

## BAB II

### TINJAUAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Gedung Pertemuan

Kegiatan yang dilakukan dalam gedung pertemuan adalah konvensi dan exhibisi. Konvensi dan exhibisi merupakan kegiatan yang diikuti oleh sekelompok orang untuk melakukan pertemuan, pertunjukan, pameran dan promosi produk ataupun jasa.

Kongres, konferensi, atau konvensi merupakan suatu kegiatan berupa pertemuan sekelompok orang (negarawan, usahawan, cendikiawan, dan sebagainya) untuk membahas masalah-masalah yang berkaitan dengan kepentingan bersama (Keputusan Menteri Pariwisata, Pos dan Telekomunikasi No. KM 108/HM. 703/MPPT-91).

Fungsi dan kegiatan yang dapat ditampung oleh sebuah gedung pertemuan antara lain

- Berbagai jenis kegiatan persidangan dan pertemuan
- Upacara-upacara kenegaraan : peringatan hari raya dan hari nasional
- Wisuda atau upacara penghargaan lainnya
- Pertunjukan musik
- Perkawinan
- Pameran
- Seminar
- Workshop

##### 2.1.1 Tinjauan ruang

Fasilitas ruang dalam gedung pertemuan antara lain peralatan telekomunikasi dan presentasi, podium dan tempat duduk bagi pengunjung. Podium diartikan sebagai panggung dan tempat duduk bagi pengunjung dapat ditata sesuai dengan kebutuhan. Menurut Kesrul (dalam Dewi, 2013) terdapat beberapa bentuk ruang pertemuan yang biasa digunakan seperti

1. Ruang besar seperti *hall*

Merupakan ruang besar dengan ketinggian tertentu dan tanpa perabot permanen. Ruang ini dapat difungsikan dan ditata sesuai dengan kebutuhan ruang dan kapasitas pengguna.

## 2. Auditorium

Merupakan asal kata dari audiens (penonton) dan rium (tempat), auditorium diartikan sebagai tempat berkumpulnya penonton untuk melaksanakan ataupun menyaksikan acara tertentu. Berdasarkan jenis aktifitas yang diwadahi, maka auditorium dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain :

- Auditorium untuk pertemuan

Berupa auditorium yang mewadahi aktivitas utama percakapan (speech) seperti seminar, rapat besar dan lain lain

- Auditorium untuk pertunjukan seni

Berupa auditorium yang mewadahi aktivitas utama berupa pertunjukan seni seperti musik dan tari.

- Auditorium multifungsi

Merupakan auditorium yang tidak hanya dirancang secara khusus untuk fungsi percakapan ataupun pertunjukan seni melainkan untuk keperluan pameran produk, pernikahan, dan acara besar lainnya.

Menurut Mediastika (dalam Dewi, 2013) ruang-ruang di dalam auditorium dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain

- Ruang utama, meliputi ruang panggung dan ruang penonton, baik ruang penonton di hall arena ataupun di tribun dan balkon
- Ruang pendukung meliputi ruang persiapan pementasan, toilet, kafetaria, hall, ruang tiket dan lain-lain
- Ruang servis meliputi ruang generator, gudang, janitor dan lain-lain

Menurut (Elizabeth, 2011) Secara garis besar ruang yang diperlukan untuk gedung pertemuan antara lain

1. Panggung, merupakan pusat organisasi ruang dimana ruang lain akan mengacu pada letak panggung
2. Tribun, tempat penonton duduk dimana membutuhkan ukuran yang luas untuk menampung banyak orang

3. Penunjang, berupa ruang-ruang pendukung seperti ruang rias, administrasi, toilet dan mekanikal

### 2.1.2 Bentuk ruang

Menurut Doelle 1990 (dalam Dwi Retno Sri Ambarwati, 2010) Terdapat beberapa bentuk ruang auditorium yang lazim digunakan , yaitu bentuk persegi empat (*rectangular shape*), bentuk kipas (*fan shape*), bentuk tapal kuda (*horse-shoe shape*) dan bentuk hexagonal (*hexagonal shape*).

#### A. Bentuk Persegi

Bentuk ruang persegi panjang (*rectangular shape*) memiliki tingkat keseragaman suara yang tinggi sehingga terjadi keseimbangan antara suara awal dan suara akhir. Sisi lebar yang lebih kecil dapat merespon bunyi lateral /bunyi samping, diperkuat dengan pantulan yang berulang-ulang antar dinding samping menyebabkan bertambahnya kepenuhan nada, suatu segi akustik ruang yang sangat diinginkan pada ruang pertunjukan.



Gambar 2.1 Bentuk Ruang Persegi  
Sumber: Ambarwati, 2010

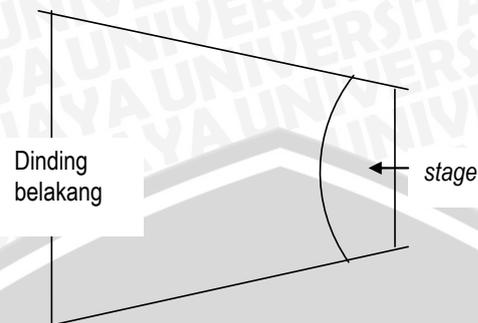
Kelemahan dari bentuk ini adalah pada bagian sisi panjangnya, karena menjadikan jarak antara penonton dengan panggung terlalu jauh. Solusi untuk permasalahan ini adalah dengan mempersempit area panggung dan memperlebar sisi depannya.

#### B. Bentuk Kipas

Ruang bentuk kipas, dapat menampung penonton dalam jumlah banyak, disamping itu juga menyediakan sudut pandang yang maksimum bagi penonton.

Disisi lain, banyak pula kekurangan. Bentuk ini memiliki kekurangan yang membuat reputasi akustiknya kurang baik, karena bentuk dinding samping yang melebar ke belakang menyebabkan pemantulan yang terlalu cepat ke dinding belakang

yang dilengkungkan sehingga menciptakan gema dan pemusatan bunyi sehingga ruang ini cenderung memiliki akustik yang tidak seragam, dengan kondisi area duduk penonton bagian tengah yang kurang baik.

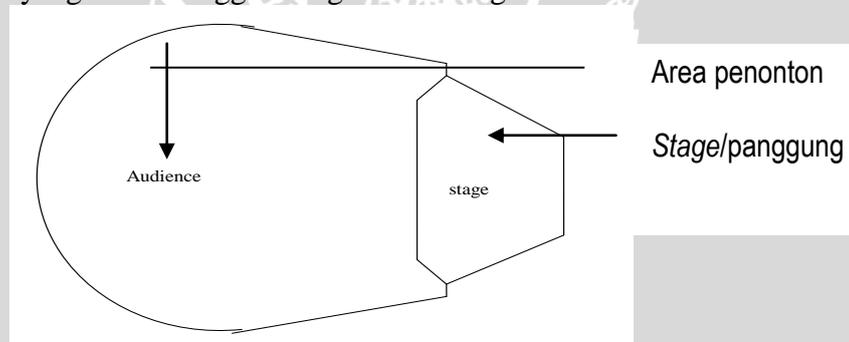


Gambar 2.2 Bentuk ruang kipas  
Sumber: Ambarwati, 2010

### C. Bentuk Tapal kuda

Bentuk yang memiliki keistimewaan waktu dengung yang pendek. Disamping itu bentuk dindingnya membuat jarak penonton dengan pemain menjadi lebih dekat.

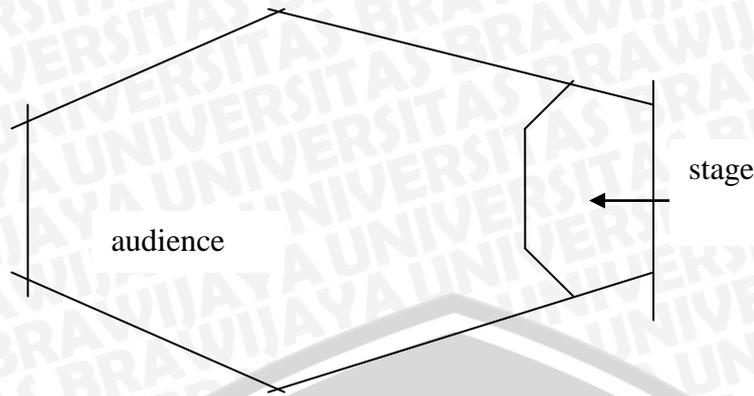
Akan tetapi disisi lain terdapat kekurangan yaitu permukaan dinding bagian belakang yang cekung merupakan bentuk yang tidak dianjurkan karena akan terjadi penyerapan suara yang terlalu tinggi di bagian belakang.



