

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum mengenai Gedung Olahraga

Pengertian Gedung olahraga dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (Balai Pustaka, 1995) merupakan suatu ruang untuk menyabung ayam, berpacu kuda, tinju, olahraga, dan banyak lainnya yang dapat dilakukan di dalamnya. Selain itu dari (Kantor Menpora, 1991) dan (SNI, 1994) memiliki pengertian dari gedung olahraga, yaitu suatu ruang tertutup yang digunakan untuk kegiatan olahraga. Dasar perencanaan memperhitungkan olahraga yang akan ditampung di dalamnya supaya memperoleh perancangan yang baik sesuai dengan jenis olahraga itu sendiri (Neufert, 2002). Dari pendapat-pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa gedung olahraga merupakan suatu ruang tertutup yang digunakan untuk berolahraga, namun juga tetap menyediakan fasilitas-fasilitas lain untuk menunjang kegiatan tersebut.

Sedangkan pengertian olahraga menurut Kamus Umum Bahasa Indonesia (1985) merupakan rangkaian pergerakan dari badan untuk menjaga kesehatan. Berdasarkan pengertian secara umum, olahraga memiliki pengertian dari dua suku kata, yang terdiri dari kata olah dan raga. Olah memiliki arti laku, ulah, cara, perbuatan dan raga memiliki arti badan, tubuh sehingga pengertian olahraga adalah pergerakan dari badan yang dilakukan secara terstruktur. Olahraga dapat digunakan sebagai permainan, hiburan, dan pertandingan yang memerlukan keterampilan dengan tujuan untuk menjaga kesehatan baik fisik maupun psikis. Olahraga juga merupakan suatu bentuk pendidikan dari perorangan dan masyarakat dengan mengutamakan gerakan jasmani yang dilakukan di dalam ruangan (*indoor*) maupun di luar ruangan (*outdoor*) secara sadar dan sistematis dan dapat dilakukan seumur hidup agar tercapai suatu kualitas kehidupan yang lebih tinggi. Dari pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa gedung olahraga adalah suatu tempat untuk menampung kegiatan mengolah tubuh yang bertujuan untuk menjaga kesehatan fisik maupun psikis manusia.

### 2.1.1 Klasifikasi gedung Olahraga

Di dalam SK SNI-T26-1991-03 mengenai Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Gedung Olahraga (GOR Olahraga) dijelaskan tentang tipe gedung olahraga yang dibedakan menjadi tipe A, B, dan C. Untuk tipe A berskala Provinsi, tipe B berskala Kota/Kabupaten dan tipe C melayani wilayah Kecamatan. Untuk bangunan Gedung Olahraga Kota Batu sendiri bertipe B dengan skala Kota/ Kabupaten. Berikut merupakan klasifikasi gedung olahraga tipe B (SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994)

Tabel 2.1 Klasifikasi Gedung Olahraga Tipe B

Klasifikasi Gedung Olahraga	Jumlah minimal	Jumlah Minimal Lapangan	
		Pertandingan	Latihan
Tipe B	1. Lap. Basket. 2. Bola Voly	1 buah	2 buah

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora (1994)

Dari penjabaran di atas, gedung olahraga di Kota Batu akan didesain dengan satu lapangan basket dan dapat digunakan untuk voli juga dalam pertandingan ataupun berlatih dalam skala dalam Kota/Kabupate. Gedung olahraga ini juga dapat digunakan seluruh kalangan masyarakat, maka pembangunan gedung ini juga harus merakyat. Di dalam SNI gedung olahraga juga dijelaskan mengenai standar ukuran lapangan olahraga, yaitu:

Tabel 2.2 Ukuran Minimal Lapangan pada Gedung Olahraga

Klasifikasi	Panjang termasuk daerah bebas	Lebar termasuk daerah bebas	Tinggi langit-langit permainan	Langit-langit daerah bebas
<b>Tipe B</b>	32	32	12.50	5.50

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

Untuk kapasitas penonton gedung olahraga juga memiliki standar SNI yang menjadi standar perancangan, yaitu:

Tabel 2.3 Jumlah Penonton pada Gedung Olahraga

Klasifikasi Gedung Olahraga	Jumlah Penonton (jiwa)
<b>Tipe B</b>	1000-3000

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

Di dalam Perancangan Gedung Olahraga Kota Batu ini akan dapat menampung penonton hingga 1000 penonton karena tipe Gedung Olahraga di Kota Batu adalah tipe B.

### 2.1.2 Fasilitas gedung Olahraga

Fasilitas yang harus disediakan di dalam gedung olahraga juga dijelaskan di dalam standar gedung olahraga, yaitu:

#### A. Area olahraga utama

- Lapangan olahraga
- Area penonton (tribun)
- Area *official* (petugas garis, wasit, pelatih, dan lain-lain)
- Ruang peralatan olahraga
- Ruang teknik
- Ruang persiapan

B. Area administrasi yang terdiri dari ruang *receptionist*, kantor pengelola, ruang rapat pengelola, *pantry*, gudang, dan ruang arsip.

C. Area penerimaan tamu yang meliputi *front office*, loket penjualan tiket, loket pendaftaran keanggotaan atau penyewaan, *entrance hall*, *lobby*, dan toilet umum.

D. Area penunjang meliputi *cafeteria*, taman bermain, toko olahraga, dan *fitness centre*.

E. Bagian keamanan terhadap api, keributan, kerusakan, dan kecelakaan.

F. Area ibadah yaitu musholla dan ruang tempat wudhu.

## 2.2 Tinjauan Ruang

Dalam perancangan suatu gedung olahraga, pasti harus memenuhi standar-standar yang harus dipenuhi karena fasilitas yang diberikan merupakan fasilitas umum dan memiliki standar.

### 2.2.1 Persyaratan Fasilitas Utama

#### A. Persyaratan Lapangan Bola Basket

Dalam peraturan bola basket (2010) yang dicetuskan oleh Persatuan Basket Seluruh Indonesia (PERBASI) olahraga basket memiliki definisi, yaitu sebuah permainan yang dimainkan oleh 2 tim yang masing-masing terdiri dari 5 pemain dengan tujuan mencetak angka ke dalam ring lawan. Dalam perancangan lapangan basket memiliki standar yaitu:

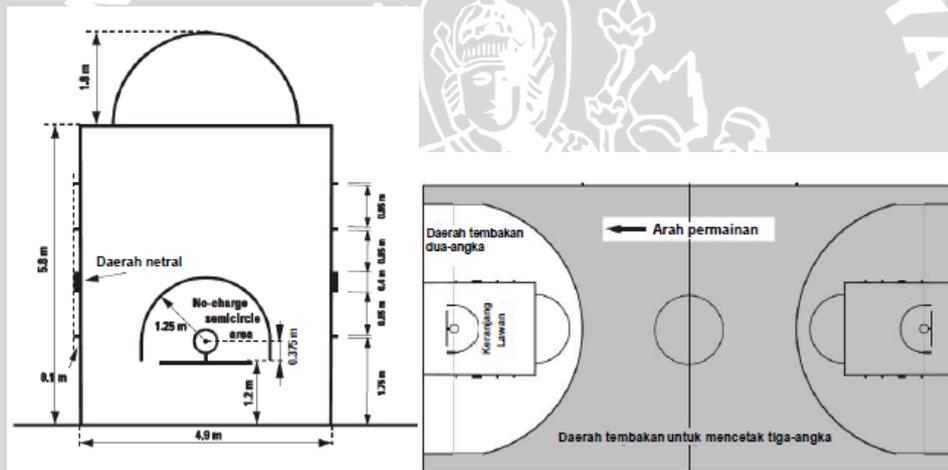
- Lapangan permainan harus rata dengan dimensi lapangan dengan panjang 28m dan lebar 15m.
- Garis Lapangan dibuat dengan warna putih dengan lebar 5cm dan dapat terlihat dengan jelas.

