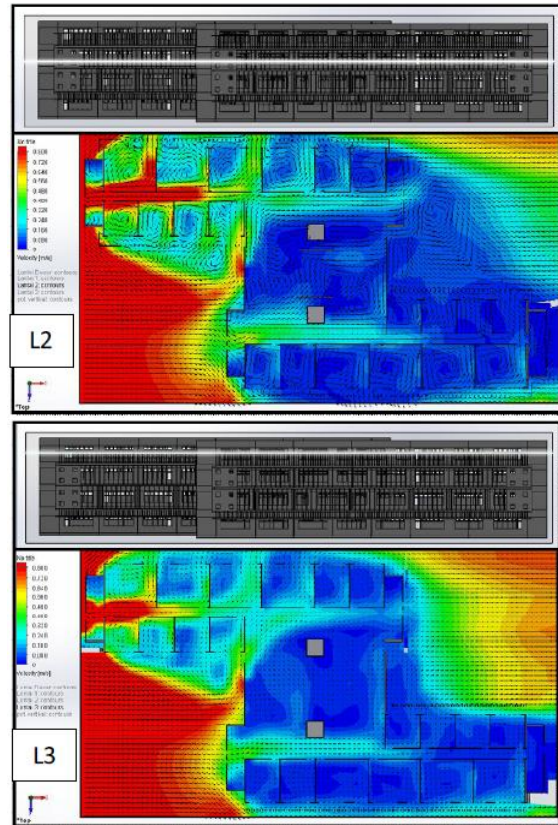
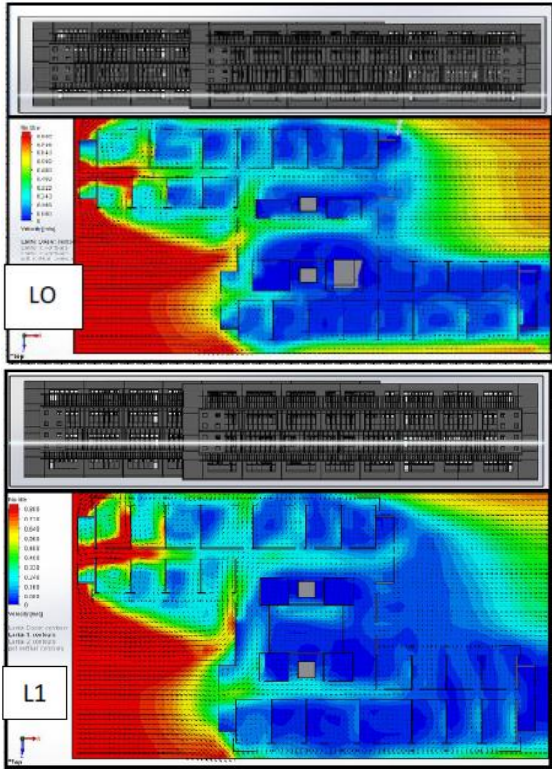


Gambar 9: Nilai Rata-rata Kecepatan Aliran Udara selama 6-12 Februari 2017  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Kondisi iklim mikro pada Ruang Kuliah Fakultas Teknik Unhas pada pukul 08.00 WITA Rata-rata Temperatur 28°C, kecepatan angin 0,8 m/det, Kelembaban relatif udara 76.97%.

### Hasil Simulasi

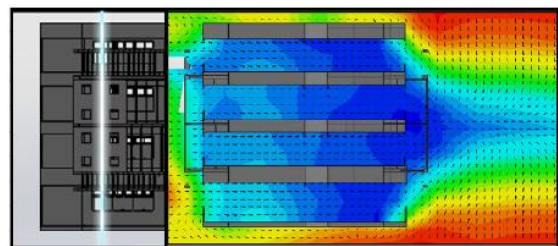
Sesuai dengan data pengukuran kecepatan aliran udara menggunakan hobo data logger, hasil simulasi model bangunan gedung Class Room dalam bentuk kontur dapat dilihat pada Gambar 10. Menunjukkan minimnya pergerakan udara yang masuk ke dalam ruang, hal ini akibat terjadinya penyaringan oleh kisi-kisi pada fasad bangunan tersebut.



