

## Kajian Kenyamanan Termal Ruang Kuliah Kasus Gedung 18 Kampus Itenas Bandung

**Erwin Yuniar R., Achsien Hidajat, Bambang Subekti, Aleta Sheva Parhea, Nurul Anisa H.,  
Resya Fauziani**

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PKH. Mustapha No. 23, Bandung 40124  
ears@itenas.ac.id, aya@itenas.ac.id, ambang@itenas.ac.id

### **Abstrak**

Setiap bangunan yang direncanakan bertujuan untuk mewadahi kegiatan pengguna di dalamnya. Kenyamanan termal sebagai salah satu aspek yang harus terpenuhi guna memberikan kenyamanan bagi pengguna selama berkegiatan pada bangunan tersebut. Kenyamanan termal dapat dipenuhi dengan memanfaatkan penghawaan alami atau melalui penghawaan buatan. Faktor yang mempengaruhi penghawaan alami di antaranya konfigurasi massa bangunan di sekitar bangunan tersebut, serta faktor internal bangunan seperti perbandingan luas bukaan terhadap fasade dan konfigurasi ruang sangat menentukan kenyamanan termal pada bangunan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari alternatif solusi perbaikan kenyamanan termal ruang dalam bangunan, khususnya ruang kuliah yang memanfaatkan sistem penghawaan alami melalui riset eksperimen menggunakan simulasi model 3 dimensi di wind tunnel dan menggunakan simulasi komputer. Dari hasil penelitian yang dilakukan, konfigurasi massa bangunan di kampus Itenas kurang mengakomodasi sistem penghawaan alami pada gedung. Kecil sekali kemungkinan penggunaan sistem ventilasi silang pada gedung, khususnya gedung 18. Adanya partisi dalam ruang sebagai pemisah antar ruang kelas dan double loaded corridor semakin menyulitkan terjadinya ventilasi silang tersebut. Solusi rancangan yang diusulkan adalah ventilasi yang dibantu dengan penghawaan secara mekanis (penggunaan blower) yang dialirkan pada beberapa titik sepanjang koridor.

*Kata-kata kunci : ventilasi, penghawaan, kenyamanan termal, pergerakan udara*

### **1. Pendahuluan**

Terik matahari di suatu lokasi memaksa orang membuat strategi defensif maupun aktif dalam perancangan bangunan. Di kota Bandung yang terletak di daerah tropis lembab, perancangan bangunan dengan memanfaatkan ventilasi alami dapat dipenuhi. Proses ventilasi diartikan masuknya udara ke dalam bangunan melalui bukaan (ventilasi, pintu, jendela, bovenlicht, dan lain-lain) dan keluar melalui bukaan lainnya. Perancangan bangunan dengan mempertimbangkan pergerakan udara alami diharapkan dapat menunjang syarat kenyamanan termal minimal, dan dalam rangka penghematan energi listrik, berdasarkan teori pergerakan udara dapat membantu perpindahan panas ke luar ruangan, penguapan keringat, penggantian udara segar, dan penyejukan/pendinginan struktur bangunan.

Pergerakan udara terjadi oleh mekanisme energi potensial akibat perbedaan tekanan udara ataupun suhu ruang luar dan ruang dalam. Jika suhu di dalam bangunan lebih tinggi daripada di luar bangunan, diperlukan laju pergerakan udara yang memadai untuk mengeluarkan panas dan menurunkan suhu di dalam ruangan. Kombinasi suhu, kelembapan, dan kecepatan pergerakan udara dapat menciptakan kondisi termal yang sama, disebut sebagai suhu efektif. Berdasarkan isopleth suhu efektif, kenyamanan di daerah tropis adalah antara 22 ° - 27 °C dengan kecepatan angin antara 0,1 – 1,5 m/detik.

Terkait dengan hal tersebut, kondisi kenyamanan thermal Gedung-18 di lingkungan kampus Itenas-Bandung sangat kurang memenuhi syarat. Fungsinya sebagai ruang kuliah umum dan tidak menggunakan AC menjadikan kasus ini menarik untuk dijadikan obyek penelitian ini.