- Garis Batas terdiri dari *endline* dan *sideline*. Garis-garis ini bukan merupakan bagian dari lapangan permainan. Untuk bangku pemain cadangan berada 2m dari lapangan permainan.
- Garis tengah sejajar dengan *endline* dari titik tengah kedua *sideline* dan di perpanjang 0.15m dari masing-masing *sideline*. Garis tengah adalah bagian dari *backcourt*. Lingkaran tengah dibuat di tengah-tengah lapangan permainan dengan jari-jari 1.80m. Jika bagian dalam lingkaran tengah diwarnai, warnanya harus sama dengan daerah bersyarat. Setengah lingkaran *free-throw* dibuat di lapangan permainan dengan jari-jari 1.80m dengan pusatnya berada di titik tengah garis *free-throw*.
- Garis *free-throw* dibuat sejajar dengan masing-masing *endline*. Sisi terjauh garis ini 5.80m dari sisi dalam *endline* dan panjangnya 3.60m. Titik tengahnya akan berada pada garis khayal yang menghubungkan dua titik tengah *endline*.
- Daerah tembakan untuk mencetak tiga angka suatu tim merupakan seluruh daerah lantai dari lapangan permainan adalah dua garis sejajar memanjang dari dan tegak lurus dengan *endline*, dengan sisi terluar 0,90 m dari sisi dalam *sideline* dan busur dengan jari-jari 6.75m diukur dari titik di lantai tepat di bawah titik tengah keranjang lawan terhadap sisi luar busur. Jarak titik ini di lantai dari sisi dalam titik tengah *endline* adalah 1.58m. Garis tiga-angka bukan bagian dari daerah tembakan untuk mencetak tiga-angka.
- Bangku cadangan lapangan permainan dibatasi oleh 2 garis. Terdapat 14 bangku cadangan untuk pelatih, asisten pelatih, pemain pengganti dan *team follower*, bila lebih dari 14, akan disediakan bangku 2m di belakang bangku cadangan.
- Garis *throw-in* yaitu dua garis dengan panjang 0.15m yang dibuat di luar lapangan permainan di *sideline* berseberangan dengan petugas meja, dengan sisi luar dari garis berjarak 8.325m dari sisi dalam *endline* terdekat.
- Daerah *no-charge semi-circle* akan dibuat di lapangan permainan, dibatasi oleh setengah lingkaran dengan jari-jari 1,25 m diukur dari titik di lantai tepat di bawah titik tengah keranjang ke sisi bagian dalam dari setengah lingkaran. Dua (2) garis paralel tegak lurus dengan *endline*, sisi bagian dalam berjarak 1,25 m dari titik di lapangan tepat di bawah titik tengah

keranjang, dengan panjang 0,375 m dan berakhir 1,20 m dari bagian dalam *endline*. Daerah *no-charge semi-circle* disempurnakan dengan garis khayal yang terhubung dengan akhir garis paralel tepat di bawah dari sisi depan papan pantul. Garis *no-charge semi-circle* bukan bagian dari daerah *no-charge semi-circle*.

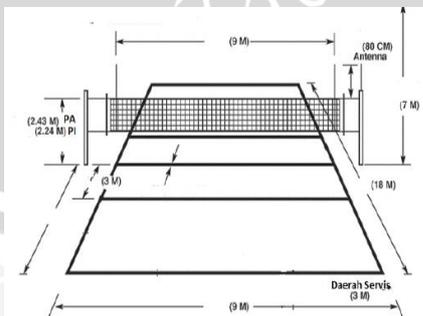
## B. Persyaratan Lapangan Bola Voli

Permainan bola voli merupakan sebuah permainan yang dilakukan oleh 2 tim, dengan masing-masing terdiri dari 6 pemain yang dibatasi oleh net. Setiap tim berusaha mencetak poin dengan memasukkan bola di lapangan musuh. Permainan akan berakhir saat salah satu tim memperoleh tiga kemenangan, yang di dalam 1 gamenya harus mencapai 25 point. Saat posisi di dalam game 24-24 maka permainan dilanjutkan sampai tercapai selisih 2 (dua) angka. Untuk dimensi lapangan voli adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Lapangan Basket

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994



Gambar 2.2 Bentuk dan Ukuran Lapangan Bola Voli

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

- Garis tepi lapangan 5cm.
- Dimensi lapangan 9m x 18m.
- Tinggi net untuk putra 2.43 meter.
- Tinggi net putri 2.24 meter.
- Garis batas penyerang untuk pemain belakang berjarak 3 meter.
- Garis tengah lapangan berada di bawah net.
- Net panjang 9.5 meter dan lebar 1 meter.

### 2.2.2 Persyaratan Fasilitas Penunjang

Di dalam gedung olahragaharus disediakan fasilitas-fasilitas untuk menunjang kegiatan di dalam gedung tersebut. Dalam SK SNI-T26-1991-03, Menpora, 1994 dijelaskan persyaratan fasilitas penunjang yang harus dipenuhi, yaitu :

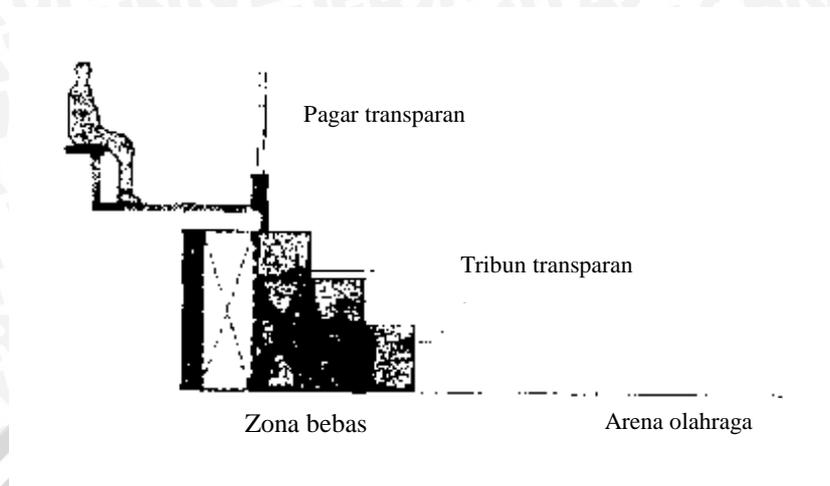
- A. Ruang pemanasan minimal 81 m<sup>2</sup>.
- B. Ruang latihan beban disesuaikan dengan alat latihan yang digunakan minimal 80m<sup>2</sup>.
- C. Perbantingan toilet penonton wanita dan pria adala 1:4 yang penempatannya dipisahkan. Fasilitas yang dibutuhkan minimal dilengkapi dengan:
  - Jumlah akus jongkok untuk pria dibutuhkan 1 bush kakus untuk 200 penonton pria dan untuk wanita 1 buah kakus jongkok untuk 100 penonton wanita.
  - Jumlah bak cuci tangan yang dilengkapi cermin, dibutuhkan minimal 1 buah untuk 200 penonton pria dan 1 buah untuk 100 penonton wanita.
  - Jumlah peturasan yang dibutuhkan minimal 1 buah untuk 100 penonton pria.
- D. Kantor pengelolaan
  - Dapat menampung minimal 10 orang maksimal 15 orang.
  - Harus dilengkapi ruang untuk petugas keamanan, petugas kebakaran, dan polisi yang masing-masing membutuhkan luas minimal 15.
- E. Gudang direncanakan untuk menyimpan alat kebersihan dan alat olahraga dengan luas yang disesuaikan dengan alat kebersihan atau alat olahraga yang digunakan yaitu gudang alat kebersihan 20 m<sup>2</sup>.
- F. Ruang panel diletakan dengan ruang staf teknik.
- G. Ruang mesin disesuaikan kapasitas mesin yang dibutuhkan dan lokasi mesin tidak menimbulkan bunyi bising yang mengganggu ruang arena dan penonton.

