

# Gedung Pertemuan di Kabupaten Nganjuk (Studi Pendekatan Sistem Penghawaan Alami)

Auni Intan Pertiwi<sup>1</sup>, Jusuf Thojib<sup>2</sup>, Nurachmad Sujudwijono<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis : auni.intan@gmail.com

## ABSTRAK

Gedung pertemuan dengan kapasitas pengunjung yang besar membutuhkan penghawaan yang baik untuk menjaga kenyamanan lingkungan bangunan. Kabupaten Nganjuk berada di iklim tropis dengan potensi angin yang sangat besar dan penghawaan alami masih sangat mungkin diterapkan pada bangunan. Strategi yang digunakan adalah penghawaan silang dan *stack effect*. Faktor yang mempengaruhi penghawaan alami antara lain bentuk massa, orientasi inlet-outlet terhadap arah angin, bentang-tinggi bangunan, rasio jendela dan jenis jendela. Menggunakan metode pragmatis sebagai metode perancangan dengan cara simulasi desain untuk mengetahui kecepatan, pemerataan udara dalam ruang. Simulasi menggunakan *Computational Fluid Dynamic* software *Ansys Workbench*. Hasilnya bentuk massa persegi, orientasi inlet tegak lurus dengan arah angin, bentang bangunan 30 m, tinggi bangunan  $\geq 10$  m, rasio jendela antar inlet-outlet sama, luas jendela  $> 10\%$  dari luas lantai menghasilkan kecepatan angin 0,6-1,36 m/s dengan efek penyegaran berupa penurunan suhu antara 1,7-2,2°C. Aliran angin merata pada seluruh.

Kata Kunci : gedung pertemuan, sistem penghawaan alami, angin

## ABSTRACT

*Convention hall with large capacity of visitors require good ventilation to maintain the comfort of the building environment. Nganjuk are in a tropical climate with enormous wind potential and natural ventilation may still be applied to the building. Using cross ventilation and stack effect for ventilation strategy. Factors affecting natural ventilation among other forms of mass, the orientation of the inlet-outlet to the wind direction, high-span buildings, the ratio of windows and type of windows. This research is using a pragmatic method as a method of designing by design simulation to determine speed and air evenness in the room. Using simulation of Computational Fluid Dynamic by Ansys Workbench software . The result is the mass square, the orientation of inlet perpendicular to the wind direction, spans the building 30 m, height of building  $\geq 10$  m, the ratio of the window between the inlet-outlet are same, window area  $> 10\%$  of the floor area make a generate wind speeds of 0.6 to 1.36 m / s inside of room with a refreshing effect by decrease temperature between 1,7-2,2°C. Wind flow evenly throughout the room.*

*Keywords : convention hall, natural ventilation system, wind*

## 1. Pendahuluan

Kondisi iklim Kabupaten Nganjuk cenderung panas dengan suhu rata-rata mencapai 31,6°C di musim kemarau. Kecepatan angin rata-rata dalam satu tahun 1,03 m/s. Pada saat musim kemarau potensi angin sangat besar mencapai 2,57 m/s. Potensi angin ini ternyata belum dimanfaatkan secara maksimal untuk penghawaan alami dalam bangunan. Kajian ini membahas gedung pertemuan terbesar di Kabupaten Nganjuk yaitu gedung Juang 45. Gedung ini digunakan untuk acara pertemuan, pameran,

pertunjukan dan resepsi baik pada tingkat daerah maupun tingkat provinsi. Pada kenyataannya Gedung Juang 45 di desain tertutup tanpa ada ventilasi alami dan membuat sirkulasi udara di dalam ruang sangat kurang, padahal sumber daya alam berupa angin yang dapat dimanfaatkan sebagai penghawaan alami pada bangunan sangat melimpah. Potensi alam berupa angin yang belum termanfaatkan ini seharusnya menjadi dasar perancangan bangunan.