Hasil dari penelitian ini, diharapkan dapat menjadi *pilot project* dalam perencanaan ruang kuliah baru dan perbaikan kualitas ruang kuliah di seluruh gedung kampus Itenas. Sehingga diharapkan kenyamanan termal di ruang pembelajaran ini dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa dan proses belajar mengajar yang akan berpengaruh terhadap meningkatnya kualitas lulusan Itenas. Di sisi lain, Itenas sebagai pengelola bangunan, dapat mengambil hasil penelitian ini dalam mempertimbangkan penghematan energi.

## 2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metoda riset eksperimental, yaitu berkaitan dengan pengujian efek dari satu atau lebih variabel terhadap suatu fenomena tertentu melalui pengujian simulasi model dengan pelaksanaan terkendali. Pengujian terhadap model dilakukan dengan dua cara, yaitu simulasi model maket di laboratorium Wind Tunnel dan simulasi model menggunakan program komputer. Sedangkan pengukuran langsung di lapangan adalah untuk mengetahui tingkat kecepatan angin pada lantai 3 gedung perkuliahan dan kecenderungan pola/prilaku aliran udara. Dari hasil di atas akan dapat diperoleh kesimpulan awal penelitian.

### 2.1 Simulasi Model Maket

Simulasi ini dilakukan di laboratorium Wind Tunnel dengan pengujian maket berskala yang berkaitan dengan pergerakan udara dalam ruang relevansinya terhadap variabel bebas bentuk/konfigurasi massa bangunan dan fasade bangunan.

### 2.2 Pengukuran Temperatur dan Pergerakan Udara

Letak dan jumlah titik ukur ditentukan pada titik-titik yang diperkirakan dapat mewakili kondisi-kondisi tertentu dalam ruang. Penetapan titik-titik ukur mempertimbangkan juga keseragaman kondisi dan desain bukaan fasade bangunan.

Maksud atau output yang diharapkan :

- a. Melihat kecenderungan pola pergerakan udara alami di dalam ruang pada bangunan bermassa tertentu.
- b. Sebagai pembanding terhadap output yang dihasilkan dari simulasi model dengan program komputer

### 2.3 Simulasi Menggunakan Program Komputer

Program komputer (software) yang digunakan dalam pengujian kinerja aliran udara ini adalah Program Autodesk Flow Design. Software ini dapat digunakan untuk menganalisis aliran fluida pada ruang tiga dimensi dan menganalisis pergerakan aliran udara di dalam/luar ruangan.

Beberapa simulasi yang dilakukan dengan program ini adalah simulasi pergerakan udara berdasarkan variabel bebas berupa :

- a. Bentuk dan konfigurasi ruang dalam
- b. Bentuk dan ukuran bukaan ventilasi
- c. Tata letak dan jumlah bukaan ventilasi

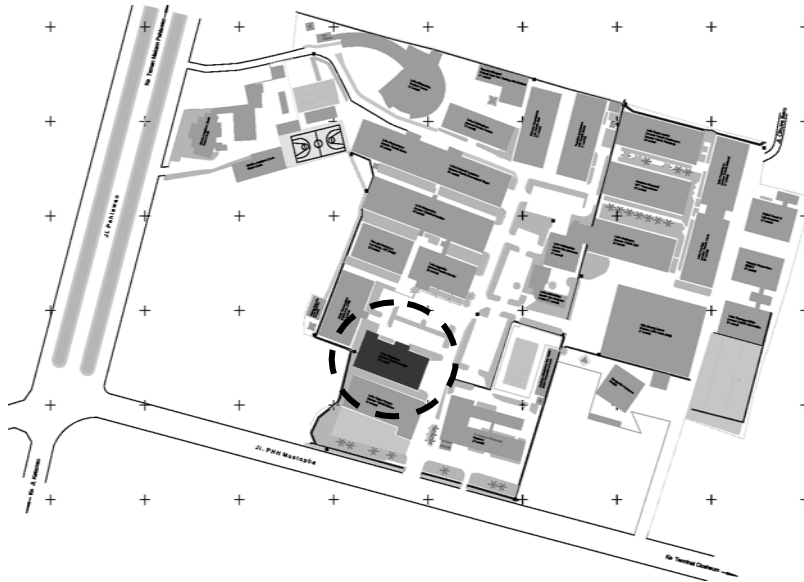
## 3. Hasil Diskusi

### 3.1 Lokasi Pengambilan Data

Lokasi pengambilan data pengukuran dilakukan di kampus Itenas, gedung 18 lantai 3 seperti terlihat pada Gambar 1.