- H. Ruang kantin.
- I. Ruang pos keamanan.
- J. *Ticket box*.
- K. Ruang pers.
- Harus disediakan kabin untuk awak TV dan Film, ruang telepon dan telex.
  - Toilet khusus untuk pria dan wanita masing-masing minimal 1 unit terdiri dari 1 kaskus jongkok dan 1 bak cuci tangan.
  - Ruang VIP digunakan untuk tempat wawancara khusus atau menerima tamu khusus.
- L. Tempat parkir
- Jarak maksimal dari tempat parkir dan tempat pemberhentian kendaraan umum menuju pintu masuk gedung olahraga 1500m.
  - 1 ruang parkir mobil dibutuhkan minimal untuk 4 orang pengunjung pada saat jam sibuk.
- M. Toilet penyandang cacat minimal memenuhi fasilitas sebagai berikut:
- Unit yang terdiri dari 1 buah kakus, 1 buah peturasan, 1 buah bak cuci untuk pria, dan 1 buah kakus duduk serta 1 buah bak cuci tangan untuk wanita.
  - Toilet untuk pria harus dipisahkan dari toilet untuk wanita.
  - Toilet harus dilengkapi dengan pegangan untuk melakukan perpindahan dari kursi roda ke kakus duduk yang diletakan di depan dan di samping kakus duduk setinggi 80 cm.
- N. Jalur sirkulasi untuk penyandang cacat harus memenuhi ketentuan, sebagai berikut:
- Tanjakan harus mempunyai kemiringan 8%, panjangnya maksimal 10m
  - Permukaan lantai selasar tidak boleh licin, harus terbuat dari bahan-bahan yang keras dan tidak boleh ada genangan air.
  - Pada ujung tanjakan harus disediakan bagian datar minimal 180 c.
  - Selasar harus cukup lebar untuk kursi roda melakukan nutaran 1800.

### 2.2.3 Tribun Penonton

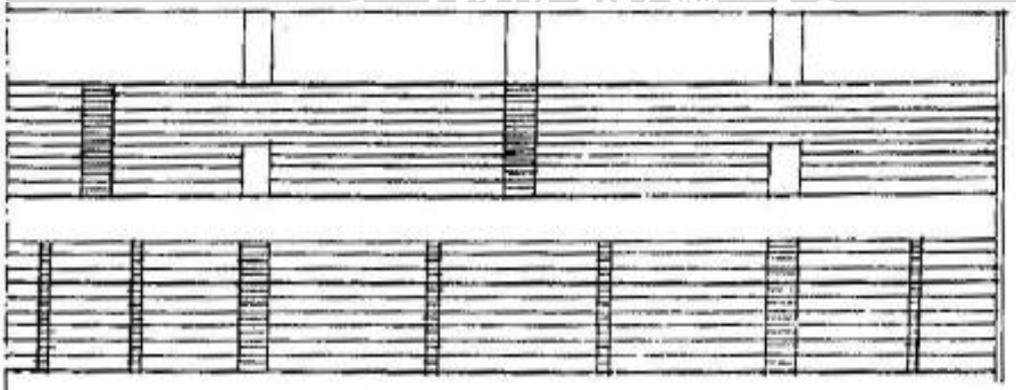
Di dalam lapangan olahraga, disediakan tribun untuk penonton yang digunakan saat ada pertandingan. Dalam perancangan tribun penonton juga harus memenuhi standar yang dijelaskan di dalam SNI Gedung Olahraga. Di dalam perancangan gedung olahraga

terdapat 2 macam tribun, yaitu tribun tetap dan tribun lipat. Berikut adalah standar ukuran tribun penonton:



Gambar 2.3 Tibun Lipat

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994



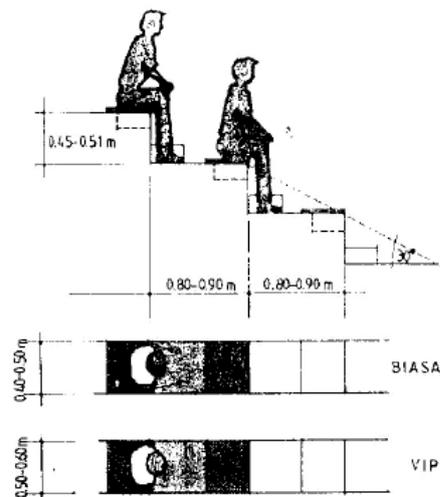
Gambar 2.4 Ukuran Tribun Penonton

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

Tabel 2.4 Ukuran Tribun Penonton

	VIP		Biasa	
	Minimal (m)	Maksimal (m)	Minimal (m)	Maksimal (m)
Panjang	0.80	0.90	0.80	0.90
Lebar	0.50	0.60	0.40	0.50

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994



Gambar 2.5 Ukuran Tribun Penonton

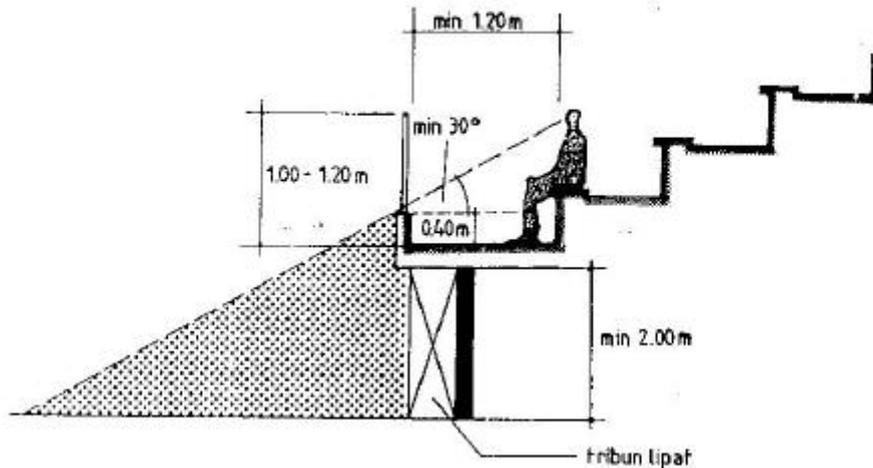
Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

Dalam penempatan tempat duduk juga memiliki peraturan yang menjadi standar perletakan, yaitu:

- Tata letak tempat duduk VIP, diantara 2 gang, maksimal 14 kursi, bila satu sisi berupa dinding maka maksimal 7 kursi.
- Tata letak tempat duduk biasa, diantara 2 gang, maksimal 16 kursi, bila satu sisi berupa dinding maka maksimal 8 kursi.
- Setiap 8-10 deret tempat duduk terdapat koridor.
- Lokasi penempatan gang harus dihindarkan terbentuknya perempatan.
- Kapasitas tempat duduk disesuaikan dengan daya tampung penonton dalam 1 kompartemenisasi.

Sebagai pembatas tribun dengan lapangan olahraga, wajib menggunakan pembatas transparan, dengan standar sebagai berikut:

- Pemisahan antara tribun dan arena dipergunakan pagar transparan dengan tinggi minimal 1,00 m dan maksimal 1,20 m.
- Tribun yang berupa balkon dipergunakan pagar dengan tinggi bagian masif minimal 0.40 m dan tinggi keseluruhan antara 1,00 – 1,20 m.
- Jarak antara pagar dengan tempat duduk terdepan dari tribun minimal 1,20 m.