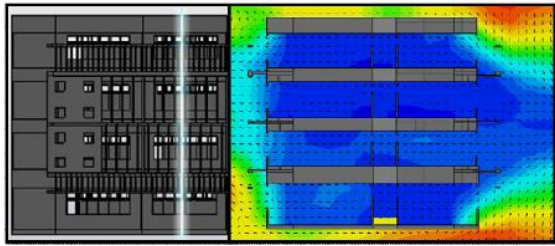
Gambar 10: Tampak Cut Plots dan Kondisi Awal Kontur Persebaran Peregerakan Aliran Udara di Ruang Kuliah Gedung Class Room, (L0) merupakan kontur Lantai Dasar; (L1) kontur Lantai 1; (L2) kontur Lantai 2; dan (L3) Kontur Lantai 3  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Gambar 10 menunjukkan bahwa ruang kelas dengan persebaran udara yang lumayan baik jika dibandingkan dengan yang lain ialah ruang kelas di lantai dasar yang bukaan jendelanya tidak terhalang oleh kisi-kisi, persebaran aliran udara di ruangan tersebut cukup stabil.

Potongan vertikal pada gambar 11 ialah cut plots yang ditempatkan tepat mengenai kisi-kisi kotak berwarna biru pada bangunan yang sejajar dengan bukaan pintu ruang kelas. Sedangkan gambar 12 merupakan cut plots yang ditempatkan pada kisi-kisi menyirip.



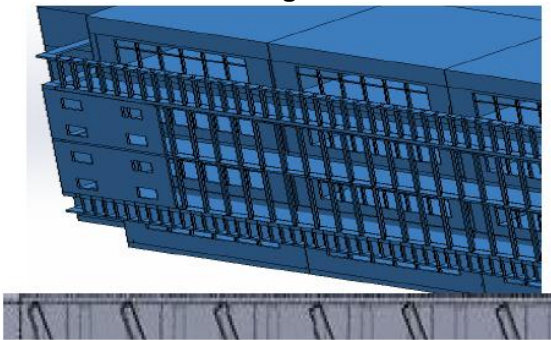
Gambar 71: Tampak Cut Plots dan Kontur Potongan Vertikal-1 Persebaran Peregerakan Aliran Udara  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)



Gambar 82: Tampak Cut Plots dan Kontur Potongan Vertikal-2 Persebaran Peregerakan Aliran Udara  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada ruang kelas di gedung CR tersebut terjadi pertukaran udara silang yang lumayan lambat. Hal ini dikarenakan adanya koridor yang mengapit dua ruangan tersebut, jika dilihat pada gambar 11 yang tidak terhalangi dinding, pergerakan udara terlihat baik tanpa terjadinya  $x^1q''$  turbulensi di koridor gedung.