Kawasan kampus Itenas tersebut dibuat model 3D digital untuk selanjutnya dilakukan uji simulasi menggunakan perangkat lunak Autodesk Flow Design, untuk mengetahui kecenderungan pergerakan

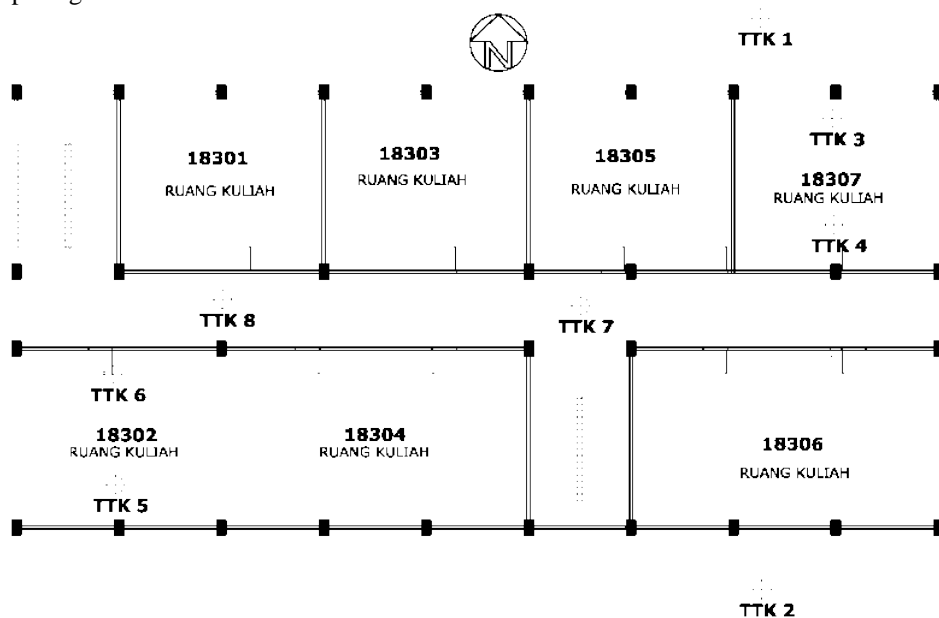
udara pada kawasan tersebut, yang tentunya dapat mempengaruhi aliran udara ke dalam setiap bangunan.



Gambar 1. Site Plan Kawasan Kampus Itenas, Gedung 18 ditandai dengan lingkaran

### 3.2 Data Pengukuran Lapangan

Tujuan dilakukan pengukuran untuk mengetahui kondisi beberapa variabel di antaranya : kecepatan angin, temperatur, dan kelembaban udara, dengan kondisi ruangan kosong. Pengambilan data ukur pada gedung 18 lantai 3, disebar pada 8 titik yang dianggap dapat mewakili kondisi sebenarnya, seperti pada gambar berikut :



Gambar 2. Denah Gedung 18 Lantai 3 dan Lokasi Titik Ukur

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Lapangan : Kecepatan Angin, Temperatur, dan Kelembaban