Gambar 2.3 Bentuk ruang tapal kuda  
Sumber: Ambarwati, 2010

### D. Bentuk Heksagonal

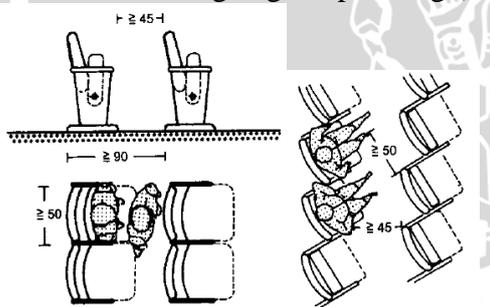
Bentuk ini dapat membawa penonton sangat dekat dengan sumber bunyi, keakraban akustik dan ketegasan, karena permukaan-permukaan yang digunakan untuk menghasilkan pemantulan-pemantulan dengan waktu tunda singkat dapat dipadukan dengan mudah ke dalam keseluruhan rancangan arsitektur.



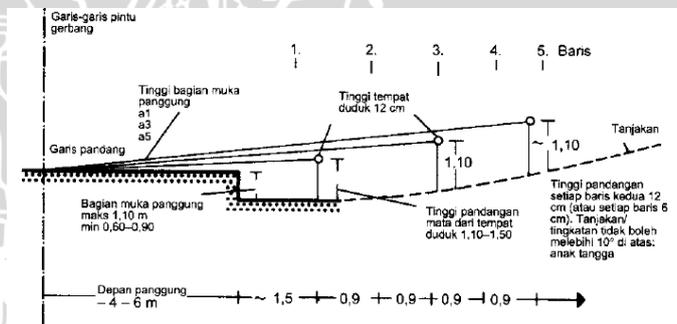
Gambar 2.4 Bentuk ruang heksagonal  
 Sumber: Ambarwati, 2010

2.1.3 Spesifikasi tempat duduk

Tempat duduk dalam gedung pertemuan sangat mempengaruhi luasan gedung. Luas area yang dibutuhkan untuk satu kursi penonton adalah 0,5m<sup>2</sup>. Pandangan yang baik tanpa harus menggerakkan kepala dan memungkinkan gerakan mata sekitar 30°. Pandangan mata dengan gerakan kepala dan mata sekitar 60°. Sudut maksimal pandangan mata adalah 110°. Ketinggian tempat duduk penonton juga harus disesuaikan dengan garis pandang (Neufert, 2002:138).

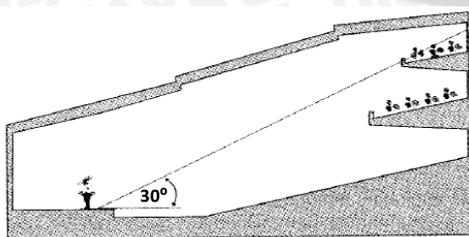


Gambar 2.5 Dimensi tempat duduk  
 Sumber: Neufert, 2002

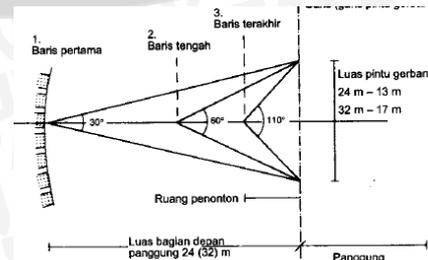


Gambar 2.6 Ketinggian tempat duduk  
 Sumber: Neufert, 2002

Desain tempat duduk yang berundak setidaknya memiliki perbedaan tinggi 15-25 cm. Jumlah kursi yang ditata berjajar 12-15 buah sedangkan jarak antar kursi antar depan dan belakang 86 cm atau 115 cm. Sudut pandang maksimal penonton ke arah panggung maksimal 30° (ke arah bawah) (Mediastika, 2005).



Gambar 2.7 Sudut kemiringan tempat duduk  
 Sumber: Mediastika, 2005



Gambar 2.8 Sudut pandang penonton  
 Sumber: Neufert, 2002

## 2.2 Iklim Tropis Lembab

### 2.2.1 Daerah tropis lembab

(Lippsmeimer, 1994) dalam bukunya “Bangunan Tropis” menyebutkan bahwa daerah tropis merupakan 40% dari luas bumi. Berada antara lintang  $23^{\circ}27'$  lintang utara dan selatan.  $23^{\circ}27'$  lintang utara merupakan garis balik dimana saat tanggal 22 Juni matahari pada posisi tegak lurus.  $23^{\circ}27'$  lintang selatan merupakan garis balik dimana tanggal 23 Desember matahari pada posisi tegak lurus.

Indonesia berada di iklim tropis yang terletak pada  $6^{\circ}8'$  LU- $11^{\circ}15'$  LS dan  $94^{\circ}45'$  BT- $141^{\circ}5'$  BT. Indonesia berada pada garis khatulistiwa yang beriklim tropis lembab memiliki beberapa ciri sebagai berikut :

1. Kelembaban dan temperatur udara cukup tinggi
2. Kelembaban saat kemarau 20-55% dan 55-100% saat hujan. Rata-rata kelembaban sepanjang tahun sebesar 80%. Kelembaban maksimum dicapai pada sekitar pukul 06.00 pagi dan minimum sekitar pukul 14.00. Kelembaban pada dataran rendah dan tinggi hampir sama dan pertukaran panas kecil, karena tingginya kelembaban.
3. Temperatur udara di musim kemarau rata-rata sampai  $32^{\circ}\text{C}$  dan musim hujan rata-rata  $26^{\circ}\text{C}$  atau lebih rendah. Semakin tinggi dataran dari permukaan laut, maka temperatur udara berkurang rata-rata  $0,6^{\circ}\text{C}$  untuk setiap kenaikan 100m.
4. Tingginya curah hujan mencapai 1500-2500 mm/tahun. Hujan lebat dan singkat sering terjadi. Penguapan sangat cepat di musim kering
5. Radiasi matahari global secara horizontal dalam tiap hari rata-rata  $400\text{watt/m}^2$
6. Kecepatan angin pada umumnya agak rendah

### 2.2.2 Kriteria kenyamanan dalam ruang

Tujuan dari perencanaan bangunan adalah menciptakan kenyamanan bagi penggunanya. Manusia sebagai pengguna bangunan merasakan panas dan dingin serta memiliki ketahanan terhadap suhu minimal dan maksimal tertentu untuk merasakan kenyamanan.

SK SNI T-14-1993-03 tentang Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung mengatur standar penghawaan dalam gedung dimana kelembaban udara dalam ruang yang dianjurkan antara 40%~50% dan untuk ruang dengan kapasitas orang yang banyak seperti ruang pertemuan, kelembaban

udara diperbolehkan dalam kisaran 55%~60%. Kecepatan udara yang jatuh diatas kepala sebaiknya tidak lebih kecil dari 0,15m/detik.

Kecepatan angin yang dapat diterima oleh manusia di dalam ruang memiliki batasan tertentu yaitu minimal 0,1 m/detik (Mangunwijaya, 1997:153)

Kecepatan angin dalam ruang memiliki pengaruh terhadap kenyamanan dan efek penyegaran udara. Kecepatan angin dalam ruang tidak akan nyaman bila lebih dari 1,5 m/detik dan kurang dari 0,25 m/detik (Frick, 2008).

Tabel 2.1 Pengaruh kecepatan angin  
Sumber: Frick, 2008

Kecepatan Angin (m/detik)	Pengaruh Kenyamanan	Efek Penyegaran (pada suhu 30)
< 0,25	Tidak dapat dirasakan	0 C
0,25-0,5	Paling nyaman	0,5-0,7 C
0,5-1	Masih nyaman, gerakan udara dapat dirasakan	1,0-1,2 C
1-1,5	Kecepatan maksimal	1,7-2,2 C
1,5-2	Kurang nyaman, berangin	2,0-3,3 C
>2	Kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin yang tinggi	2,3-4,2 C

Berdasarkan peraturan SNI 6390 : 2011 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung untuk memenuhi kenyamanan pengguna bangunan, kondisi perencanaan gedung yang ditetapkan bahwa :

Kuantitas gaya udara yang melalui bukaan ventilasi inlet berupa kebutuhan laju udara ventilasi. Kebutuhan laju udara ventilasi dapat di ukur dengan rumus sebagai berikut

$$Q = CV.A.V$$

dimana :

Q = laju aliran udara, m<sup>3</sup> / detik.

A = luas bebas dari bukaan inlet, m<sup>2</sup>.

V = kecepatan angin, m/detik.

CV = *effectiveness* dari bukaan (CV dianggap sama dengan 0,5 ~ 0,6 untuk angin tegak lurus dan 0,25 ~ 0,35 untuk angin diagonal).