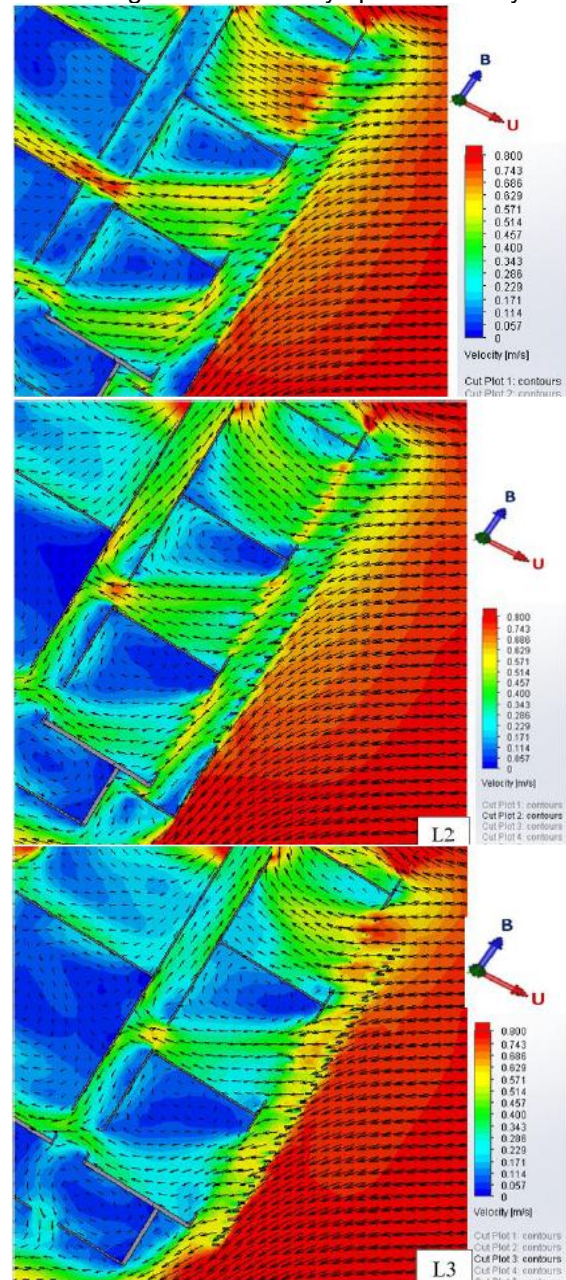
**Model kisi-kisi dimiringkan 30°**



Gambar 93: Bentuk Isometri dan Denah Model Kisi-kisi Setelah Diputar sebesar 30o  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Gambar 14 memperlihatkan hasil simulasi pergerakan aliran udara dalam ruang kelas, terlihat bahwa kecepatan aliran udara yang berkontur merah merupakan kecepatan dengan kontur yang tinggi, saat memasuki ruang kelas kontur berwarna merah tersebut seakan tersaring oleh kisi-kisi hingga mengalami perubahan warna berwarna hijau atau pun biru muda. Namun demikian, dengan kondisi kisi-kisi yang dimiringkan 30o tersebut ternyata memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan saat bangunannya yang diorientasikan 30o. kan tetapi pada sudut-sudut tertentu terjadi tubulensi berkontur biru, dimana pada titik tersebut memang terjadi tekanan udara yang tinggi, tidak adanya bukaan yang luas mengakibatkan udara bergerak lambat. Dapat kiti lihat pada kontur berwarna biru pada kisi-kisi yang ada di sudut kanan bangunan, yang ada di gambar (L1). Terjadi kontur berwarna biru di sekitar kisi tersebut. Hal ini karena kisi-kisi tersebut

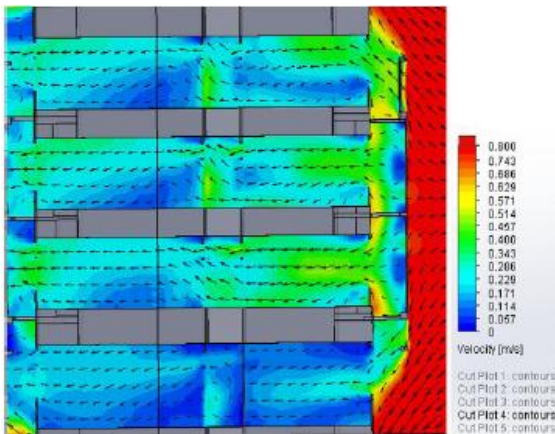
menghambat masuknya pergerakan angin, sehingga terjadi tekanan udara antara kisi-kisi kotak dengan kisi-kisi menyirip disebelahnya.