NO TITIK UKUR	KECEPATAN ANGIN (M/DET)				TEMPERATUR (°C)				KELEMBABAN (%)				KONDISI
	09-10	12-13	15-16	Rata-rata	09-10	12-13	15-16	Rata-rata	09-10	12-13	15-16	Rata-rata	
1	0.20	0.10	0.30	0.20	29.70	32.80	30.10	30.87	38.10	27.30	36,4	32.70	TIRAI TERTUTUP TIRAI TERBUKA
2	0.00	0.70	1.20	0.63	28.30	30.20	30.00	29.50	38.70	28.10	34.00	33.60	
3	0.00	0.00	0.00	0.00	27.60	29.90	29.40	28.97	43.30	28.30	35.10	35.57	
4	0.00	0.20	0.00	0.07	27.30	29.90	29.70	28.97	42.30	28.20	34.50	35.00	
5	0.00	0.00	0.00	0.00	27.30	29.80	29.60	28.90	43.70	29.40	35.10	36.07	TIRAI TERTUTUP TIRAI TERBUKA
6	0.00	0.00	0.00	0.00	28.10	30.90	29.80	29.60	41.20	31.10	35.40	35.90	
7	0.00	0.00	0.10	0.03	28.10	30.80	29.60	29.50	41.80	31.00	36.10	36.30	
8	0.00	0.00	0.00	0.00	28.30	30.90	29.90	29.70	46.10	29.70	36.00	37.27	
9	0.00	0.00	0.00	0.00	21.80	29.80	29.20	26.93	49.20	31.70	37.00	39.30	TIRAI TERTUTUP TIRAI TERBUKA
10	0.00	0.00	0.00	0.00	27.90	30.70	30.10	29.57	43.50	29.40	34,9	36.45	

Dari data di atas terlihat, bahwa kecepatan angin di dalam ruang berkisar antara 0 m/det hingga 0.63, m/det, hal ini berdampak pada sedikitnya pergerakan udara di dalam ruang untuk pertukaran udara. Temperatur ruang antara 26.93° hingga 30.10° Celcius. Temperatur tersebut di atas batas kenyamanan termal ruang yang disyaratkan. Kelembaban udara masih dalam batas normal.

### 3.3 Perhitungan Rasio Luas Bukaannya

#### Bukaan Eksisting

Tabel 2. Perhitungan Rasio Luas Bukaannya Eksisting Terhadap Fasade

No Ruang	Luas Fasade	Luas Bukaan	Perbandingan	Luas bukaan Minimal 60% dari Luas Fasade	Kesimpulan	Gambar
	Af	Ab	Ab:Af			
18301	32	4.676	14.61%	19.20%	Luas bukaan < Luas bukaan minimal	
18302	32	4.676	14.61%	19.20%	Luas bukaan < Luas bukaan minimal	
18303	32	4.676	14.61%	19.20%	Luas bukaan < Luas bukaan minimal	
18305	32	4.676	14.61%	19.20%	Luas bukaan < Luas bukaan minimal	
18307	32	4.676	14.61%	19.20%	Luas bukaan < Luas bukaan minimal	
18304	48	7.014	14.61%	28.80%	Luas bukaan < Luas bukaan minimal	
18306	48	7.014	14.61%	28.80%	Luas bukaan < Luas bukaan minimal	

Kondisi eksisting menunjukkan, bahwa desain luas bukaan belum memenuhi syarat luas bukaan minimal (4,60% di bawah rasio bukaan minimal).

#### Usulan Perubahan Bukaan

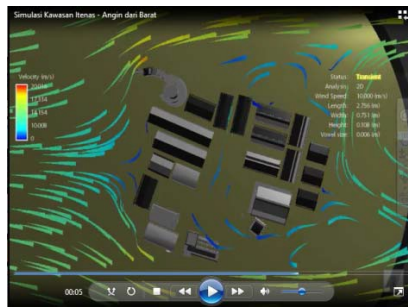
Tabel 3. Perhitungan Rasio Luas Bukaannya Eksisting Terhadap Fasade

No Ruang	Luas Fasade	Luas Bukaan	Perbandingan	Luas bukaan Minimal 60% dari Luas Fasade	Kesimpulan	
	Af	Ab	Ab:Af			
18301	32	8.684	27.14%	19.20%	Luas bukaan > Luas bukaan minimal	
18302	32	8.684	27.14%	19.20%	Luas bukaan > Luas bukaan minimal	
18303	32	8.684	27.14%	19.20%	Luas bukaan > Luas bukaan minimal	
18305	32	8.684	27.14%	19.20%	Luas bukaan > Luas bukaan minimal	
18307	32	8.684	27.14%	19.20%	Luas bukaan > Luas bukaan minimal	
18304	48	13.026	27.14%	28.80%	Luas bukaan > Luas bukaan minimal	
18306	48	13.026	27.14%	28.80%	Luas bukaan > Luas bukaan minimal	