Gambar 2.6 Ukuran Pagar transparan

Sumber : SK SNI-T26-1991-03, Kantor Menpora, 1994

### 2.2.4 Tata udara

Di dalam gedung olahraga dapat menggunakan ventilasi alami dan buatan. Di dalam tata udara di dalam gedung olahraga harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

#### A. Ventilasi alami

- Luas bukaan minimal 6% dari luas lantai efektif.
- Pergerakan ventilasi alami harus diatur berdasarkan pergerakan udara silang.

#### B. Menggunakan ventilasi buatan

- Volume pergantian udara minimum 10-15 m<sup>3</sup>/jam/orang.
- Ventilasi menggunakan peralatan yang tidak menimbulkan kebisingan.

Dalam gedung olahraga akan dimaksimalkan penggunaan ventilasi alami, selama ventilasi alami dapat masuk secara optimal di dalam gedung olahraga, maka tidak akan menggunakan ventilasi buatan.

### 2.3 Penghawaan Alami di dalam Bangunan

Letak Indonesia pada 6<sup>08'</sup> LU-11<sup>015'</sup> LS dan 94<sup>045'</sup> BT-141<sup>05'</sup> BT yang berada pada garis khatulistiwa memiliki iklim tropis lembab. Kota Batu sendiri termasuk ke dalam daerah yang tropis dengan karakter udara yang cenderung lembab hingga dapat mencapai 80%.

Berdasarkan tabel pengaruh kecepatan angin terhadap efek penyegaran (Frick, 2008) kecepatan 1-1,5 m/s yang berada dalam ruang dapat memberikan efek penyegaran berupa penurunan suhu ruang sebesar 1,7-2,2°C.

Tabel 2.5 Pengaruh kecepatan angin terhadap efek penyegaran

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

Sumber: Frick, 2008

Untuk Indonesia yang berada di daerah tropis, kelembapan udara yang dianjurkan adalah 40%-50%, namun untuk ruangan dengan jumlah manusia padat seperti tribun penonton diperbolehkan 55%-60%. Kecepatan angin yang dapat diterima oleh manusia di dalam ruang memiliki batasan tertentu yaitu 0,1m/detik dan 0,15m/detik dan secara kesehatan tidak boleh melebihi 0,5 m/detik serta tidak boleh kurang dari 0,1m/detik (Mangunwijaya, 1997:153).

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 2.6 Laju Udara Ventilasi

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
Ruang Hiburan (Pertandingan Olahraga)	Lapangan	1,05	0,21
	Ruang penonton	1,05	0,21

Sumber: Frick, 2008

Berdasarkan tabel di atas, kebutuhan kecepatan angin di dalam gedung olahraga adalah 1,05 m/s karena kondisi yang dapat terjadi dengan banyaknya penonton, banyak kemungkinan penonton yang merokok di dalam gedung. Tujuan dari penghawaan alami adalah untuk dapat mengalirkan udara bersih ke dalam bangunan. Udara mengalir karena adanya perbedaan suhu maupun tekanan sehingga udara dapat mengalir, selain itu juga karena terjadi arus konveksi natural (Lechner, 2007:293). Arus udara bergerak dari 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 udara luar lebih rendah daripada temperatur tubuh manusia (Lippsmeimer, 1994).

Udara di luar bangunan dapat masuk ke dalam bangunan terjadi saat ada perbedaan suhu di dalam dan di luar bangunan. Agar udara dapat masuk ke dalam bangunan maka harus ada bukaan *inlet* pada dinding bangunan sebagai jalan udara masuk ke dalam bangunan, setelah masuk bangunan dengan adanya bukaan *outlet* maka udara dapat bergerak keluar bangunan lagi, dengan demikian akan terjadi ventilasi silang. Aliran udara yang baik di dalam bangunan adalah aliran udara yang tidak terlalu lemah dan tidak terlalu kuat dan diarahkan ke bagian-bagian yang membutuhkan aliran udara, sehingga dapat memberi kenyamanan pengguna.

Banyak pendapat yang menyatakan bahwa aliran udara yang dapat masuk ke dalam ruang tidak hanya bergantung pada kecepatan angin saja, namun juga pada elemen-elemen arsitektur seperti bukaan (Prianto). Elemen bangunan yang mempengaruhi kecepatan angin di dalam bangunan antara lain adalah tata letak, jenis bukaan, sudut bukaan ventilasi, tekanan di sekitar bangunan, arah angin yang masuk melalui jendela, ukuran, lokasi, detil jendela, dan detil partisi di ruang dalam. Selain itu, jenis, ukuran, dan posisi lubang jendela pada sisi atas dan bawah bangunan dapat meningkatkan efek ventilasi silang di dalam ruang sehingga penggantian udara panas di dalam ruang dan peningkatan kelembaban udara dapat dihindari (Setiawan, 2002; Lechner, 2007).

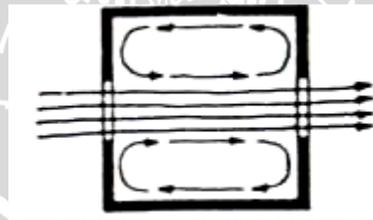
Kecepatan angin di daerah iklim tropis panas lembab cenderung rendah. Maka memasukkan udara ke dalam bangunan agar penghuni merasa nyaman adalah dengan ventilasi. Ventilasi sendiri merupakan proses memasukkan udara bersih dari luar bangunan ke dalam bangunan dan mendorong udara kotor di dalam bangunan untuk keluar bangunan, sehingga terjadi pertukaran udara. Ventilasi dibutuhkan untuk keperluan

oksigen bagi metabolisme tubuh, menghalau polusi udara sebagai hasil proses metabolisme tubuh (Karbondioksida dan bau) dan kegiatan-kegiatan di dalam bangunan.

#### A. Orientasi jendela

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).

Saat orientasi jendela antar *inlet* (lubang masuk) dan *outlet* (lubang keluar) 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).



Gambar 2.7 Arah angin tegak lurus dengan inlet bukaan (inlet)

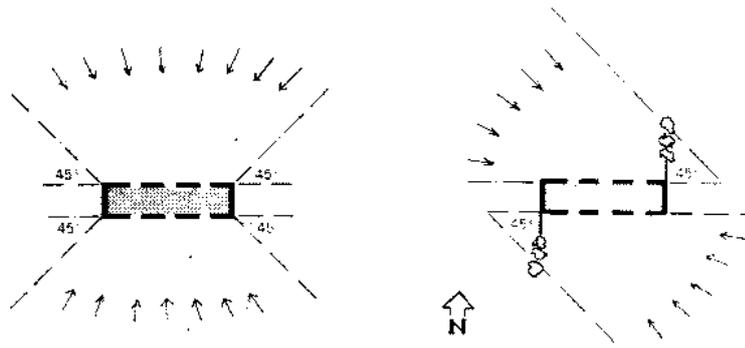
Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.8 Arah angin miring  $45^{\circ}$  dengan bukaan (inlet)

Sumber: Boutet 1987

Untuk mendapatkan arah angin sesuai yang dibutuhkan, dapat juga dilakukan dengan menata dinding dan vegetasi sedemikian rupa hingga dapat mengarahkan angin sesuai dengan kebutuhan.