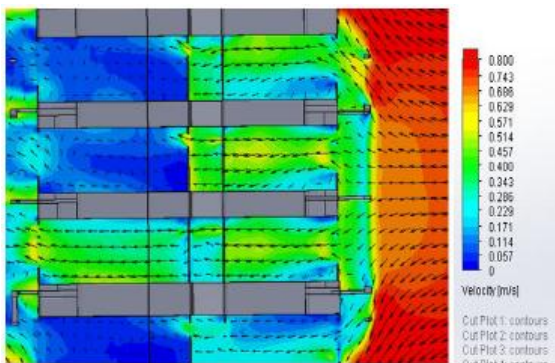
Gambar 104: Kontur Persebaran Pergerakan Aliran Udara dengan bentuk kisi-kisi dimiringkan 30o, pada (L1) yang merupakan kontur Lantai 1; (L2) kontur Lantai 2; dan (L3) Kontur Lantai 3  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Gambar 16 pada potongan vertical-2 pergerakan aliran udara yang masuk melalui kisi-kisi menyirip cukup baik, namun tidak terjadi cross ventilation dikarenakan tidak adanya pintu dihadapan ruang kelas di lantai dasar, lantai 2 dan lantai 3. Sedangkan pada gambar 15 yang dipotong tepat mengenai

pintu, pergerakan aliran udara tersebar merata.

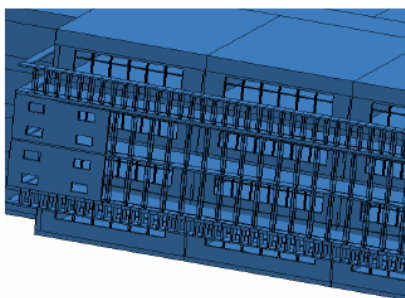


Gambar 11.: Potongan Vertikal-1 dengan bentuk kisi-kisi dimiringkan 30o  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)



Gambar 126.: Potongan Vertikal-2 dengan bentuk kisi-kisi dimiringkan 30o  
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2017)

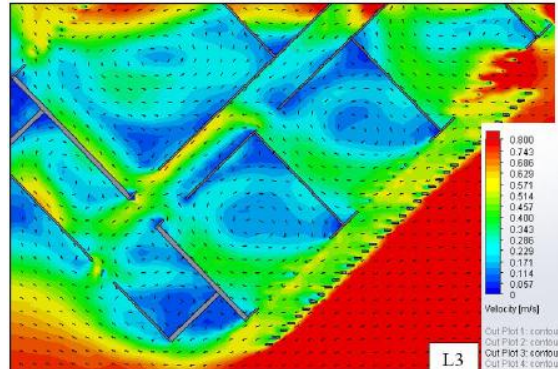
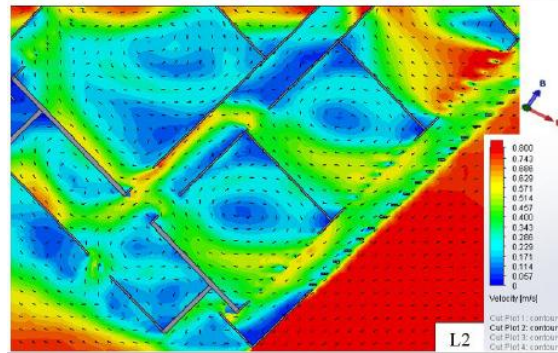
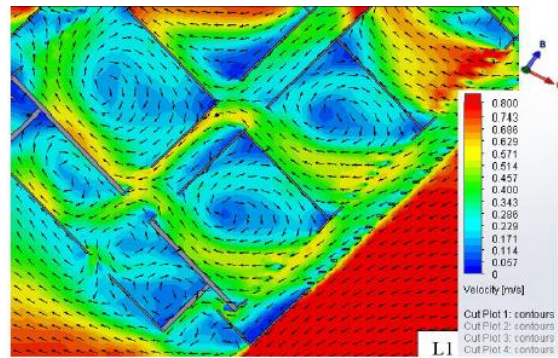
**Model kisi-kisi dimiringkan 45°**