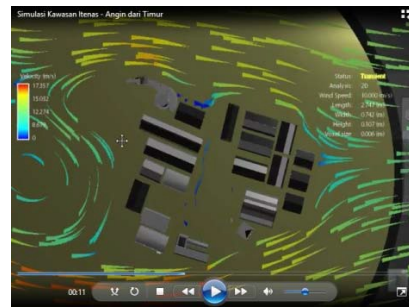
Kondisi luas bukaan dengan perluasan desain, dimana bagian atas jendela (*bovenlicht*) dibuat tanpa kaca. Kondisi ini memperlihatkan, bahwa desain luas bukaan sudah memenuhi syarat luas bukaan minimal (8 % lebih besar dari rasio bukaan minimal).

### 3.4 Simulasi Pergerakan Udara Menggunakan Program Komputer.

Pada studi kawasan kampus, pada kasus musim kemarau (angin dari arah Timur) dan musim penghujan (angin dari arah Barat) menunjukkan bahwa hanya massa bangunan terluar yang memperoleh aliran udara yang cukup memadai, sedangkan massa bangunan gedung 18 kurang memperoleh aliran udara. Walaupun terdapat aliran angin, merupakan aliran turbulensi yang bersifat menghisap/gaya tarik.



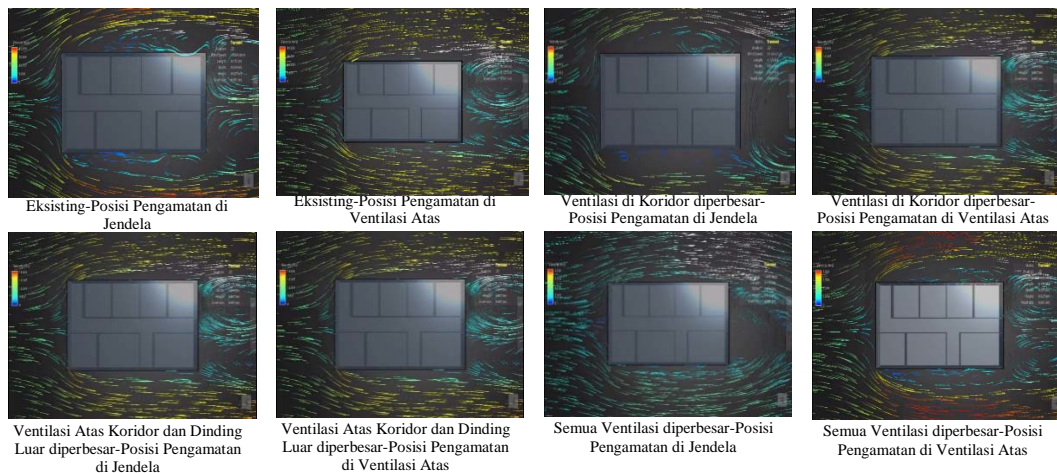
Simulasi Kawasan – Pergerakan Angin dari Arah Barat



Simulasi Kawasan – Pergerakan Angin dari Arah Timur

Gambar 3. Hasil Pengujian Model 3D Kawasan Kampus Itenas, dengan menggunakan Simulasi Komputer Autodesk Flow Design

Pada studi khusus gedung 18, pada musim kemarau (angin dari arah Timur) menunjukkan bahwa pola aliran udara cenderung tidak dapat masuk ke dalam ruangan. Pada bagian bukaan sebelah Barat terdapat sedikit angin turbulen.



Gambar 4 : Hasil Pengujian Model 3D Bangunan Gedung 18, dengan Menggunakan Simulasi Komputer Autodesk Flow Design

Pada studi dengan kondisi eksisting dan posisi pengamatan di jendela, aliran angin dari arah Timur menunjukkan pola menjauhi fasad gedung di arah Utara dan Selatan, kecuali pada bagian ujung Barat gedung terlihat ada aliran udara yang mendekati fasad Utara dan Selatan, tetapi tidak masuk ke ruang dalam.