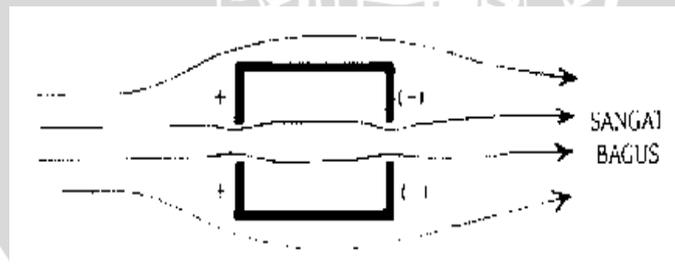


Gambar 2.9 Dinding dan vegetasi dapat digunakan untuk mengubah arah angin

Sumber: Lechner 2007

## B. Lokasi bukaan

Mengatur lokasi bukaan, yaitu pada perletakan *inlet* dan *outlet* merupakan salah satu cara untuk mengoptimalkan udara di luar bangunan masuk ke dalam bangunan. Dalam proses pergerakan udara, yang paling berpengaruh adalah inlet dan *shading device* yang merupakan tempat dari udara masuk ke dalam bangunan, untuk *outlet* tidak terlalu berpengaruh. Saat ingin menambah kecepatan udara di dalam bangunan adalah dengan menempatkan *inlet* udara di bagian atas dan memberikan luas *outlet* yang sama atau lebih besar daripada dimensi *inlet* serta menata ruang agar tidak ada perabot yang menghalangi aliran udara. Sedangkan saat ingin mengarahkan angin di dalam bangunan dapat dilakukan dengan menggunakan *Jalousie* atau *louvered* akan membantu udara langsung ke tempat-tempat yang membutuhkan.



Gambar 2.10 Ventilasi silang yang ideal

Sumber: Lechner 2007

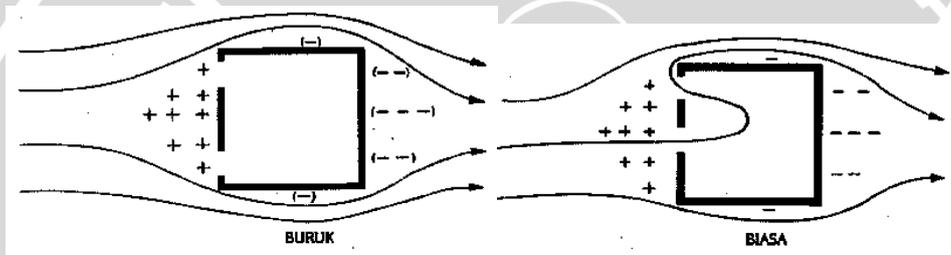
Pada gambar di atas merupakan kondisi yang sangat bagus, karena angin dapat melewati bangunan dari *inlet* menuju *outlet* yang akhirnya dapat keluar bangunan.



Gambar 2.11 Ventilasi dengan bukaan yang berbatasan

Sumber: Lechner 2007

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



Gambar 2.12 Ventilasi dengan letak bukaan satu sisi

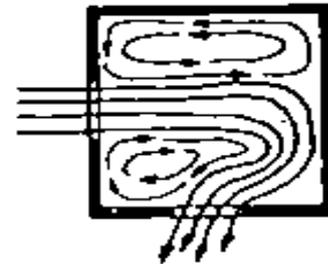
Sumber: Lechner 2007

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 2.13 Aliran udara pada bukaan berdekatan yang miring terhadap arah angin

Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.14 Aliran udara pada bukaan berdekatan yang tegak lurus terhadap arah angin

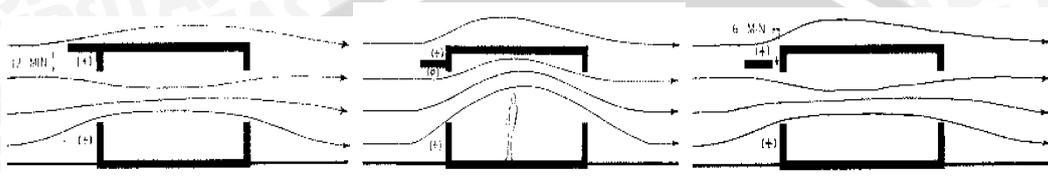
Sumber: Boutet 1987

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).

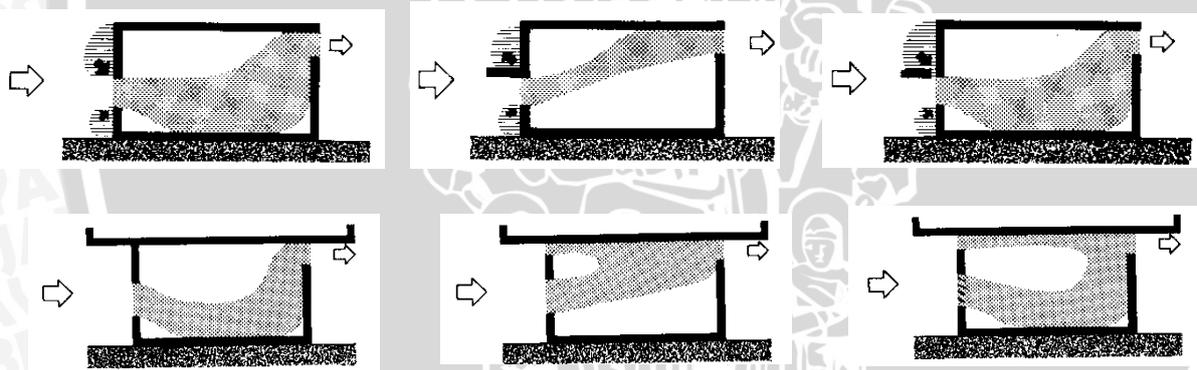
### C. *Shading device*

*Shading device* memiliki fungsi sebagai perlindungan bangunan terhadap radiasi matahari, selain itu keberadaan *shading device* juga mempengaruhi aliran udara sehingga udara bergerak ke bagian atas (Lechner, 2007:300).



Gambar 2.15 Macam pengaruh overhang terhadap aliran angin dalam ruang

Sumber: Lechner 2007



Gambar 2.25 Peningkatan aliran udara dengan sirip dinding pada sisi berbeda di tiap jendela

Sumber: Lechner 2007

Pengaruh yang dapat dihasilkan oleh *shading* sangat bervariasi mulai dari mengarahkan angin ke bagian atas atau ke bagian bawah ruang, memutar angin, dan lain sebagainya dapat kita manfaatkan sesuai dengan kebutuhan. Dengan demikian *shading device* memiliki 2 manfaat, yaitu sebagai *shading* matahari dan pengontrol udara masuk ke dalam bangunan. Keduanya harus saling berkaitan agar dapat menciptakan kenyamanan termal (Lippsmeier, 1994).

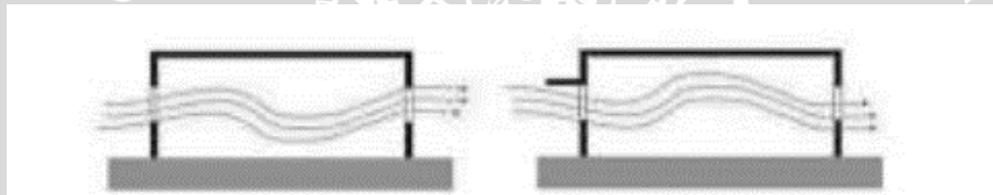
#### D. Ukuran dan rasio

Semakin besar perbandingan luas *outlet* terhadap luas *inlet*, maka akan menciptakan kecepatan angin yang lebih tinggi, yang juga menghasilkan penyejukan lebih besar.