Di dalam SNI 03-6572-2001 tentang Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung di atur standar minimal laju udara ventilasi yaitu

Tabel 2.2 Standar minimal laju udara ventilasi

Sumber: SNI 03-6572-2001

Fungsi Gedung	Ruang	Kebutuhan Udara Luar (m <sup>3</sup> /min/orang)	
		Merokok	Tidak Merokok
Ruang Umum	Koridor	0	0
	WC umum	2,25	2,25
	R. Loker/ Ganti	1,05	0,45
Kantor	R. Kerja	0,6	0,15
	R. Pertemuan	1,05	0,21
R. Kecantikan	R. Rias/salon	0,87	0,6
Auditorium/Teater	Loket	0,6	0,15
	Lobi	1,05	0,21
	Panggung dan Studio	0	0,3
	R. Penonton	1,05	0,21

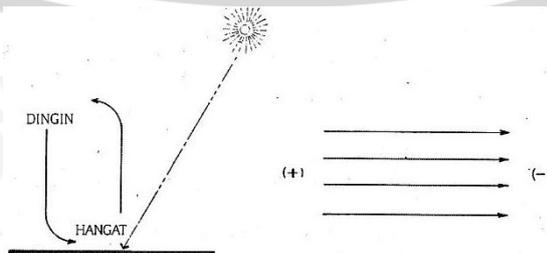
### 2.2.3 Ventilasi Alami

Untuk mendapatkan suhu nyaman dengan cara berkelanjutan maka pendinginan pasif dengan berbagai strategi harus diterapkan dalam perencanaan bangunan. Salah satu cara pendinginan pasif adalah penerapan ventilasi pada bangunan.

Ventilasi berarti aliran udara, baik di dalam ataupun diluar ruang. Dalam bangunan ventilasi berarti proses pergantian udara kotor dengan udara bersih dimana udara bersih merupakan udara yang diharapkan dari udara luar. Ventilasi alami sendiri diartikan sebagai proses bergantinya udara dalam ruang dengan udara segar dari luar ruangan tanpa bantuan peralatan mekanik (Satwiko, 2009:4).

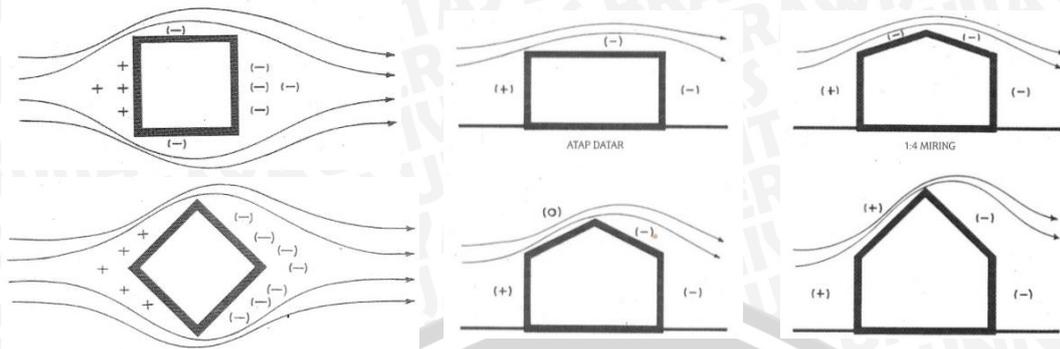
Udara yang bergerak menghasilkan penyegaran terbaik, karena dengan penyegaran yang baik terjadi proses penguapan, yang berarti penurunan temperatur pada kulit. Pendinginan secara alami masih sangat memungkinkan bila suhu udara masih dibawah suhu tubuh manusia (35°C-36°C) (Lippsmeimer, 1994).

Udara akan mengalir dengan baik karena terjadi arus konveksi yang natural, hal ini disebabkan oleh dua hal yaitu adanya perbedaan suhu atau juga perbedaan tekanan (Lechner, 2007:293)



Gambar 2.9 Aliran Udara dengan Suhu dan Tekanan yang Berbeda

Sumber: Lechner, 2007



Gambar 2.10 Udara mengalir di sekitar bangunan yang menyebabkan area bertekanan positif dan negatif

Sumber: Lechner, 2007

Arus udara bergerak di daerah-daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Gerakan udara menimbulkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan. Semakin besar kecepatan udara, semakin besar panas yang hilang bila temperatur luar lebih rendah daripada temperatur tubuh manusia (Lippsmeimer, 1994).

Dalam merancang ventilasi alami maka diperlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi yaitu :

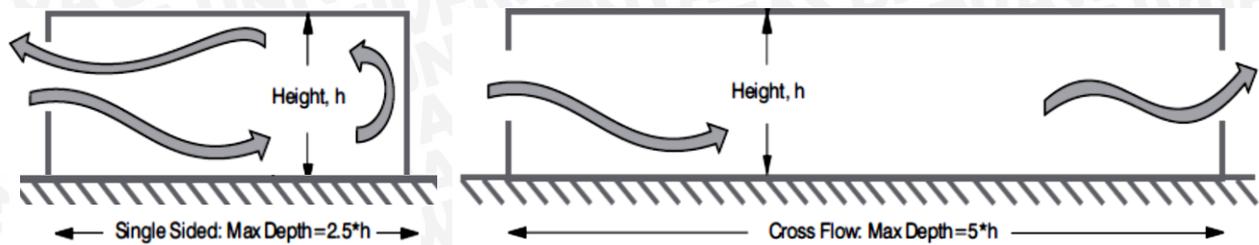
1. Udara luar yang sehat (bebas bau, debu dan polutan)
2. Suhu udara luar tidak terlalu tinggi (tidak melebihi suhu tubuh manusia)
3. Tidak banyak bangunan sekitar yang akan menghalangi aliran udara horizontal
4. Lingkungan tidak bising

Dengan terpenuhinya beberapa syarat tersebut, maka banyak hal positif yang akan dihasilkan dari ventilasi alami seperti lebih hemat energi, dapat menghubungkan iklim dengan ruang dan menciptakan suasana alami, biaya pembuatan dan perawatan murah dan tidak memerlukan tambahan ruang untuk mesin (Satwiko, 2009:1).

Dalam SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung disebutkan bahwa ventilasi alami harus disediakan tidak kurang dari 10% dari luas lantai ruangan dan harus terdiri dari bukaan permanen, jendela, pintu atau sarana lain yang dapat dibuka.

Ventilasi yang menggunakan sumber daya alami berupa angin memiliki persyaratan tertentu dari segi tinggi dan lebar bangunan. Hal ini disebabkan kemampuan tekanan aliran angin alami tidak dapat dikontrol seperti layaknya pada pengkondisian udara buatan. Aliran udara yang baik dalam ruang adalah ketika bukaan yang berada di satu sisi memiliki kedalaman maksimal ruang dua setengah kali tinggi bangunan.

Sedangkan untuk ventilasi silang, kedalaman ruang hingga lima kali tinggi bangunan (Levin, 2009).



Gambar 2.11 Perbandingan lebar dan tinggi bangunan

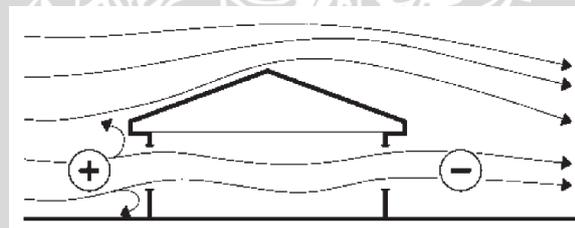
Sumber: Levin, 2009

## 2.3 Sistem Ventilasi Alami

### 2.3.1 Ventilasi Silang

Ventilasi silang adalah bukaan dalam bangunan yang saling berhadapan di dua sisi berbeda yang dapat mengalirkan udara. Pertukaran udara dengan ventilasi silang biasanya memiliki efek yang lebih besar pada pendinginan pasif hal ini dikarenakan adanya perbedaan tekanan pada dua sisi dinding yang berhadapan (Szokolay, 2004:16)

Tujuan perencanaan ventilasi silang adalah mendapatkan aliran udara yang tepat untuk ruangan dan pengontrolannya.



Gambar 2.12 Ventilasi Silang

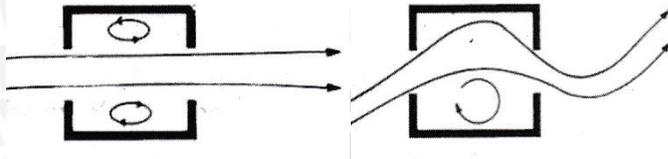
Sumber: Szokolay 2004

Penataan ventilasi udara mempengaruhi karakter gerakan udara dalam ruangan dan tingkat kenyamanan termal. Besaran dan pola aliran udara di dalam ruangan tidak hanya tergantung dari kecepatan udara luar tetapi juga ditentukan oleh elemen-elemen disain arsitektur lainnya seperti desain jendela (Prianto). Tata letak, jenis bukaan dan sudut bukaan ventilasi mempengaruhi kenyamanan termal bangunan dan kecepatan angin dalam bangunan. (Setiawan, 2002).