Gedung pertemuan dengan kapasitas pengguna yang banyak membutuhkan ventilasi alami untuk memperbaiki kualitas udara di dalam ruang dan melepas panas. Ventilasi alami yang dapat diterapkan pada iklim tropis dalam gedung pertemuan adalah sistem ventilasi silang dan *stack effect*. Sistem tersebut akan dianalisis dan disesuaikan dengan kebutuhan dalam ruang.

Selain masalah penghawaan, gedung berada pada area padat bangunan yang tidak memungkinkan lagi dilakukan pengembangan, oleh sebab itu akan dilakukan pemilihan lokasi baru. Perancangan gedung pertemuan di tapak yang baru juga didukung oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Nganjuk lewat Dinas P.U.Cipta Karya dimana dalam rencana pembangunan daerah akan merencanakan pembangunan gedung pertemuan di lahan yang baru atas dasar evaluasi dari gedung pertemuan yang sudah ada yang dinilai kurang layak dari berbagai aspek. Perancangan ini diharapkan dapat menciptakan desain yang mampu memberikan kenyamanan lingkungan bangunan dengan memanfaatkan potensi alami angin untuk menunjang sistem penghawaan alami pada bangunan.

## **2. Bahan dan Metode**

### *2.1 Tinjauan Pustaka*

Ventilasi alami diartikan sebagai proses bergantinya udara dalam ruang dengan udara segar dari luar ruangan tanpa bantuan peralatan mekanik (Satwiko, 2009:4). Dalam SNI 03-6572-2001 ventilasi alami harus disediakan tidak kurang dari 10% dari luas lantai. Aliran udara yang baik dalam ruang adalah ventilasi silang dengan kedalaman ruang hingga lima kali tinggi bangunan (Levin, 2009). Kecepatan angin yang dapat diterima oleh manusia di dalam ruang minimal 0,1 m/detik (Mangunwijaya, 1997:153). Kecepatan angin maksimal yang bisa diterima manusia dalam ruang 1,5 m/detik (efek penyegaran penurunan suhu 1,7-2,2 C) dan minimal dari 0,25 m/detik (Frick, 2008). Berdasarkan peraturan SNI 6390 : 2011 gedung harus memperhatikan kebutuhan laju udara ventilasi. Kebutuhan laju udara ventilasi dapat di ukur dengan rumus  $Q = CV.A.V$ . Faktor yang menentukan pola aliran udara melewati bangunan pada sistem penghawaan silang diantaranya orientasi jendela dan arah angin, lokasi jendela, overhang horizontal, ukuran dan rasio jendela dan jenis jendela (Lechner, 2007:297). Parameter desain *stack effect* adalah tinggi, panjang, lebar dan material dimana empat hal tersebut sangat mempengaruhi peningkatan kecepatan udara di dalam bangunan di daerah tropis lembab (Febrita, 2011:37)

### *2.2 Metode*

Perancangan gedung pertemuan ini menggunakan metode deskriptif analisis dan simulasi dengan beberapa tahapan antara lain

1. Identifikasi masalah pada tapak, iklim, lingkungan sekitar dan bangunan gedung pertemuan sebelumnya. Identifikasi berupa analisa pasca huni dimana hasil dari analisa nantinya akan diketahui permasalahan apa saja yang selama ini dihadapi

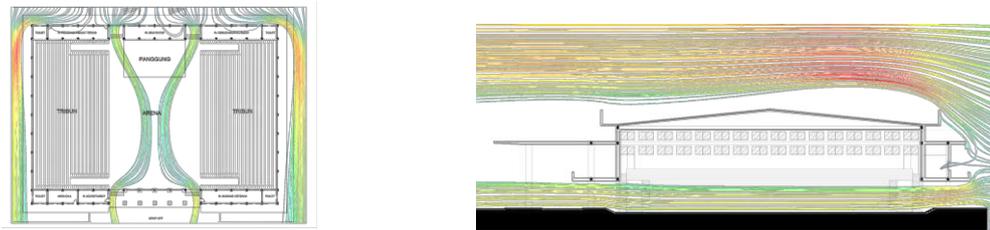
oleh bangunan serta penyebabnya. Dari identifikasi masalah maka akan dirumuskan penyelesaian pada desain bangunan yang baru ditapak yang baru pula.