Tabel 2.7 Rasio Peningkatan dimensi bukaan

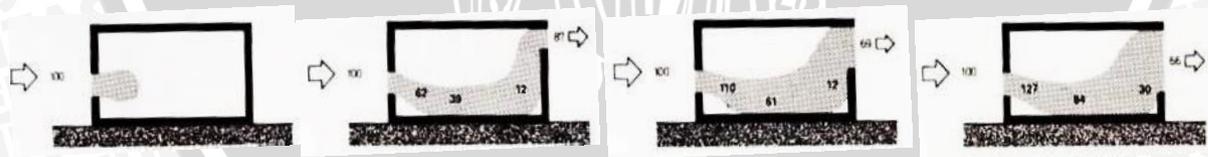
Rasio	Peningkatan ( % )
1 : 1	0
1,1 : 1	17,5
2 : 1	26

Selain dapat mempengaruhi kecepatan udara di dalam ruang, ukuran dan rasio juga dapat mempengaruhi pola udara yang dihasilkan di dalam ruang. Ukuran *inlet* dan *outlet* haruslah sama untuk mendapatkan aliran udara yang maksimal. Jika ukuran *outlet* diperkecil tidak akan terjadi masalah, karena rasio *outlet* tidak terlalu berpengaruh (Lechner, 2007:302).



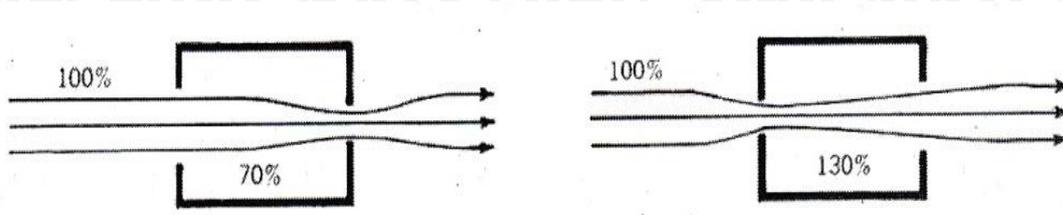
Gambar 2.15 Perbedaan antara bukaan udara menggunakan kanopi dan tidak menggunakan

Sumber: Melaragno, Michele, 1982, Wind in Architectural and Environment Design



Gambar 2.16 Pengaruh ukuran bukaan terhadap aliran angin dalam ruang

Sumber: Lechner 2007



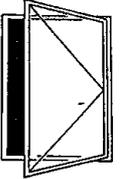
Gambar 2.17 Pengaruh dimensi jendela terhadap aliran angin

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).

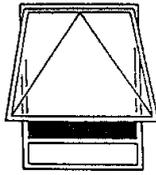
#### E. Jenis Bukaannya

Jenis bukaan sangatlah berpengaruh terhadap upaya pemanfaatan angin dalam pengkondisian ruangan. Jenis jendela dibagi menjadi enam, yaitu *fixed window*, *casement window*, *pivoted window*, *louvre window*, *sliding window*, dan *compund action window* yang masing-masing memiliki fungsi dan kemampuan berbeda dalam mengalirkan udara. Berikut merupakan penjelasan mengenai pembagian jenis jendela (Beckett & Godfrey, 1974). Tipe bukaan yang berbeda akan memberi sudut pengarah yang berbeda dalam menentukan arah gerak udara dalam ruang, serta efektifitas berbeda dalam mengalirkan udara masuk/ keluar ruang. Berikut merupakan jenis-jenis bukaan

Tabel 2.8 Jenis-jenis bukaan

Jenis	Nama	Keterangan
<i>Fixed Window</i>	<i>Fixed Window</i> 	Jendela tidak dapat dibuka, sehingga tidak dapat mengalirkan udara dan hanya dapat memasukkan cahaya matahari
<i>Casement Window</i>	<i>Side Hung</i> 	Jendela ini dapat terbuka hingga 90° ke arah samping

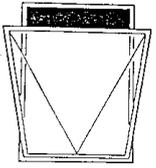
*Top*



*Hung*

Sudut jendela dapat diatur sehingga aliran udara yang akan dihasilkan juga akan berbeda

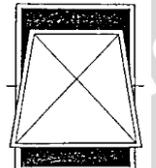
*Bottom Hung*



Pengaturan sudut bukaan jendela dengan bukaan berada di bagian atas

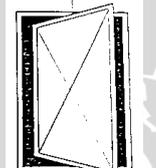
*Pivoted Window*

*Horizontal Pivote*



Jendela memiliki sendi di bagian tengah, sehingga udara dapat masuk ke dalam bangunan dari bagian atas dan juga bawah

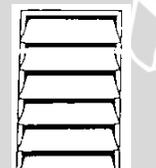
*Vertical Pivote*



Jendela memiliki sendi di bagian tengah, sehingga udara dapat masuk ke dalam bangunan dari bagian samping kanan dan kiri

*Louvre Window*

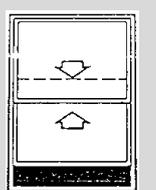
*Louvre Window*



Aliran udara horizontal dan dapat diarahkan berdasarkan sudut baik ke atas atau ke bawah

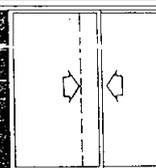
*Sliding Window*

*Vertical Sliding*



Maksimum jendela dapat dibuka 50% sehingga aliran udara masuk di dalam ruang dapat di sesuaikan

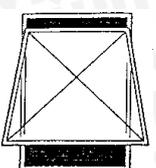
*Horizontal Sliding*



Maksimum jendela dapat dibuka 50%

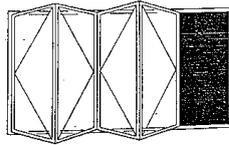
*Compond Action Window*

*Project Top Hung*



Jendela dapat terbuka 100%



*Folding*

Jendela dapat terbuka 100% dengan aliran udara horizontal. Sudut bukaan dapat mengarahkan angin jika tidak dibuka 100%

## 2.4 Perancangan Tapak

Untuk mendapatkan suhu yang nyaman secara berkelanjutan dalam bangunan, maka perancangan bangunan harus memperhatikan tapak dan lingkungannya.

### A. Orientasi Terhadap Matahari

Orientasi ini akan menentukan seberapa banyak radiasi matahari yang diterima oleh bangunan, sehingga akan mempengaruhi udara di dalam bangunan. Oleh karena itu, agar bangunan tidak mendapatkan panas yang terlalu berlebihan, maka orientasi bangunan harus memanjang ke arah utara-selatan, sehingga bagian bangunan yang menghadap arah barat-timur adalah bagian yang pendek. Dengan demikian akan mengurangi radiasi matahari masuk ke dalam bangunan. Penyinaran langsung dari sebuah dinding bergantung pada orientasinya terhadap matahari, dimana pada iklim tropis fasad timur paling banyak terkena radiasi matahari (Mangunwijaya, 1980, *Pasal-Pasal Fisika Bangunan*).