Gambar 137: Bentuk Isometri dan Denah Model Kisi-kisi Setelah Diputar sebesar 45o  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Kisi-kisi kemudian di miringkan lagi sebesar 45o, dimana pada perlakuan sebelumnya, persebaran aliran udara dalam ruang kelas

yang baik dapat dirasakan saat bangunan di orientasikan sebesar 45o. Oleh sebab itu, gambar 18 menunjukkan bahwa saat kisi-kisi dimiringkan sebesar 45o diperoleh hasil yang sama baik nya dengan bangunan yang di orientasikan ke arah 45o. Makah hal ini memperkuat hipotesis penulis bahwa kisi-kisi memang mempengaruhi laju pergerakan aliran udara yang masuk kedalam ruang kelas.



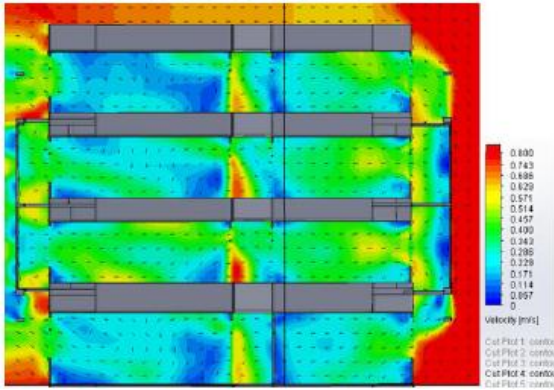
Gambar 148: Kontur Persebaran Pergerakan Aliran Udara dengan bentuk kisi-kisi dimiringkan 45o, pada (L1) yang merupakan kontur Lantai 1; (L2) kontur Lantai 2; dan (L3) Kontur Lantai 3.  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Turbulensi yang terjadi pada sudut-sudut ruang kelas yang berkontur biru tersebut tidak dapat dipungkiri memang dapat terjadi apa bila bukaan outlet pada setiap ruang kelas di gedung tersebut tidak di tambah atau di perbesar. Sehingga baik kisi-kisi maupun bangunan, pada orientasi 45° merupakan

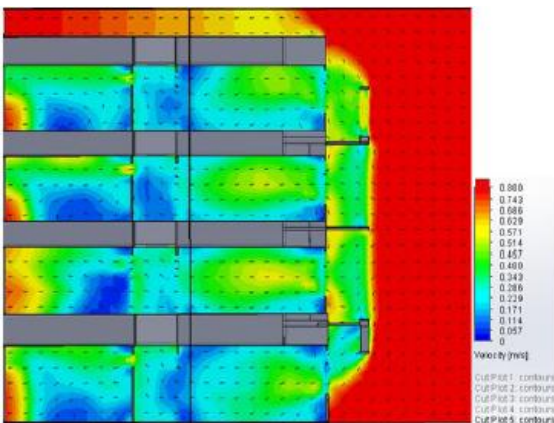


orientasi yang baik untuk mendapatkan persebaran aliran udara yang cukup merata.

Perubahan kontur pada gambar 19 dan 20 yang merupakan kontur potongan vertical di gedung tersebut pun menunjukkan kinerja *cross ventilation* yang merata dan cukup baik dibanding dengan kondisi sebelumnya.



Gambar 159.: Potongan Vertikal-1 dengan bentuk kisi-kisi dimiringkan 45o  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)



Gambar 20.: Potongan Vertikal-2 dengan bentuk kisi-kisi dimiringkan 45o  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2017)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap ruang kuliah di ruang kuliah gedung class room, fakultas teknik Universitas Hasanuddin Gowa, dengan tahap awal melakukan infestigasi terhadap kondisi eksisting ruang-ruang kelas, melakukan pengukuran iklim termal dan kemudian melakukan eksperimen terhadap model sesuai kondisi awal yang ada pada gedung class room, serta melakukan eksperimen terhadap osisi/orientasi bangunan dan formasi kisi-kisi pada fasad maka didapatkan beberapa hal sebagai berikut.