2. Merumuskan tinjauan pustaka tentang penghawaan alami, kebutuhan kualitas udara pada ruang, sistem penghawaan alami berupa ventilasi silang dan *stack effect*.
3. Menganalisis kebutuhan penghawaan alami pada ruang, menganalisis sistem penghawaan, menganalisis kondisi tapak dengan mengamati arah dan kecepatan angin untuk menyusun strategi penghawaan alami pada bangunan.
4. Proses perancangan berupa analisis orientasi bangunan terhadap arah angin, bentuk massa, orientasi inlet-outlet terhadap arah angin, bentang-tinggi bangunan, rasio jendela dan jenis jendela
5. Proses terakhir berupa evaluasi desain dengan simulasi untuk membuktikan tingkat keberhasilan desain dalam memberikan penghawaan alami dalam bangunan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Kondisi Eksisting Bangunan

Berdasarkan Peraturan SNI 03-6572-2001 mengatur bangunan harus menyediakan ventilasi tidak kurang 10% dari luas lantai. Ventilasi bangunan eksisting hanya berupa empat pintu masuk yang saling berhadapan di ruang utama dan beberapa jendela jalusi (one side) di ruang-ruang pendukung . Total luas ventilasi 115 m<sup>2</sup> dan masih jauh dibawah standar minimal bukaan yang seharusnya yaitu 348 m<sup>2</sup> mengingat luas total bangunan 3488 m<sup>2</sup>. Angin hanya mengalir di bagian hall sedangkan di bagian tribun sama sekali tidak mendapatkan aliran angin karena inlet dan outlet hanya berasal dari empat pintu yang saling berhadapan di sisi utara dan selatan.



Gambar 1. Aliran udara bangunan eksisting

#### 3.2 Kondisi Tapak Baru

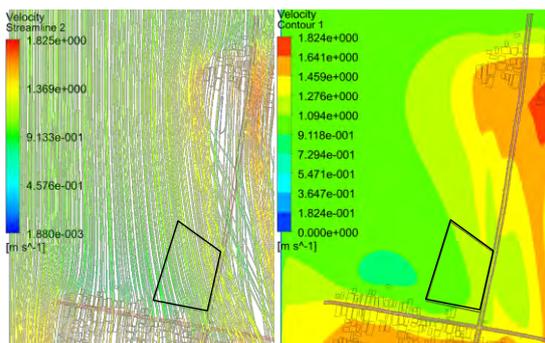
Tapak baru berjarak ±3 km dari pusat kota dengan luas 33.000m<sup>2</sup> . Tapak berada di kawasan pengembangan fasilitas umum terpadu. Tanah tersebut milik pemerintah Daerah Kabupaten Nganjuk yang akan dikembangkan sebagai gedung pertemuan dan terintegrasi dengan bangunan kantor pemerintah daerah serta taman kota. Koefisien Dasar Bangunan (KDB) yang diijinkan sebesar 60-80%. Garis Sempadan Bangunan (GSB) pada bangunan di sepanjang Jalan Brantas 8 m.



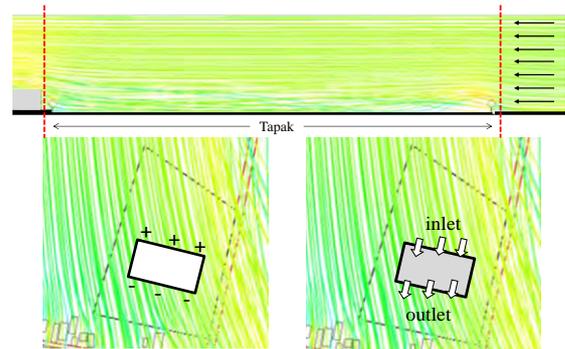
Gambar 2. Lokasi tapak baru dan integrasinya terhadap kawasan  
(Sumber: diolah dari Pemkab. Nganjuk, 2015)