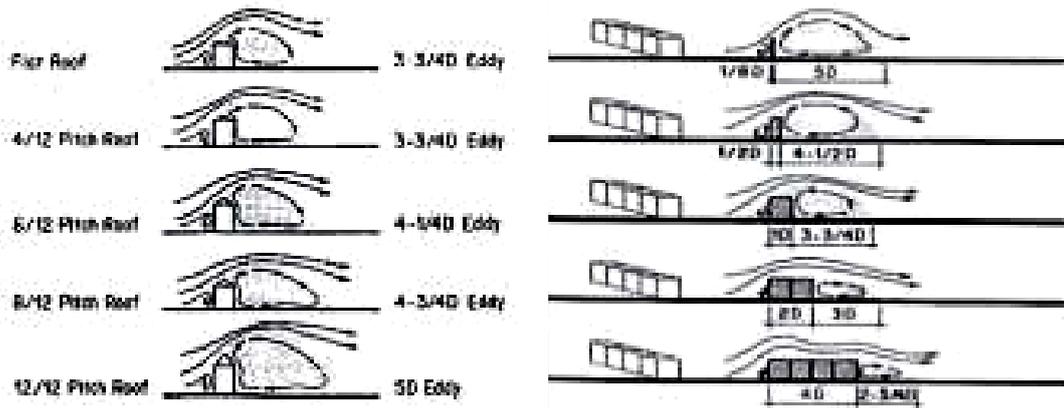
### B. Bentuk dan tata massa bangunan



Gambar 2.18 Bentuk massa bangunan

Sumber: Melaragno, Michele, 1982, *Wind in Architectural and Environment Design*

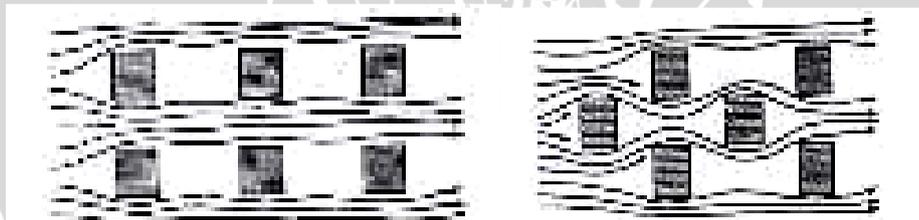
Bentuk massa bangunan yang tidak memiliki sudut memungkinkan aliran udara bergerak melalui selubung bangunan tanpa terjadi tabrakan yang dapat menyebabkan bayangan angin (*leeward*). Bentuk dan dimensi bangunan dapat mempengaruhi lebar bayangan angin (*leeward*). Semakin lebar bangunan, maka semakin kecil bayangan angin yang terjadi.



Gambar 2.19 Pengaruh dimensi dan bentuk bangunan terhadap ukuran bayangan angin.

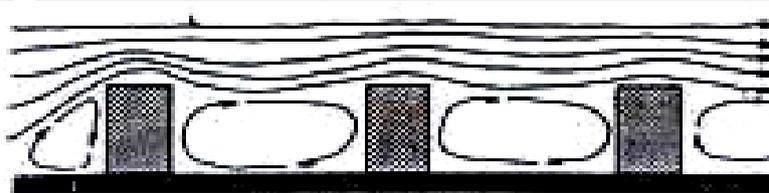
Sumber: Boutet, Terry S, 1987, Controlling Air Movement

Dengan menata massa bangunan juga berpengaruh terhadap aliran udara. Dengan pola papan catur akan menciptakan aliran udara lebih merata dan bangunan tidak berada dalam daerah bayangan angin (*leeward*). Membangun massa bangunan dengan posisi berjajar dapat menimbulkan kantung-kantung turbulensi yang berisi pergerakan udara kecil yang menciptakan pola lompatan yang tidak biasa pada aliran udara.



Gambar 2.20 Aliran udara pada bangunan

Sumber: Boutet, Terry S, 1987, Controlling Air Movement



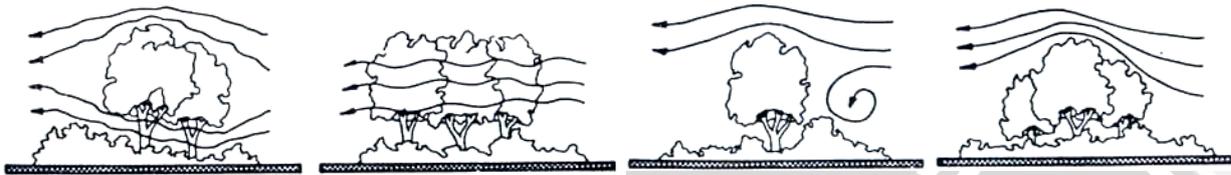
Gambar 2.21 Pola grid akan menimbulkan kantung turbulensi

Sumber: Boutet, Terry S, 1987, Controlling Air Movement

### C. 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)

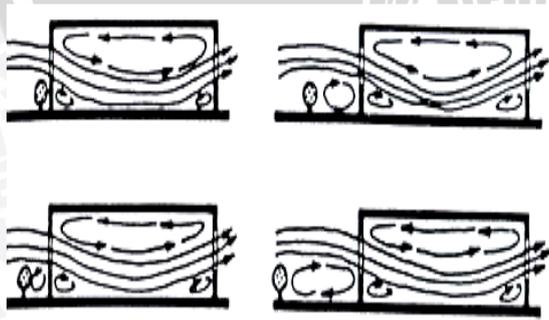


Gambar 2.22 Vegetasi mempengaruhi pola pergerakan angin

Sumber: Boutet 1987

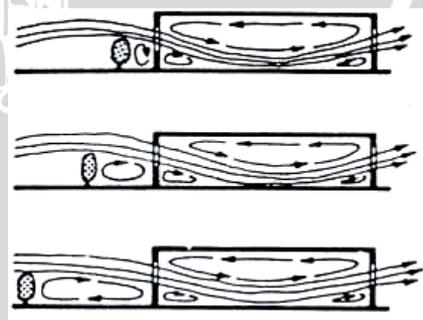
Pengaruh vegetasi dalam mengontrol pergerakan angin baik di dalam maupun luar bangunan, antara lain:

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



Gambar 2.23 Pengaruh perdu dan jaraknya pada inlet

Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.24 Pengaruh pohon dan jaraknya

Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.25 Pengaruh tinggi pohon sama dengan bangunan

Sumber: Boutet 1987



Gambar 2.26 Pengaruh pohon yang lebih tinggi dari bangunan

Sumber: Boutet 1987

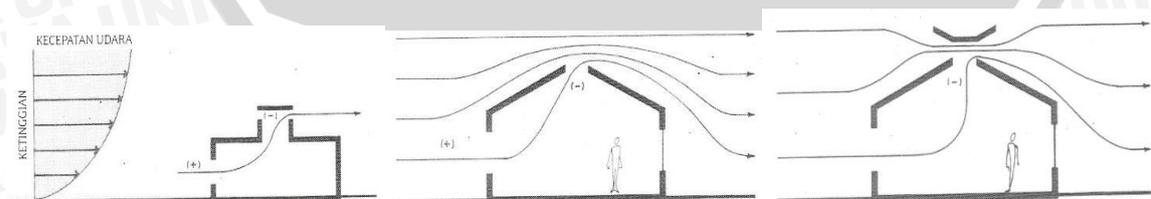


Gambar 2.27 Pengaruh pohon dan perdu yang lebih tinggi dari bangunan

Sumber: Boutet 1987

## 2.5 Stack Effect

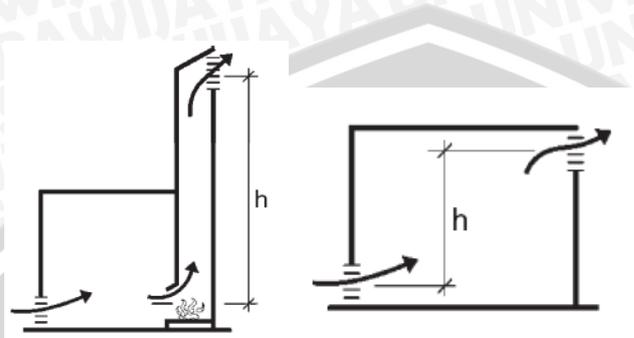
*Stack effect* merupakan salah satu sistem penghawaan alami yang cocok digunakan di daerah iklim tropis. Sistem ini dilakukan dengan membuat bukaan di bagian atap, karena pada bagian atap udara bertekanan negatif sehingga udara di dalam ruang yang panas akan mengalir ke bagian atas. (Lechner, 2007:296).