Pada studi dengan kondisi eksisting dan posisi pengamatan di ventilasi atas (*bovenlicht*), aliran angin dari arah Timur menunjukkan pola menjauhi fasad Utara dan Selatan. Aliran udara tidak masuk ke ruang dalam.

Pada studi dengan kondisi luas bukaan ventilasi atas (*bovenlicht*) diperbesar dan posisi pengamatan di jendela, aliran udara dari arah Timur menunjukkan pola mendekati fasad gedung di arah Utara dan Selatan. Aliran udara yang mendekati fasad Utara dan Selatan berada pada titik kurang lebih 1/3 bagian ujung akhir gedung. Aliran udara tidak masuk ke ruang dalam.

Pada studi dengan kondisi luas bukaan ventilasi atas (*bovenlicht*) diperbesar dan posisi pengamatan di ventilasi atas, pola aliran udara sama sekali tidak mendekati fasad gedung.

Pada studi dengan kondisi luas bukaan ventilasi atas (*bovenlicht*) dan dinding luar diperbesar, serta lokasi pengamatan di jendela, aliran udara dari arah Timur menunjukkan pola menjauhi fasad Utara dan Selatan Gedung. Tidak ada aliran udara yang masuk ke ruang dalam.



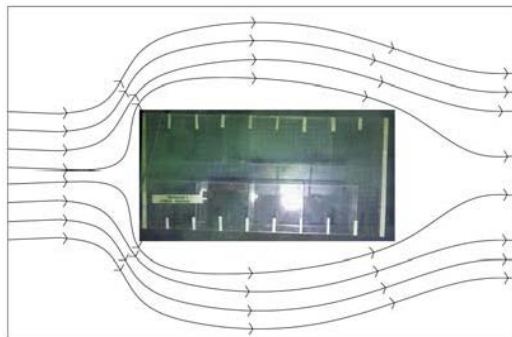
Pada studi dengan kondisi luas bukaan ventilasi atas (*bovenlicht*) dan dinding luar diperbesar, serta lokasi pengamatan di ventilasi atas (*bovenlicht*), aliran udara dari arah Timur menunjukkan pola menjauhi fasad Utara dan Selatan. Tidak terlihat aliran udara yang masuk ke ruang dalam.

Pada studi dengan kondisi luas bukaan semua ventilasi diperbesar dan lokasi pengamatan di jendela, aliran udara menunjukkan pola yang menjauhi fasad Utara dan Selatan. Tidak terlihat aliran udara yang masuk ke ruang dalam.

Pada studi dengan kondisi luas bukaan ventilasi diperbesar dan lokasi pengamatan di ventilasi atas (*bovenlicht*), aliran udara menunjukkan pola mendekati/menyerempet fasad Utara dan Selatan. Tidak terlihat aliran udara yang masuk ke ruang dalam.

### 3.5 Uji Model Menggunakan Wind Tunnel - Menguji Eksisting

Uji model maket pada lab wind-tunnel, dikondisikan pada musim kemarau (aliran udara dari arah Timur), menunjukkan pola aliran udara cenderung tidak dapat masuk ke dalam ruangan.



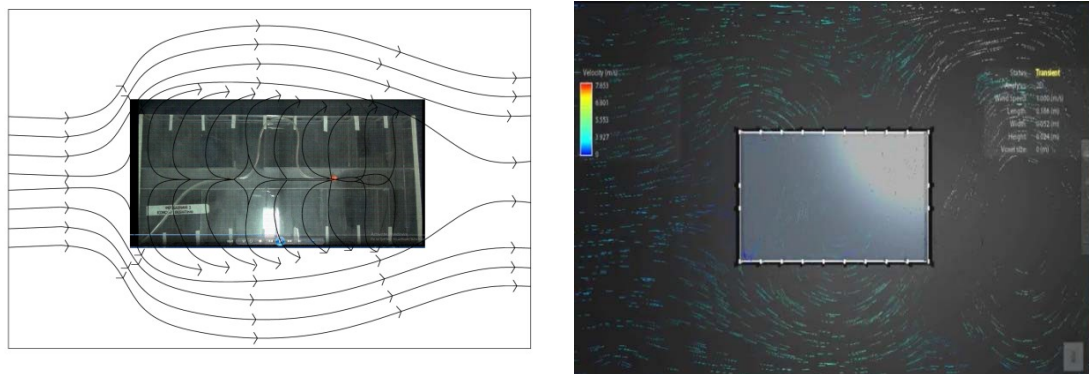
Gambar 4. Pengujian Model Maket menggunakan Wind Tunnel