### 3.3 Analisis Tapak

Berdasarkan hasil simulasi angin pada tapak, iklim mikro yang terbentuk yaitu angin berhembus dari arah utara menuju selatan dengan kecepatan 1,27 dibagian utara dan 1,09 m/s di bagian selatan. Inlet pada bangunan diletakkan di bagian utara dimana tekanan angin positif dengan kecepatan terbesar sedangkan outlet dibagian selatan dengan tekanan angin negatif dengan kecepatan angin yang lebih rendah.



Gambar 3. Kondisi iklim mikro



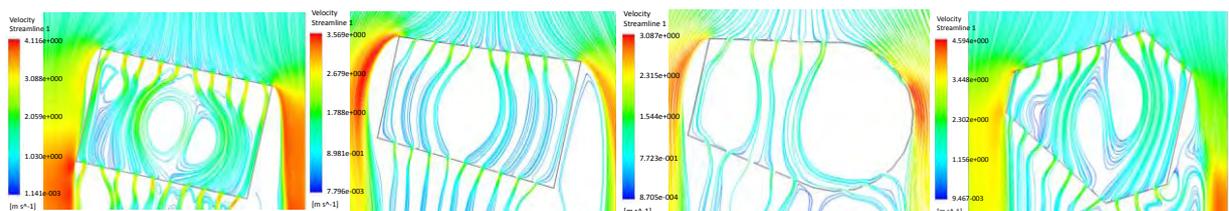
Gambar 4. Orientasi inlet dan outlet

### 3.4 Analisis Bangunan

Fungsi bangunan dibagi menjadi tiga yaitu fungsi utama, fungsi penunjang dan fungsi servis. Fungsi utama berupa hall pertemuan, fungsi penunjang berupa ruang persiapan dan fungsi servis berupa kantor pengelola.

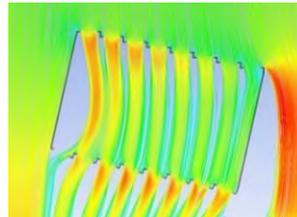
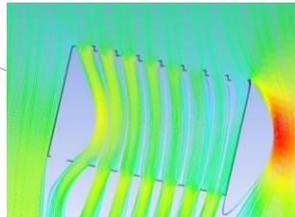
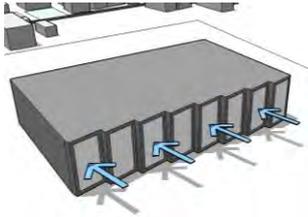
#### 3.4.1 Bentuk massa

Bentuk dasar berdasarkan teori bentuk dasar ruang pertemuan dibagi menjadi empat yaitu persegi, kipas, tapal kuda dan heksagonal. Empat bentuk ini di uji kemampuannya dalam mengalirkan udara dalam ruang.



Gambar 5. Analisis bentuk massa

Bentuk persegi dinilai paling baik, namun masih ada sisi ruang yang belum teraliri angin dengan baik yaitu sisi tengah. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengolahan sisi dinding inlet. Permukaan dinding inlet dibuat tegak lurus terhadap arah datang angin untuk memaksimalkan kecepatan dan tekanan angin. Aliran angin lebih rata jika dibandingkan dengan sebelumnya, namun di sisi depan masih belum dialiri angin. Perlu pengolahan sisi outlet dengan cara membuat sisi outlet simetris dengan sisi inlet, sehingga aliran udara di bagian depan akan lebih baik jika dibandingkan dengan hanya mengolah sisi inlet.