Gambar 2.28 Aliran udara dengan stack effect dalam bangunan

Sumber: Lechner 2007

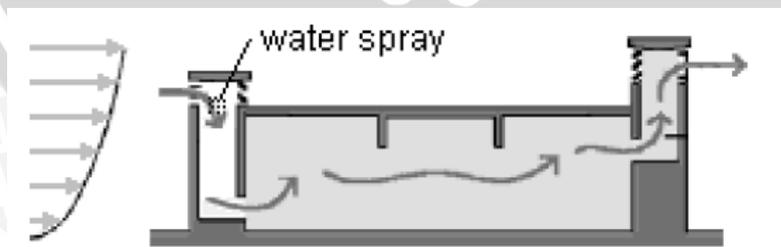
Penggunaan sistem *stack effect* adalah pada bangunan yang memiliki tinggi yang signifikan, karena perbedaan tekanan yang semakin tinggi pula. Selain itu *stack effect* dapat terjadi pada cerobong asap, karena perbedaan tekanan di dalam dan di luar cerobong asap (Szokolay, 2004:16).



Gambar 2.29 *Stack effect* pada ruang dan cerobong

Sumber: Szokolay 2004

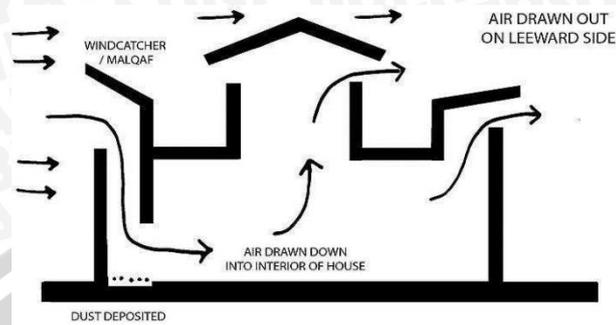
*Stack effect* dengan cerobong atau biasa disebut sistem *solar chimney* dapat diaplikasikan pada gedung olahraga. Penggunaan *solar chimney* sangat menarik karena ventilasi alami akan tetap berjalan tanpa bergantung pada kecepatan angin dari luar. Pengaplikasian *solar chimney* dengan *evaporative cooling tower* pada gedung olahraga 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 3.30 Penghawaan alami solar chimney dan evaporative cooling tower

Sumber: Silva, 2005

Cerobong asab juga dapat digunakan untuk menangkap udara di bagian atas, lalu dimasukkan ke dalam bangunan.



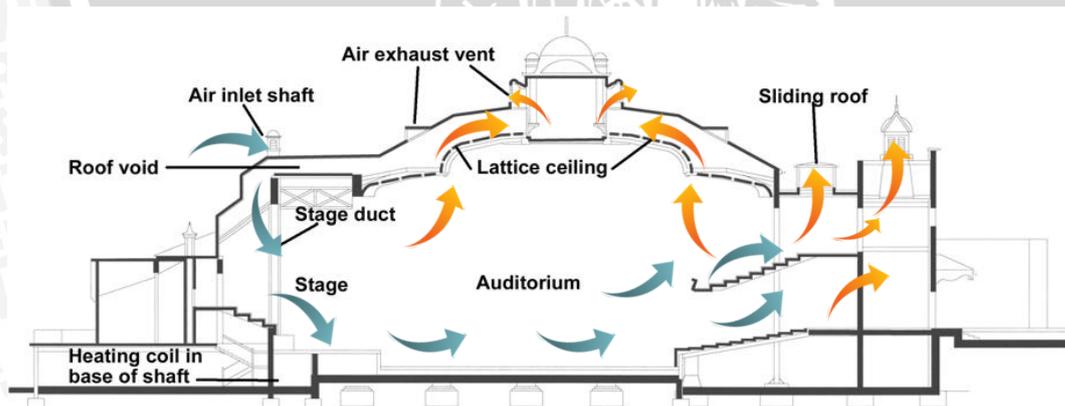
Gambar 2.31 Aliran udara dengan bantuan cerobong

*Sumber: Kenton, 2004*



Gambar 2.32 Lattice ceiling

*Sumber: Kenton, 2004*



Gambar 2.33 Ventilasi alami pada auditorium The 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).

## 2.6 Tinjauan Program Ansys

Ansys CFX merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisa aliran fluida, mekanikal struktur, elektromagnetik dan *system and multiphysic*. Hak Cipta dan Merek. ICEM CFD adalah merek dagang yang digunakan oleh ANSYS, Inc di bawah lisensi. CFX adalah merek dagang dari Sony Corporation di Jepang. Semua merek lain, produk, layanan dan nama fitur atau merek dagang adalah milik masing-masing pemiliknya. ANSYS, Inc bersertifikat ISO 9001: 2008.

Di dalam penelitian gedung olahraga kali ini yang digunakan adalah tentang aliran fluida yang akan diterapkan di dalam gedung olahraga tertutup ini. Program ini dijalankan dengan membuat aliran angin yang disesuaikan pada kondisi pada tapak, dan disimulasikan di dalam program. Tahap pertama yang dilakukan adalah memilih *Fluid Flow* (CFX) karena yang akan disimulasikan adalah aliran angina. Beberapa tahapan dasar yang dilakukan di dalam program ansys yaitu *Geometry, mesk, setup, solution, dan result*. Semua tahapan ini harus dikerakan secara berurutan. Berikut merupakan penjelasan di setiap tahapan

### A. *Geometry*

Proses awal yang dilakukan adalah dengan membuat geometri bangunan yang akan disimulasikan. Dengan membuat bentuk sederhana dengan menggunakan dimensi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Setelah geometri terbentuk maka perintah selanjutnya adalah generate untuk menyelesaikan tahapan geometri. Hasil geometri akan secara otomatis tersimpan di dalam program.

### B. *Mesk*

Pada tahap *mesk* ini adalah memberikan nama setiap bidang yang akan menentukan pergerakan angina. Pemberian nama disesuaikan dari kondisi dan data yang sebenarnya. Pemberian nama pada tahap ini yaitu inlet untuk sumber angin, *outlet* untuk tujuan angina yang mengalir dan *body* untuk bangunan yang menjadi obyek simulasi. Setelah pemberian nama selesai, maka tahapan selanjutnya adalah *sizing*, yaitu memberikan jumlah *element size* yang nantinya akan menentukan seberapa detail hasil running. Setelah *input data size* selesai perintah selanjutnya yaitu *generate*

*mesk* untuk *running size* yang membutuhkan waktu cukup lama. Hasil akan di *save* secara otomatis di dalam program.

#### C. *Setup*

Pada tahap ini merupakan tahap input data yang paling penting. Setiap data yang dimasukkan harus sesuai agar hasil *running* dapat *valid*. *Input* data dari domain, intalasi global, *inlet*, *outlet* dan *body* harus sesuai data BMKG yang ada, dan kondisi lapangan yang ada.

#### D. *Solution*

*Solution* merupakan hasil perhitungan yang dilakukan oleh program dari data-data yang sudah dimasukkan di dalam tahap sebelumnya. Tahapan ini hanya merupakan perhitungan program, dengan hasil berupa perhitungan.

#### E. *Result*

Hasil dari perhitungan di tahap selanjutnya dapat dilihat pada tahapan *result* ini. Pada tahapan ini akan terlihat kecepatan angin di dalam obyek kita yang hasilnya berupa garis dengan perbedaan warna yang menunjukkan perbedaan kecepatan di dalam obyek kita.

Pada aplikasi *Ansys Workbench* ini hasil akhir berupa grafik aliran udara di dalam obyek yang dapat dibuat sebagai video juga, sehingga aliran angin di dalam obyek sangat dapat terlihat.