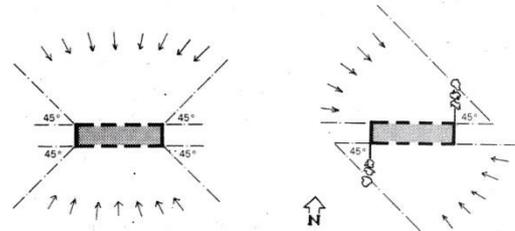
Terdapat beberapa faktor yang menentukan pola aliran udara yang melewati bangunan diantaranya proses distribusi pada tekanan di sekitar bangunan, arah angin yang masuk melalui jendela, ukuran, lokasi, detil jendela dan detil partisi di ruang dalam (Lechner, 2007:297).

### A. Orientasi jendela dan arah angin

Angin akan menghasilkan tekanan maksimal pada posisi tegak lurus terhadap permukaan dan tekanan akan berkurang sekitar 50% saat angin berada pada sudut miring sekitar  $45^\circ$ . Ventilasi dalam ruang akan lebih baik menggunakan angin miring karena hal ini akan menghasilkan turbulensi ruang dalam yang lebih besar (Lechner, 2007:298).



Gambar 2.13 Pengaruh arah angin terhadap pemerataan udara dalam ruang  
Sumber: Lechner 2007

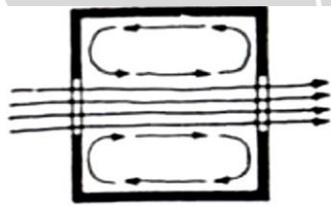


Gambar 2.14 Dinding dan vegetasi dapat digunakan untuk mengubah arah angin  
Sumber: Lechner 2007

Saat orientasi jendela antar inlet dan outlet saling berhadapan dan arah datang angin tegak lurus terhadap jendela maka hal ini akan memberikan pengaruh aliran udara yang signifikan dalam ruang. Saat arah datang angin memiliki sudut miring terhadap bidang inlet, maka akan terjadi pergolakan berupa gerakan udara memutar dalam ruang hal ini akan meningkatkan aliran udara di sepanjang sisi dan sudut ruang (Boutet, 1987:87).

### B. Lokasi Jendela

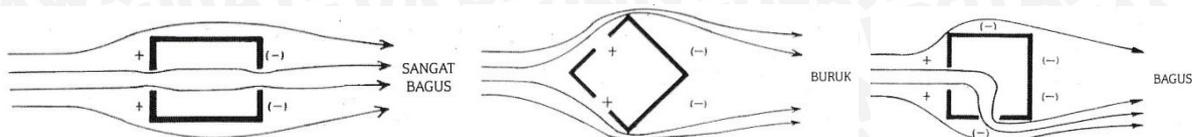
Ventilasi silang akan sangat efektif bila lokasi bukaan saling berhadapan. Ventilasi dengan bukaan yang saling berbatasan akan memberikan pengaruh baik dan buruk, hal ini tergantung pada distribusi tekanan yang bervariasi dengan arah angin (Lechner, 2007:298).



Gambar 2.15 Aliran udara pada bukaan yang tegak lurus terhadap arah angin  
Sumber: Boutet 1987



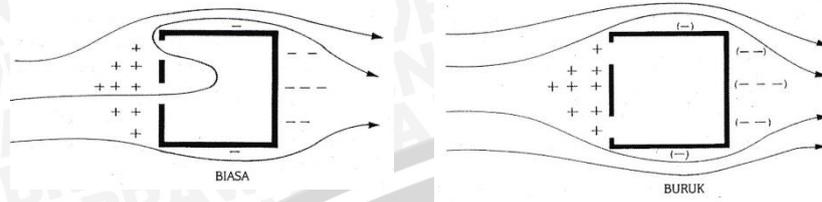
Gambar 2.16 Aliran udara pada bukaan yang miring terhadap arah angin  
Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.17 Ventilasi silang yang ideal  
Sumber: Lechner 2007

Gambar 2.18 Ventilasi dengan bukaan yang berbatasan  
Sumber: Lechner 2007

Letak bukaan yang berada pada sisi yang sama akan memberi pengaruh baik dan buruk pula tergantung pada penempatan bukaan, hal ini dikarenakan tekanan angin terbesar cenderung berada di pusat dinding dan bukan di tepi-tepinya.



Gambar 2.19 Ventilasi dengan letak bukaan satu sisi  
Sumber: Lechner 2007

Ketika bukaan berada saling berbatasan dan arah datang angin miring terhadap bukaan maka aliran udara hanya akan berputar di tepi ruang. Bila bukaan saling berbatasan dan arah datang angin tegak lurus terhadap arah bukaan, maka udara akan mengalir di seluruh bagian ruang (Boutet, 1987:87).

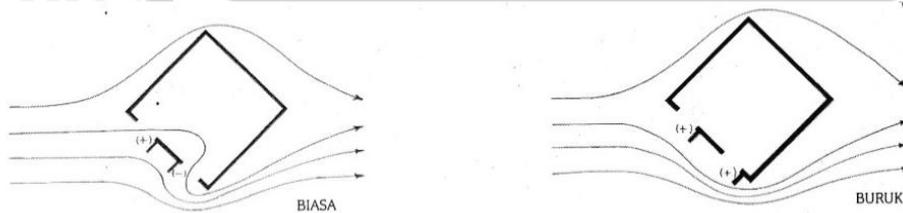


Gambar 2.20 Aliran udara pada bukaan berdekatan yang miring terhadap arah angin  
Sumber: Boutet 1987

Gambar 2.21 Aliran udara pada bukaan berdekatan yang tegak lurus terhadap arah angin  
Sumber: Boutet 1987

### C. Sirip Dinding

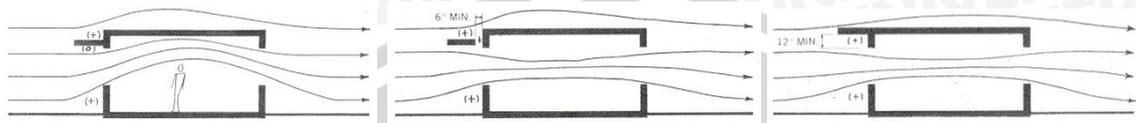
Sirip dinding (fin walls) akan meningkatkan aliran udara melalui jendela yang dipasang pada sisi yang sama dengan cara merubah distribusi tekanan. Hal ini dapat bekerja bila sirip diletakkan pada sisi yang berbeda dari tiap jendela. Sirip dinding akan bekerja sangat baik bila arah angin yang datang memiliki sudut  $45^{\circ}$  terhadap dinding. Sirip dinding bisa berupa daun dinding yang terbuka keluar (Lechner, 2007:298).



Gambar 2.22 Peningkatan aliran udara dengan sirip dinding pada sisi berbeda di tiap jendela  
Sumber: Lechner 2007

#### D. Overhang Horizontal

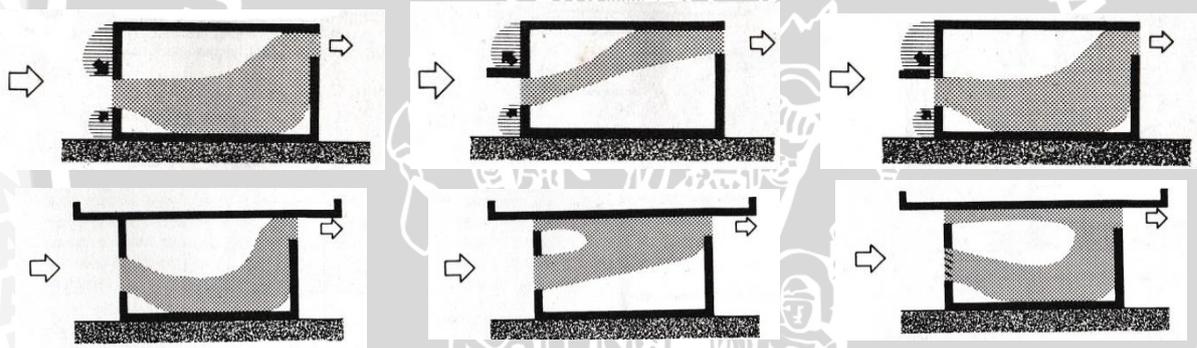
Overhang horizontal yang diletakkan langsung di atas jendela akan menyebabkan aliran udara mengalir ke bagian atas. Overhang berupa louver atau celah yang menggantung 6 inchi atau lebih akan membuat aliran udara mengalir lurus keluar. Perletakan overhang yang lebih tinggi daripada jendela juga akan meluruskan aliran udara ke arah penghuni (Lechner, 2007:300).