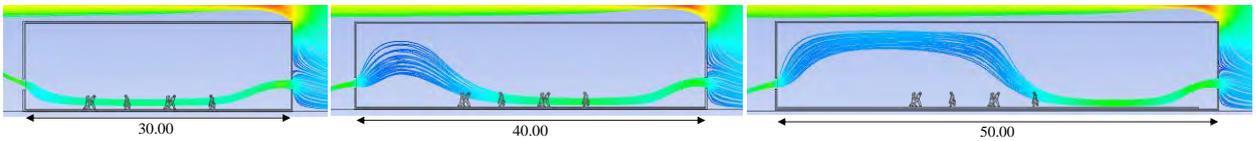
Gambar 6. Inlet tegak lurus terhadap arah angin

Gambar 7. Inlet simetris dengan outlet

### 3.4.2 Strategi Penghawaan Silang

#### 1. Bentang dan tinggi bangunan

Tinggi yang digunakan yaitu 10 m (d disesuaikan dengan standar tinggi gedung pertemuan) dan lebar maksimal yang digunakan 50 m (sesuai dengan teori yang disebutkan bahwa lebar bangunan maksimal yaitu lima kali dari tinggi bangunan).

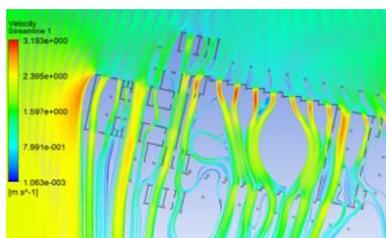


Gambar 8. Pengaruh bentang dan tinggi bangunan

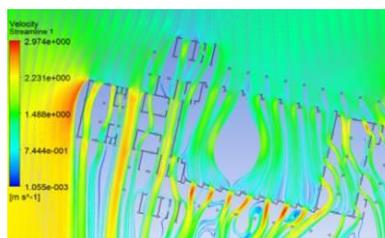
Berdasarkan hasil simulasi lebar bangunan, maka diketahui bahwa lebar 30 m merupakan lebar bangunan yang dapat mengalirkan angin lebih baik dibanding dengan lebar yang lain. Kedalaman ruang 30 m masih dapat dialiri angin dengan arah angin dari inlet menuju kebawah pada level ketinggian manusia dan keluar melalui outlet tanpa harus naik secara berlebihan sebelum keluar.

#### 2. Rasio bukaan

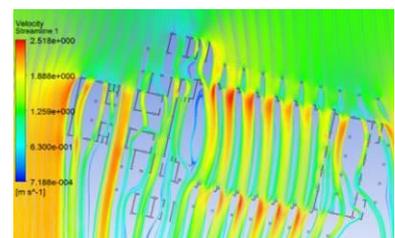
Saat rasio inlet lebih kecil dari outlet banyak area tidak terkena aliran di bagian tengah, kecepatan angin 0,7-1,5 m/s. Saat rasio inlet lebih besar daripada outlet aliran angin dibagian tengah kurang rata, kecepatan angin 0,7-1,48 m/s. Saat rasio inlet dan outlet sama, aliran angin sangat rata di berbagai sisi ruang utama, kecepatan angin 0,63-1,8 m/s. Berdasarkan hasil simulasi rasio bukaan terhadap aliran angin di dalam ruang, rasio yang terbaik adalah rasio bukaan inlet sama dengan outlet.



Gambar 9. Rasio inlet<outlet



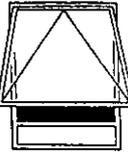
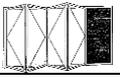
Gambar 10. Rasio inlet>outlet