Percobaan menggunakan lab wind tunnel maupun program komputer menunjukkan pola aliran udara yang mirip, yaitu tidak ada pergerakan/aliran udara ke dalam ruangan gedung 18. Aliran udara dari arah Timur dan Barat tidak dapat masuk ke dalam ruangan.

Penambahan luas bukaan yang memenuhi standar (8% lebih besar dari standar/usulan perubahan bukaan), ternyata belum dapat menambah pergerakan udara untuk masuk ke dalam ruangan.

### 3.6 Usulan Perbaikan dengan Memasukkan Ventilasi Buatan

Maket model diberikan tambahan pasokan udara dari dalam ruangan tepatnya pada koridor sebanyak 2 titik, hasil rekaman menunjukkan pola aliran udara yang bersifat menghisap akibat adanya pola turbulensi angin pada bagian tepi bangunan (fasade). Hal tersebut mengakibatkan tertariknya udara dari dalam bangunan ke luar.



Gambar 5. Hasil Pengujian Memasukkan Udara pada Ruang Dalam dan Menghilangkan Dinding Ruang Dalam

### **Percobaan Menghilangkan Seluruh Dinding Interior**

Pada percobaan menghilangkan seluruh dinding interior menggunakan Simulasi Komputer, terlihat adanya aliran udara dari luar ke dalam, dan sebaliknya.

#### **4. Kesimpulan dan rekomendasi**

Konfigurasi massa bangunan sangat berpengaruh pada aliran dan pola pergerakan udara pada kawasan. Terlihat disekitar objek studi gedung 18, tidak ada pergerakan udara alami di luar gedung yang signifikan untuk dimanfaatkan sebagai ventilasi alami.

Luas bukaan eksisting lebih kecil dari standar minimal bukaan yang disyaratkan.

Sekat-sekat ruang (pembagian kelas-kelas) mempengaruhi aliran udara di dalam ruang dan cenderung menghambat kelancaran ventilasi silang alami pada bangunan. Sehingga upaya memperbesar bukaan tidak mempengaruhi secara signifikan pergerakan udara di dalam ruangan.

Untuk mengatasi kondisi ventilasi yang terjadi di gedung 18, diusulkan menggunakan blower untuk memasukkan udara ke daerah koridor, sehingga diharapkan dapat menggerakkan udara pada ruang kelas dan mendorongnya ke luar. Kapasitas blower yang digunakan, perlu perhitungan lebih lanjut.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Boutet, Terry.S. 1987. *Controlling Air Movement- A manual for Architects and Builders*, New York: McGraw-Hill Book Co.
- [2] Evans, Martin 1980. *Housing, Climate and Comfort*, London: The Architectural Press.
- [3] Hidajat, Achsien. 2009, Kinerja sumur udara dalam meningkatkan pergerakan udara alami ruang dalam pada bangunan pasar bertingkat, kasus studi pasar Kosambi-Bandung, *Jurnal Itenas* No.4 Vol.12 Hal 149 – 154
- [4] Latifah, Nur Laela. 2015. *Fisika Bangunan 1*. Jakarta. Griya Kreasi.
- [5] Olgyay, Victor. 1992. *Design with Climate- Bioclimate: Approach to Architectural Regionalism*, New York, Van Nostrand Reinhold Co.
- [6] Soegijanto. RM. 1999, *Bangunan di Indonesia dengan Iklim tropis lembab ditinjau dari fisika bangunan*, Departemen Pendidikan Nasional-Indonesia.