Gambar 2.23 Pengaruh overhang terhadap aliran angin dalam ruang

Sumber: Lechner 2007

Jenis bentuk peneduh mempengaruhi bagaimana udara terdistribusi ke dalam ruang. Shading device sebagai elemen peneduh dapat digunakan sebagai kontrol pergerakan udara sehingga terdapat dua fungsi yang keduanya harus saling berkaitan dalam memberikan kenyamanan termal dalam ruang (Lippsmeier, 1994).

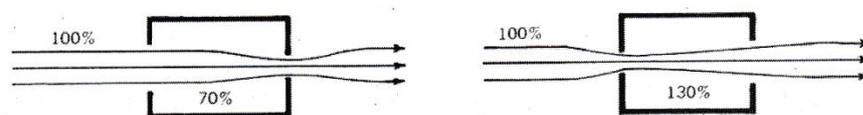


Gambar 2.24 Pengaruh overhang terhadap aliran angin dalam ruang

Sumber: Lippsmeier 1994

#### E. Ukuran dan Rasio

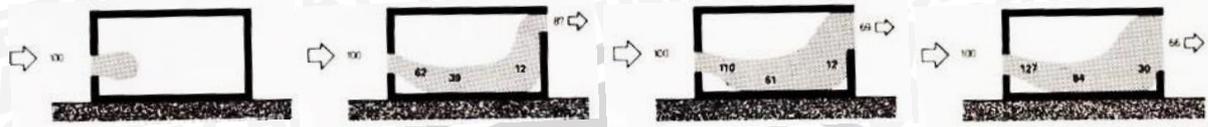
Ukuran inlet dan outlet haruslah sama untuk mendapatkan aliran udara yang maksimal. Ukuran lubang inlet tidak hanya menentukan kecepatan, namun juga menentukan pola aliran udara. Bilamana terdapat perbedaan ukuran, lubang yang kecil biasanya berupa lubang inlet. Hal ini dikarenakan rasio inlet yang lebih kecil dari pada outlet akan memberikan kecepatan aliran udara dalam ruang. Sebaliknya jika rasio outlet lebih kecil daripada inlet maka akan mengurangi kecepatan aliran udara dalam ruang (Lechner, 2007:302).



Gambar 2.25 Pengaruh ukuran bukaan terhadap aliran angin dalam ruang

Sumber: Lechner 2007

Hal yang perlu menjadi perhatian dalam pendinginan pasif tidak hanya banyaknya pertukaran udara dalam setiap jam, namun masuknya udara juga lebih penting. Kecepatan udara dalam ruang dapat meningkat apabila outlet lebih besar daripada inlet hal inilah yang menciptakan pendinginan efektif (Lippsmeier, 1994).



Gambar 2.26 Pengaruh dimensi jendela terhadap aliran angin

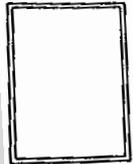
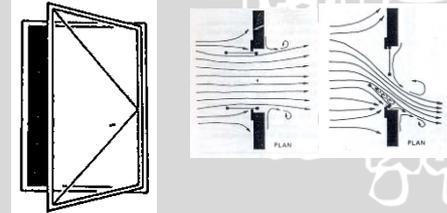
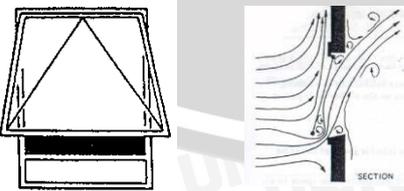
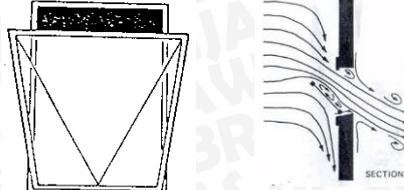
Sumber: Lippsmeier 1994

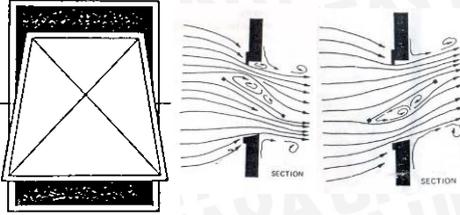
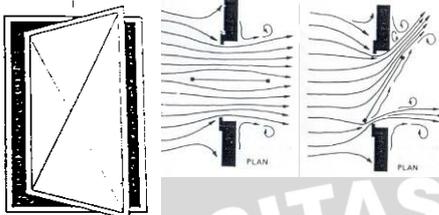
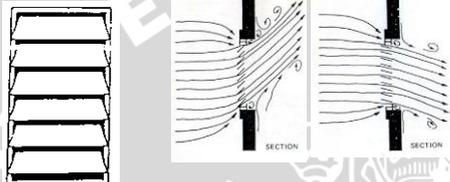
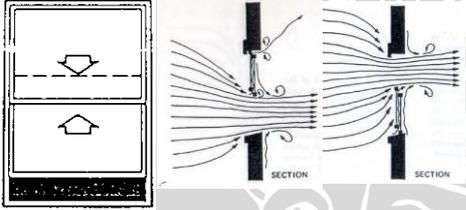
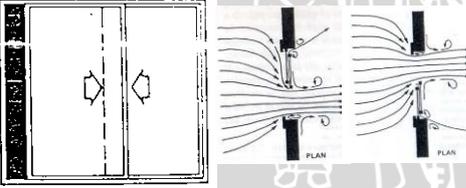
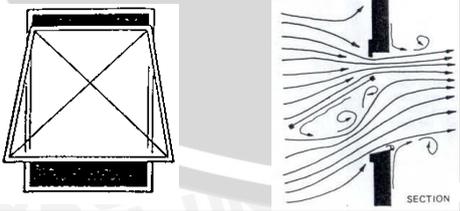
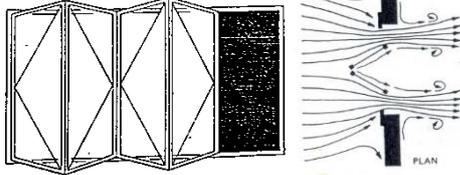
#### F. Jenis Jendela

Dari beberapa variasi bentuk dan ukuran, jendela di klasifikasikan menjadi enam yaitu *fixed window*, *casement window*, *pivoted window*, *louvre window*, *sliding window*, *compound action window*. Setiap jendela memiliki fungsi dan kemampuan tertentu dalam memasukkan dan mengarahkan aliran udara (Beckett & Godfrey, 1974).

Tabel 2.3 Jenis Jendela

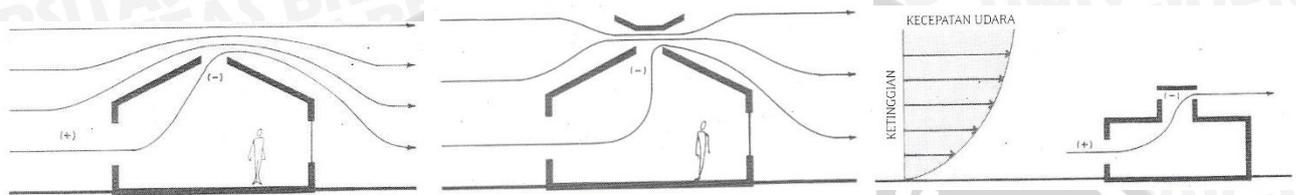
Sumber: Beckett & Godfrey, 1974

Jenis	Nama	Keterangan
Fixed Window	Fixed Window 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jendela tidak dapat dibuka dan tidak mengalirkan udara</li> <li>Jendela hanya memasukkan cahaya matahari</li> </ul>
Casement Window	Side Hung 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jendela dapat terbuka 90°</li> <li>Dapat terbuka 100%</li> <li>Aliran udara horizontal</li> <li>Aliran udara horizontal dapat diarahkan berdasarkan sudut bukaan</li> </ul>
	Top Hung 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jendela dapat terbuka 90°</li> <li>Dapat terbuka 100%</li> <li>Aliran udara dapat secara horizontal ataupun naik ke langit-langit tergantung sudut bukaan</li> </ul>
	Bottom Hung 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat terbuka 100%</li> <li>Aliran udara menuju ke bawah tergantung sudut bukaan</li> </ul>