Gambar 11. Rasio inlet=outlet

### 3. Jenis jendela

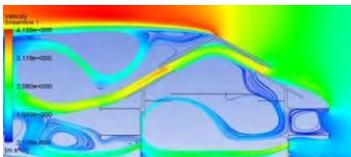
**Tabel 1. Jenis Jendela**

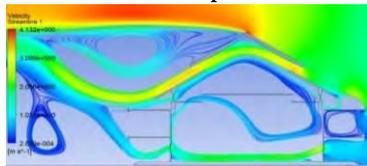
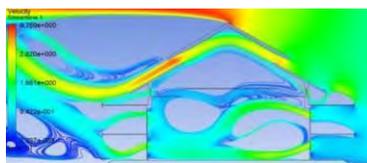
Jenis Jendela	Spesifikasi
<p>Fixed</p> 	Digunakan untuk meneruskan cahaya matahari kedalam ruang. Tidak dapat terbuka. Berfungsi untuk memperluas pandangan visual baik ke dalam maupun ke luar. Jendela ini cocok digunakan pada ruang-ruang publik. Digunakan pada Lobby
<p>Top Hung</p> 	Jendela jenis ini dapat mengalirkan angin sebesar 75%. Aliran angin cenderung ke atas sesuai dengan sudut bukaan. Aliran angin yang cenderung ke atas dapat digunakan untuk melepaskan panas keluar ruang karena udara panas cenderung naik ke atas. Digunakan pada Lobby, R. Security, R. Tamu, Toilet, R. Genset, R. Panel, Gudang, R. Rias, ganti, R. Panitia, R. Persiapan, Mushola, Prefunction, R. Kepala, Lounge, R. Kontrol
<p>Vertical Pivot</p> 	Dapat terbuka hingga 100% sehingga pandangan keluar ruang bisa lebih luas. Tipe ini dapat mengarahkan angin secara horizontal dalam ruang. Tipe seperti ini baik digunakan pada ruang-ruang yang membutuhkan view keluar ruang. Digunakan pada Lobby, R. Security, R. Tamu, R. Panitia, R. Persiapan, Mushola, Prefunction Lt 2, R. Kepala, Lounge
<p>Jalusi</p> 	Memiliki ruas-ruas bukaan dengan kemampuan aliran angin 75%. Jenis ini baik digunakan untuk ruang-ruang yang membutuhkan privasi tinggi namun tetap mendapatkan aliran angin. Dapat mengarahkan angin secara vertikal di dalam ruang, sehingga seberapa level tinggi angin yang jatuh pada ruang dapat diarahkan. Digunakan pada Hall, R. Rias & ganti
<p>Folding</p> 	Jendela dapat terbuka 100% dengan cara dilipat. Bukaan yang luas dapat diletakkan pada ruang-ruang yang membutuhkan view keluar dan aktivitas semi outdoor. Digunakan pada Lounge
<p>Bouvenlight</p> 	Ventilasi sederhana dimana tidak perlu dibuka setiap kali dibutuhkan namun tetap bisa mengalirkan udara. Sering digunakan pada zona-zona servis yang tidak terlalu membutuhkan view keluar. Digunakan pada Gudang, R. Genset dan Panel, R. Kepala, Lounge, R. Persiapan, R. Staff
<p>Dinding Motif</p> 	Ventilasi alami dan penghias selubung bangunan. Bentuknya yang berlubang mampu meneruskan angin masuk kedalam ruang. Selain berfungsi sebagai ventilasi alami, dinding lubang bermotif ini digunakan sebagai kesan artistic pada tampilan bangunan. Digunakan pada Lobby, R. Security, T. Wudhu, Prefunction Lt.2, R. Staff, R. Kepala

#### 3.4.3 Strategi Stack Effect

Analisis tentang stack effect dibagi menjadi beberapa alternatif dengan perbedaan tinggi bukaan.