Kondisi eksisting pada simulasi ruang kuliah FT UH menunjukkan distribusi kecepatan aliran udara dalam ruangan yang tidak cukup baik. Input velocity sebesar 0.8 m/det menunjukkan bahwa tidak terasanya pergerakan aliran udara didalam ruang kuliah. Hal ini yang menyebabkan penurunan udara dalam ruang secara keseluruhan, karena terjadi nya pertumpukan tekanan udara pada sudut-sudut ruang tertentu dimana bukaan pada area tersebut sangat minim, sebagian besar dari hasil simulasi menunjukkan bahwa pergerakan aliran udara yang baik (ditandai dengan kontur berwarna hijau) hanya terjadi di area yang lost (tidak bertabrakan dengan dinding) seperti pintu yang saling berhadapan terbuka. Sehingga untuk area efektif yang dipakai beraktifitas belajar dalam kondisi duduk, masih terlihat area yang masih belum memenuhi standar nyaman aliran udara karena distribusi kecepatan aliran sekitar 0.08 m/det ke bawah sedangkan standar nyaman minimal 0.25m/det (Lippsmeier, 1997). Dengan kecepatan input velocity 0.8 m/det, Hasil simulasi menunjukkan kontur temperatur ruang kuliah FT UNHAS cukup baik setelah bangunan diorientasikan ke arah barat daya sebesar 45°, begitu pun saat kisi-kisi yang diorientasikan tanpa mengubah posisi bangunan, sehingga hal ini menunjukkan bahwa kisi-kisi pada fasad memang mempengaruhi laju pergerakan aliran udara ke dalam ruang kuliah.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur *hobo data logger*, nilai rata-rata temperature dan kelembaban yang dimiliki ruang kelas gedung CR cukup tinggi, dengan laju persebaran udara di dalam kelas yang minim. Disamping itu, data termal mikro pada gedung Class Room tsb rata-rata tidak sesuai dengan SNI. Kemudian hasil siulasi dengan *software SolidWorks Simulation 2016* menunjukkan bahwa Kisi-kisi pada fasade bangunan terbukti memberikan pengaruh terhadap laju persebaran aliran udara di dalam ruang kelas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan penelitian ini tentunya banyak rintangan dan kesulitan tersendiri yang telah dihadapi oleh penulis. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini, mulai dari tahap proposal, survei, analisis dan pembahasan hasil penelitian, khususnya kepada mahasiswa

S3 Sahabuddin, ST. MT yang telah berkontribusi banyak dalam memberikan penulis saran dan masukan serta mengajarkan banyak hal mengenai perangkat lunak *SolidWorks Simulation*.

#### DAFTAR PUSTAKA

Amarullah, K. (2014). Aliran Laminer dan Turbulen. <http://khammal.blogspot.co.id/2014/01/aliran-laminer-dan-turbulen.html>. [7 September 2016].

Baharuddin, Ishak, M. T., Rahim, R. (2016). Sistem Ventilasi Ruang Kuliah Berdasarkan Preferensi Dan Tingkat Kenyamanan Termal Pengguna. Gowa.

Baharuddin, Ishak, M. T., Beddu, S., dkk. (2012). Kenyamanan Termal Gedung Kuliah Bersama Kampus Baru Fakultas

Teknik Universitas Hasanuddin. Makalah disajikan dalam Semesta Arsitektur Nusantara SAN 1. Malang.

Latif, S., Hamzah, B., dan Ihsan, I. (2016). Pengaliran Udara untuk Kenyamanan Termal Ruang Kelas dengan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamics. *Sinektika*, 14 (2): 209-216.

Lippsmeier, G.(1997). *Tropenbau Building in the Tropics*, Bangunan Tropis (terj.) Jakarta: Erlangga.

Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja 261/MENKES/SK/II/1998. (2001). Jakarta: Menteri Kesehatan Indonesia.

SNI. (1993). *Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Departmen Pekerjaan Umum.