Pivoted Window	<p>Horizontal Pivote</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jendela dapat terbuka 100%</li> <li>• Aliran udara</li> </ul>
	<p>Vertical Pivote</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jendela dapat terbuka 100%</li> <li>• Aliran udara horizontal dapat diarahkan sesuai sudut bukaan</li> </ul>
Louvre Window	<p>Louvre Window</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jendela dapat terbuka 100%</li> <li>• Aliran udara horizontal dan dapat diarahkan berdasarkan sudut baik ke atas</li> </ul>
Sliding Window	<p>Vertical Sliding</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jendela dapat dibuka maksimal 50%</li> <li>• Aliran udara masuk secara horizontal</li> <li>• Ketinggian aliran udara dalam ruang dapat di sesuaikan</li> </ul>
	<p>Horizontal Sliding</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jendela dapat dibuka maksimal 50%</li> <li>• Aliran udara masuk secara horizontal</li> </ul>
Compond Action Window	<p>Project Top Hung</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jendela dapat terbuka 100%</li> <li>• Aliran udara horizontal jika dibuka secara penuh</li> <li>• Aliran udara bisa diarahkan ke atas dengan menyesuaikan sudut bukaan</li> </ul>
	<p>Folding</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jendela dapat terbuka 100%</li> <li>• Aliran udara horizontal</li> <li>• Sudut bukaan dapat mengarahkan angin jika tidak dibuka 100%</li> </ul>

### 2.3.2 Stack Effect

Salah satu sistem ventilasi alami yang dapat diterapkan pada iklim tropis adalah sistem *stack effect*. Prinsip dari sistem ini adalah peningkatan kecepatan udara melalui perbedaan tekanan, bukaan berada di bagian atap dimana bukaan atap akan memiliki tekanan negatif daripada bukaan di dinding, sehingga udara panas dalam ruang akan terangkat ke atas dan akan dibuang melalui bukaan atap (Lechner, 2007:296).



Gambar 2.27 Aliran udara dengan *stack effect* dalam bangunan  
Sumber: Lechner 2007

*Stack effect* dapat terjadi dalam ruang yang memiliki tinggi yang signifikan, dimana inlet dan outlet berada pada level ketinggian yang berbeda. Selain itu, *stack effect* juga terjadi karena perbedaan suhu udara di dalam cerobong dengan udara di luar. Udara yang lebih panas pada cerobong akan naik ke atas dan tegantikan dengan udara sejuk dari inlet (Szokolay, 2004:16).



Gambar 2.28 *Stack effect* pada ruang dan cerobong  
Sumber: Szokolay 2004

*Stack effect* dengan cerobong atau biasa disebut sistem solar chimney dapat diaplikasikan pada auditorium. Penggunaan solar chimney sangat menarik karena ventilasi alami akan tetap berjalan tanpa bergantung pada kecepatan angin dari luar. Sistem ini sangat sesuai diaplikasikan pada wilayah yang terpapar radiasi panas matahari tinggi dan kecepatan angin yang normalnya rendah.

Pengaplikasian *solar chimney* dengan *evaporative cooling tower* pada auditorium merupakan strategi yang baik dan dapat dipastikan kenyamanan termal akan tercapai. Selain itu, konsumsi energi juga dapat berkurang. Aliran udara dalam

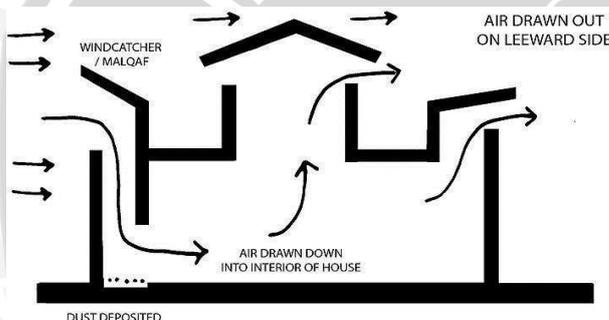
bangunan berbanding lurus dengan ketinggian solar chimney. Semakin tinggi tower maka kecepatan aliran udara akan semakin tinggi (Silva, 2005).



Gambar 2.29 Penghawaan alami solar chimney dan evaporative cooling tower

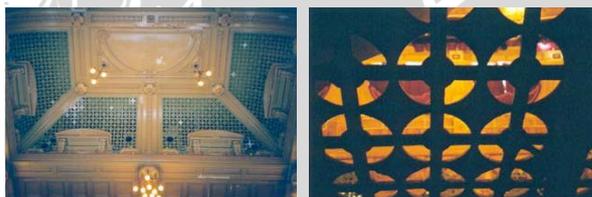
Sumber: Silva, 2005

Penghawaan alami pada bangunan auditorium dapat dilakukan dengan menggunakan bukaan atap. Inlet berupa bukaan di atap yang dilindungi louver dan outlet berupa bukaan atap pula yang dibawahnya dilengkapi dengan plafon berlubang tempat udara panas keluar (Kenton, 2004).



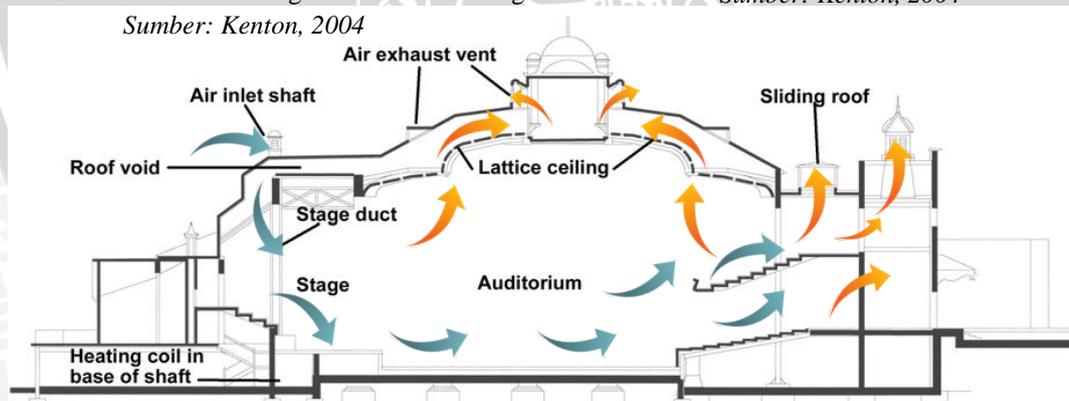
Gambar 2.30 Aliran udara dengan bantuan cerobong

Sumber: Kenton, 2004



Gambar 2.31 Lattice ceiling

Sumber: Kenton, 2004



Gambar 2.32 Ventilasi alami pada auditoriumThe Royal Hall

Sumber: Kenton, 2004

*Stack effect* dengan cerobong dapat dilakukan dengan memanaskan udara dalam cerobong, udara yang panas ini akan keluar ke atas dengan dorongan *buoyancy* dan mempengaruhi udara yang lebih dingin masuk ke dalam ruang. Parameter desain *stack effect* dengan sistem *solar chimney ventilation* 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)

## 2.4 Perancangan Tapak dan Lingkungan

Untuk mendapatkan suhu yang nyaman secara berkelanjutan dalam bangunan, maka perancangan bangunan harus memperhatikan tapak dan lingkungannya. Strategi penghindaran panas melalui orientasi bangunan dan vegetasi seringkali digunakan dalam perancangan. Orientasi bangunan akan membantu dalam mengurangi panas bangunan karena radiasi matahari sedangkan vegetasi akan membantu mengarahkan angin masuk kedalam bangunan untuk mendinginkan ruang dalam.

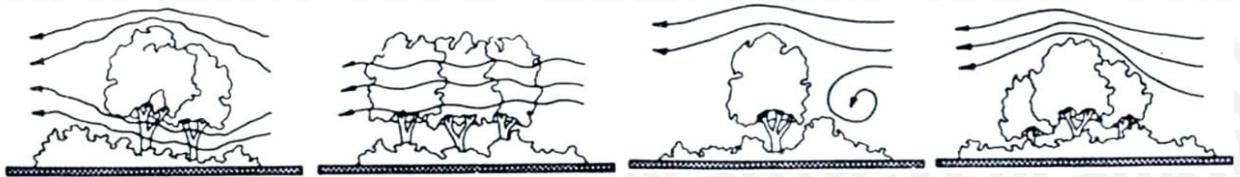
### 2.4.1 Orientasi

Orientasi bangunan sebaiknya memiliki sumbu panjang barat-timur karena hal ini dapat meminimalkan panas di permukaan bangunan yang terkena panas matahari. Bukaan lebih baik bila berada di bagian utara-selatan supaya tidak terkena panas dan silau matahari, namun hal ini dapat disesuaikan dengan arah angin yang datang. Untuk wilayah yang berada di selatan garis khatulistiwa sebaiknya sumbu panjang bangunan memiliki sudut 5° dari barat-timur (searah jarum jam) (Satwiko, 2009:26)

### 2.4.2 Vegetasi

Vegetasi memiliki banyak kegunaan dalam pengendalian iklim untuk menciptakan kenyamanan baik di dalam maupun diluar bangunan. Vegetasi dapat mengurangi panas, mengarahkan angin, meredam kebisingan, debu dan polusi udara (Lechner, 2007:350).