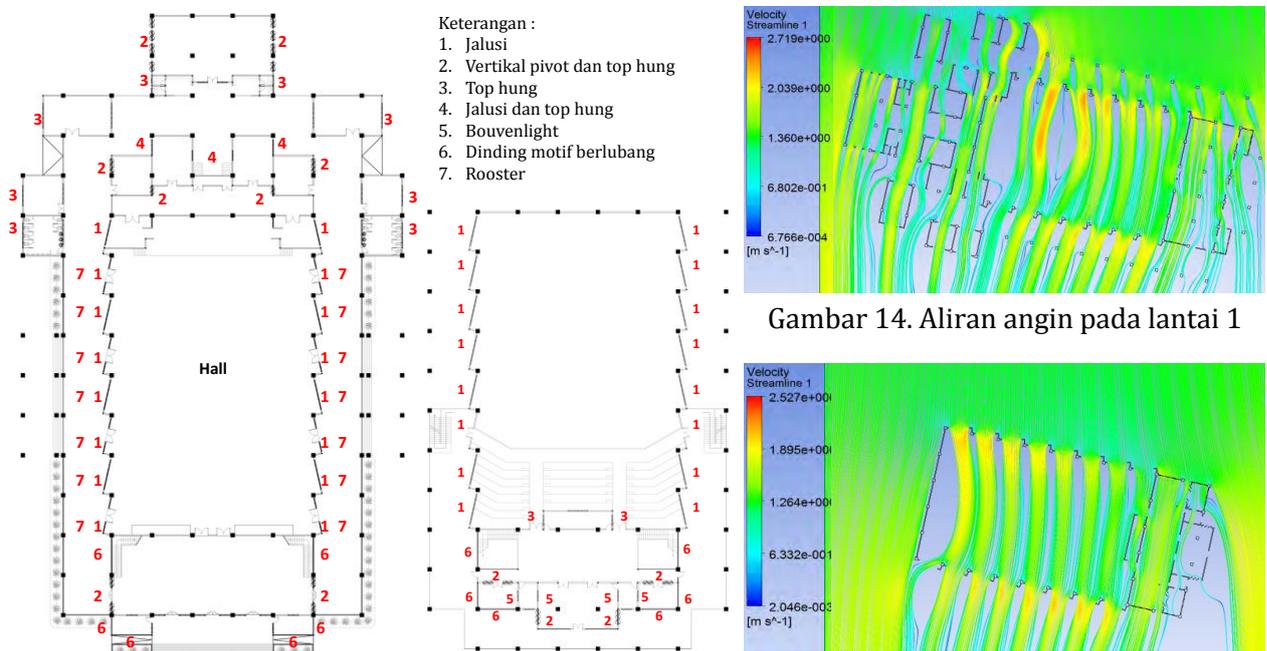
**Tabel 2. Stack Effect**

Alternatif	Keterangan
<p>1 Bukaan utama diletakkan pada level 1/3 tinggi dinding</p> 	Stack effect sudah terjadi, namun kecepatan angin dalam ruang yang turun menuju level manusia masih sangat besar yaitu 2,08 m/s. kecepatan tersebut melebihi kecepatan angin maksimal yang dapat diterima manusia yaitu maksimal (1,5 m/s)

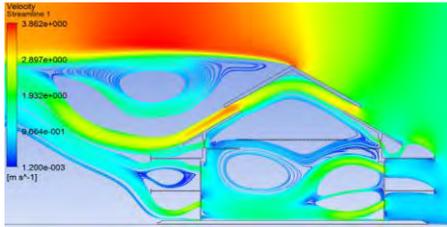
<p>2 Bukaannya diletakkan pada level 1/3 tinggi dinding dan di atas kanopi di atas level plafon</p> 	<p>Stack effect sudah terjadi dengan baik, namun kecepatan angin dalam ruang sangat besar mencapai 2,06 m/s. Hal ini melebihi kecepatan maksimal yang disarankan (1,5 m/s)</p>
<p>3 Bukaannya diletakkan pada level 1/3 dan 2/3 tinggi dinding di atas kanopi di atas level plafon</p> 	<p>Stack effect sudah terjadi dengan baik dan kecepatan angin dalam ruang sebesar 0,94 m/s masih dibawah standard maksimal (1,5 m/s)</p>
<p><b>Kesimpulan</b>  Alternatif 3 dipilih sebagai strategi penghawaan dalam desain gedung pertemuan karena sudah terjadi <i>stack effect</i> dan kecepatan angin dalam ruang sesuai dengan standard.</p>	