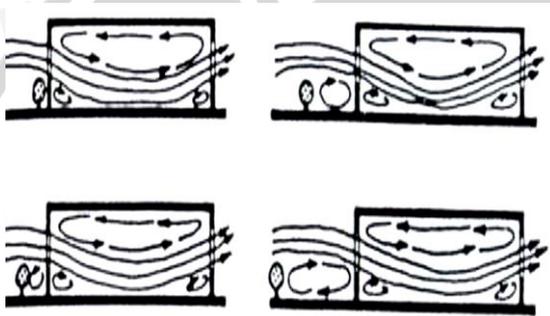
Vegetasi dapat digunakan untuk penghematan konsumsi energi dalam bangunan dengan cara mengurangi radiasi panas matahari di permukaan bangunan dan dapat mengontrol pergerakan angin (Boutet, 1987:77)



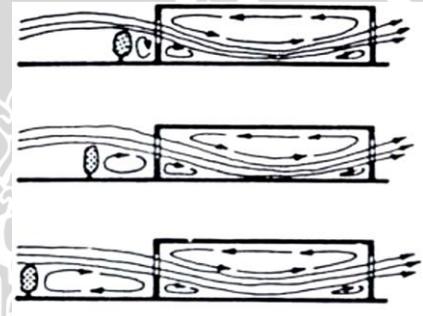
Gambar 2.33 Vegetasi mempengaruhi pola pergerakan angin  
 Sumber: Boutet 1987

Pengaruh vegetasi dalam mengontrol pergerakan angin baik di dalam maupun luar bangunan antara lain

1. Vegetasi akan meningkatkan ataupun mengurangi kecepatan angin
2. Dapat memodifikasi arah angin
3. Vegetasi akan menciptakan tekanan positif dan negatif dan akan menghasilkan pola angin (Boutet, 1987:77)



Gambar 2.34 Pengaruh perdu dan jaraknya pada inlet  
 Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.35 Pengaruh pohon dan jaraknya  
 Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.36 Pengaruh tinggi pohon sama dengan bangunan  
 Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.37 Pengaruh pohon yang lebih tinggi dari bangunan  
 Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.38 Pengaruh pohon dan perdu yang lebih tinggi dari bangunan  
 Sumber: Boutet 1987

## 2.5 Tinjauan Gedung Juang 45

Gedung Juang 45 dibangun pada tahun 1977 sebagai gedung serbaguna milik Pemerintah Daerah Kabupaten Nganjuk. Selain sebagai gedung serbaguna, bangunan ini dulu didedikasikan untuk mengenang perjuangan para pahlawan. Di bagian luar bangunan terdapat taman cagar budaya yang berisi kendaraan perang dan tugu perjuangan.

Gedung ini mewadahi berbagai aktivitas pertemuan, musik dan olahraga. Selain itu, gedung ini juga digunakan sebagai pusat komunitas dan tempat radio milik pemerintah daerah. Sebagai gedung pertemuan yang paling besar di wilayah kota sudah seharusnya bangunan ini mampu memfasilitasi kebutuhan pengguna baik dan memberikan kenyamanan.

### 2.5.1 Kondisi Iklim

Gedung Juang 45 terletak di Kecamatan Nganjuk, Kabupaten Nganjuk dengan iklim tropis lembab. Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu kabupaten di Propinsi Jawa Timur yang terletak di bagian barat dari wilayah Propinsi Jawa Timur. Kabupaten Nganjuk berada pada koordinat  $111^{\circ} 5'$  sampai dengan  $111^{\circ} 13'$  BT dan  $7^{\circ} 20'$  sampai dengan  $7^{\circ} 50'$  LS. Memiliki kondisi iklim suhu  $22,4-31,6^{\circ}\text{C}$ , kelembaban  $74,1-95,3\%$  dan kecepatan angin  $1,03-2,57$  m/s dengan arah angin utara ke selatan.

Kondisi iklim mikro suhu luar ruang  $30^{\circ}\text{C}$  sedangkan suhu dalam bangunan  $31^{\circ}\text{C}$ , kelembaban udara luar  $86\%$  kelembaban udara dalam ruang  $89\%$ .

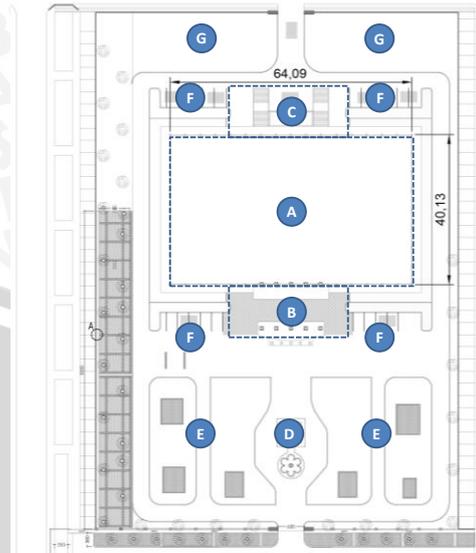
### 2.5.2 Kondisi Gedung

Gedung terletak di Jalan dr. Sutomo, Kabupaten Nganjuk. Lokasi sangat strategis dekat dengan pusat kota dengan jarak  $\pm 1$  km. Bangunan disekitarnya berupa sekolah, kantor pemerintah, rumah sakit umum daerah, permukiman, dan pertokoan.

Gedung ini merupakan aset daerah yang sudah seharusnya dikelola dengan baik oleh pemerintah, namun faktanya kondisi gedung sangat tidak terpelihara dengan baik. Banyak terjadi kerusakan pada beberapa elemen bangunan seperti plafon, dinding, dan juga fasilitas toilet tidak lagi berfungsi.



Gambar 2.39 Gambaran Lokasi



- A : Gedung Pertemuan
- B : Main Entrance
- C : Side Entrance
- D : Fountain
- E : Taman Cagar Budaya
- F : Area Parkir
- G : Taman Belakang