### 3.4.4 Hasil Desain

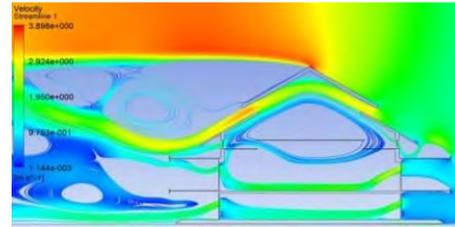
Berdasarkan hasil analisis dan konsep, rancangan gedung pertemuan di Kabupaten Nganjuk menerapkan dua sistem penghawaan alami yaitu sistem ventilasi silang dan *stack effect*. Sistem ventilasi silang menerapkan bukaan pada dinding berupa jendela dan pintu. Jenis jendela yang digunakan antara lain jalusi, top hung, bouvenlight, dinding bermotif dan rooster.



Angin sudah memasuki semua ruang dalam bangunan dan dapat keluar dari sisi yang berbeda sehingga dapat dikatakan sistem ventilasi silang dalam rancangan bangunan gedung pertemuan ini sudah terjadi. Kecepatan angin dalam ruang rata-rata 0,6 – 1,36 m/s. Berdasarkan tabel pengaruh kecepatan angin terhadap efek penyegaran (Frick, 2008) kecepatan 1,36 m/s yang berada dalam ruang dapat memberikan efek penyegaran berupa penurunan suhu ruang sebesar 1,7-2,2°C.



Gambar 16. Aliran angin lantai 1



Gambar 17. Aliran angin potongan utara – selatan lantai 1 dan 2

Ventilasi silang sebagai strategi utama penghawaan alami sudah terjadi dengan baik dan didukung *stack effect* untuk mengeluarkan udara panas lewat atas juga sudah terjadi.



Gambar 17. Hasil desain gedung pertemuan

#### 4. Kesimpulan

Faktor yang mempengaruhi penghawaan alami antara lain bentuk massa, orientasi inlet-outlet terhadap arah angin, bentang-tinggi bangunan, overhang horizontal, rasio jendela, jenis jendela, perbedaan jarak tinggi bukaan dan perletakan serta jarak vegetasi terhadap inlet. Hasilnya bentuk massa persegi, orientasi inlet tegak lurus dengan arah angin, bentang bangunan 30 m, tinggi bangunan  $\geq 10$  m, overhang memiliki jarak dengan inlet, rasio jendela antar inlet-outlet sama, luas jendela  $> 10\%$  dari luas lantai, antar bukaan memiliki jarak tinggi yang besar, penataan vegetasi bersilangan dan jarak minimal vegetasi 30 m terhadap inlet menghasilkan kecepatan angin 0,6-1,36 m/s (sudah memenuhi standar minimal 0,1 m/s, maksimal 1,5 m/s) dengan efek penyegaran berupa penurunan suhu antara 1,7-2,2°C. Aliran angin merata pada seluruh ruang dan laju udara sudah diatas batas minimal.

#### Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum. 2011. *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung SK SNI 6390*, Bandung: Yayasan LPMB.
- Febrita, Yuswinda. 2011. *Ventilas Solar Chimney sebagai Alternatif Desain Passive Cooling di Iklim Tropis Lembab*. Jurnal Ruang, Vol.2, No.1, Fakultas Teknik Universitas Tadakulo
- Frick, Heinz; Antonius Ardiyanto; AMS Darmawan. 2008. *Ilmu Fisika Bangunan*. Kansius: Jogja
- Lechner, Nobert. 2007. *Heating, Cooling, Lighting*. Rajawali Pers: Jakarta
- Mangunwijaya, Y. B. 1997. *Pengantar Fisika Bangunan*. Djambatan: Jakarta
- Mediastika, Chrishtina E. 2005. *Akustika Bangunan*. Erlangga: Jakarta
- Satwiko, Prasasto. 2009. *Fisika Bangunan*. Andi Offset: Yogyakarta