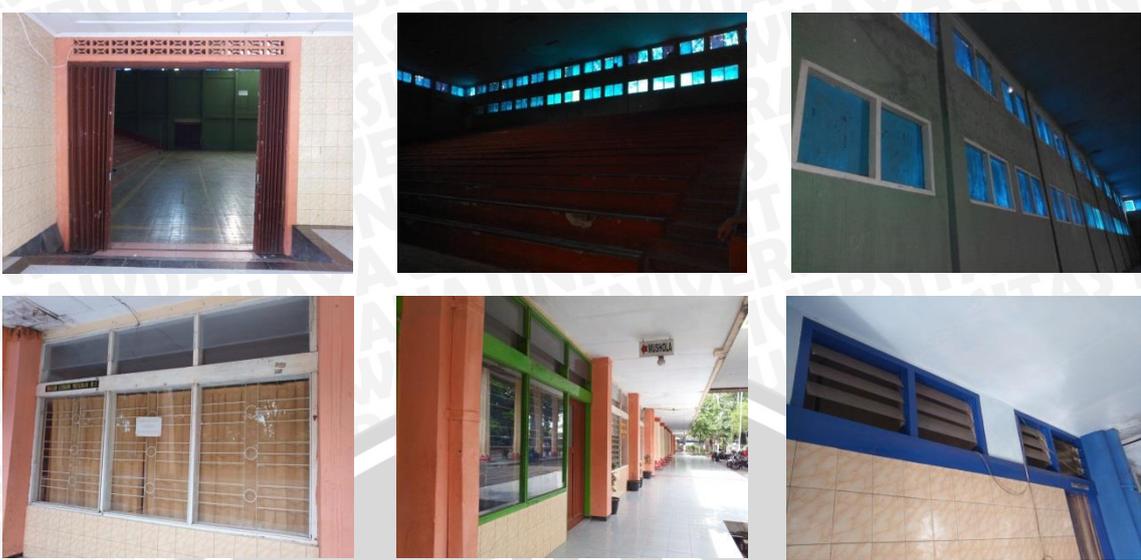
Gambar 2.40 Layout Plan



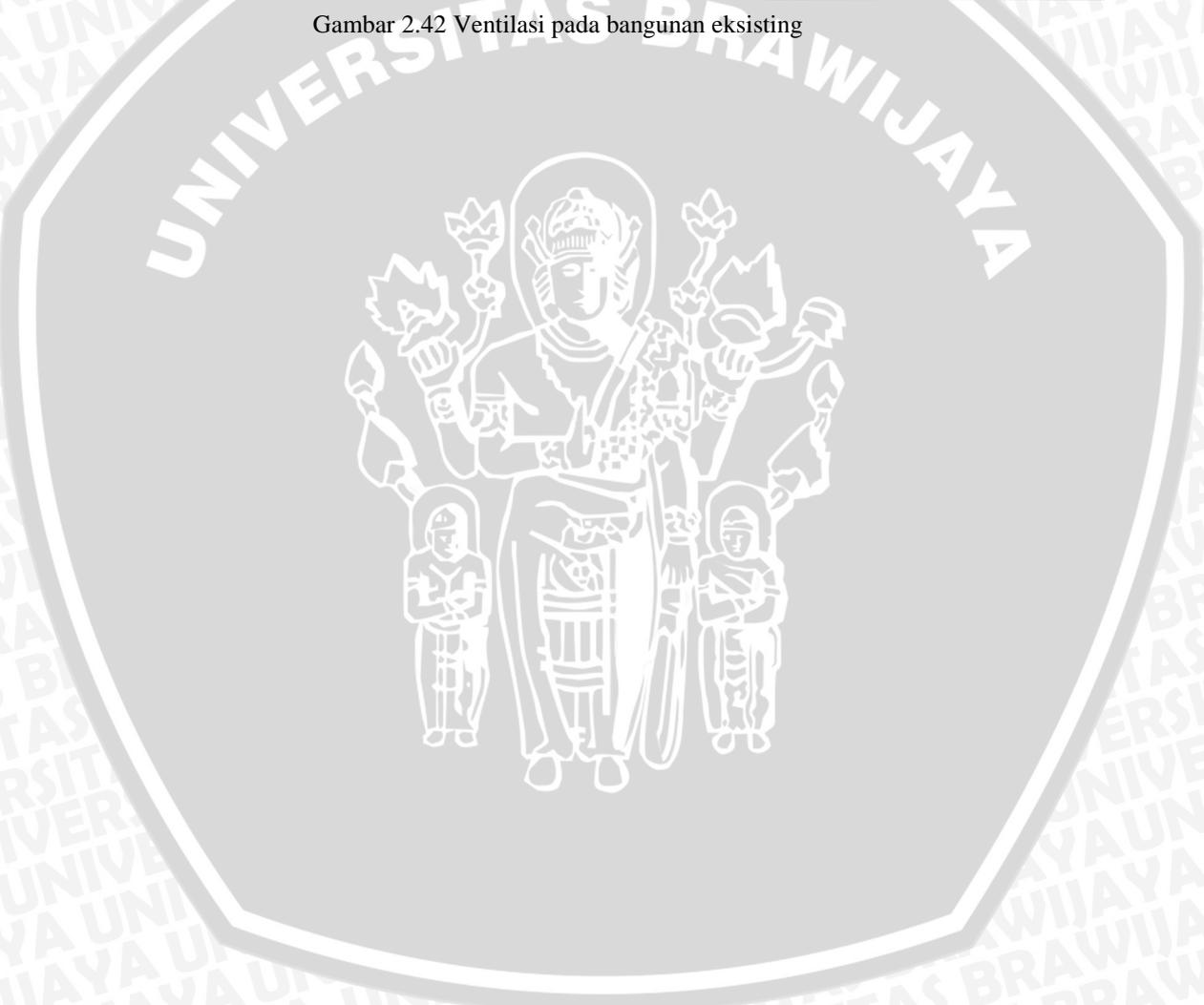
Gambar 2.41 Kondisi Eksisting Gedung

Selain itu, sebagian besar ventilasi yang ada pada ruang utama hanya menggunakan tipe *fixed window* atau jendela mati yang tidak dapat mengalirkan udara sejuk ke dalam ruang. Aliran udara hanya didapatkan dari empat pintu masuk yang saling berhadapan. Dari total luas lantai 2560 m<sup>2</sup> hanya terdapat bukaan seluas 56m<sup>2</sup> hal ini sudah tidak sesuai dengan ketentuan SNI tentang ventilasi alami pada gedung yang seharusnya bukaan ventilasi tidak boleh kurang dari 10% luas bangunan (256 m<sup>2</sup>). Hal ini menyebabkan sirkulasi udara dalam ruang tidak berjalan maksimal dan akhirnya pengguna tidak dapat merasa nyaman berada di dalam. Ruang-ruang penunjang lain juga hanya menggunakan ventilasi satu sisi dan masih banyak menggunakan jendela mati.



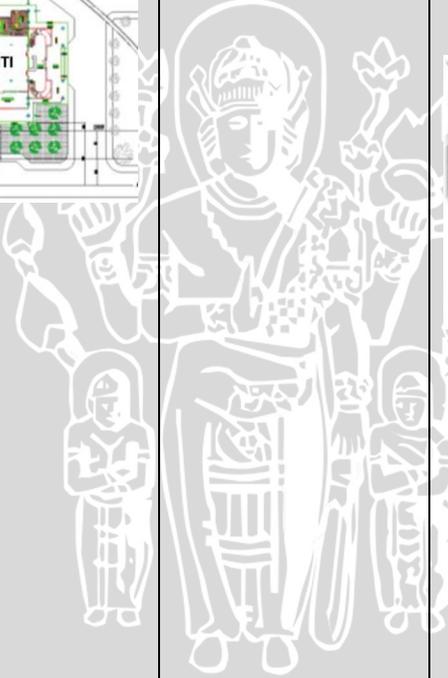
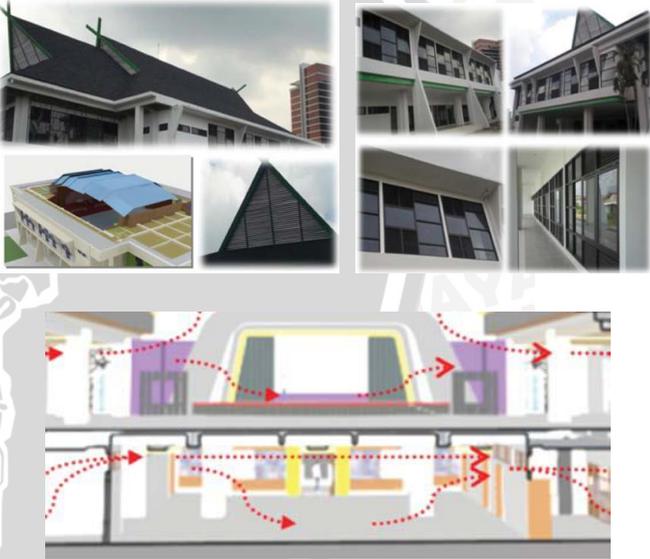


Gambar 2.42 Ventilasi pada bangunan eksisting



## 2.5 Studi Komparasi

Tabel 2.4 Studi komparasi

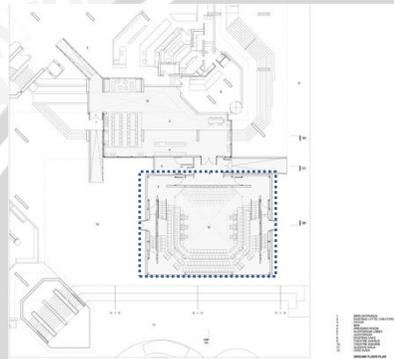
Bangunan	Tata Masa	Betuk dan Orientasi	Sistem Ventilasi
<p><b>Grha Wiksa Praniti</b> (Gedung Pertemuan di bandung) Merupakan bangunan gedung percontohan dari Dinas Pekerjaan Umum yang menerapkan <i>sistem green building</i> di setiap aspek</p> 	<p>Terdiri dari satu masa</p> 	<p>Bentuk persegi panjang memanjang dari barat ke timur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan ventilasi silang berupa jalusi yang diletakkan di atas dan di bawah dinding</li> <li>• Penggunaan atap miring <math>40^{\circ}</math> dengan sirip-sirip tempat udara panas keluar</li> <li>• Bentuk plafon bersegmen selain sebagai insulasi panas juga digunakan sebagai akustik ruang</li> </ul> 

### The Shed London's National Theatre

Gedung pertemuan berupa teater di London, Inggris



Terdiri dari satu massa yang berdiri berdekatan dengan fasilitas umum kota



Bentuk persegi yang simple dengan dinding plywood merah

- Menggunakan ventilasi alami berupa sistem *stack effect*
- Empat tower chimney digunakan untuk mengalirkan udara
  - Tower chimney juga digunakan sebagai elemen estetik pembentuk fasad yang sederhana

