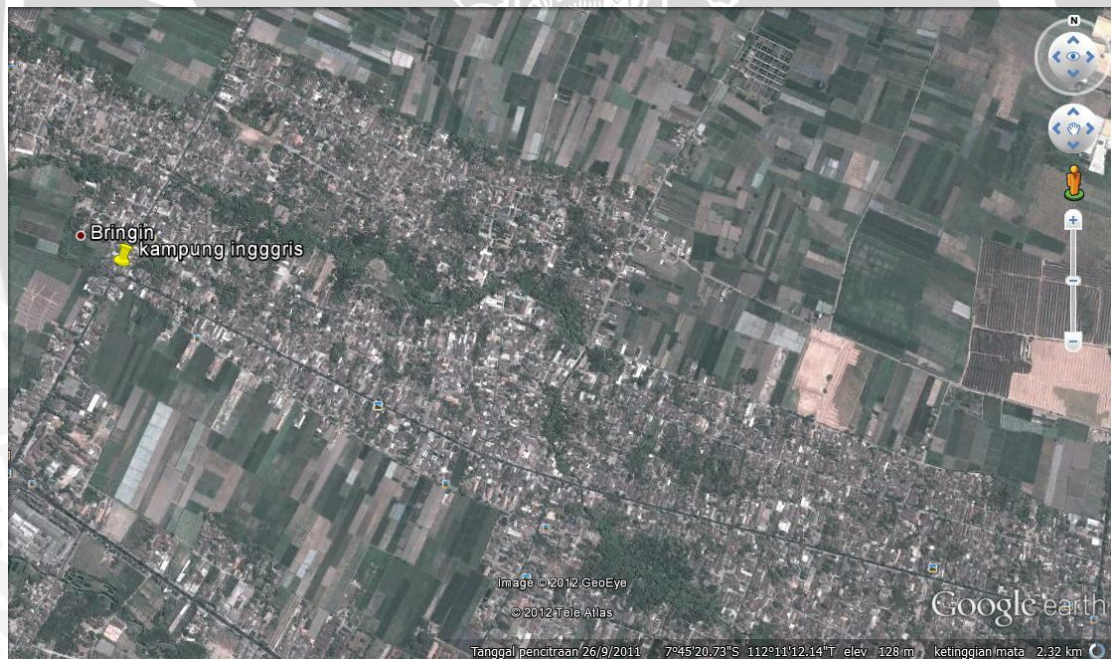


BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat tiap tahunnya mempengaruhi peningkatan kebutuhan masyarakat untuk bermukim. Padatnya lahan di pusat kota akan berbagai kegiatan-kegiatan pemerintahan, pendidikan, pusat hiburan, dan perkantoran menyebabkan lahan yang tersedia bagi permukiman semakin menyempit. Disebuah kampung kecil seperti Kampung Inggris yang berada di Kecamatan Pare, Kabupaten Kediri ini, pembangunan kebutuhan rumah tinggal seringkali digabungkan dengan kebutuhan sarana pendidikan atau sarana penginapan. Hal ini mengakibatkan kepentingan kenyamanan ruang dalam bangunan tidak tercukupi sehingga menjadi kurang nyaman.



Gambar 1.1 Wilayah Kampung Inggris Pare

Sumber : earth.google.com

Kampung Inggris Pare merupakan kawasan yang ditujukan pada pengembangan permukiman yang juga dipakai dalam usaha jasa yakni kursus bahasa. Wilayah Kampung Inggris terletak di Kecamatan Pare, Kabupaten Kediri dengan kondisi topografi berupa dataran rendah dan pegunungan. Suhu udara berkisar antara 23 °C sampai dengan 31 °C dengan tingkat curah hujan rata-rata sekitar 1652 mm per hari (http://kedirikab.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=181&lang=id).

Kampung Inggris Pare merupakan Kampung kota yang telah mandiri dengan adanya usaha kursus bahasa. Penyebaran lokasi kursus bahasa di kawasan Kampung Inggris Pare cukup luas. Diawali dari berdirinya *Basic English Course* (BEC) sejak tahun 1970-an. Sedikit demi sedikit kampung ini mulai berkembang pesat dan terkenal hingga luar Pulau Jawa. Pola perkembangan kawasan permukiman Kampung Inggris Pare ini adalah secara linier dan kombinasi. Penyebaran rumah tinggal warga setempat kurang teratur, sedangkan perkembangan tempat usaha kursus berkembang secara linier di sepanjang jalan-jalan utama dan menjadi cikal bakal perkembangan pola permukiman berikutnya.



Gambar 1.2 Suasana Kampung Inggris Pare

Sumber : <http://www.google.co.id/imghp?hl=id&tab=ii>

Lingkungan Kampung Inggris Pare merupakan lingkungan pedesaan yang telah berkembang pesat. Bangunan-bangunan pada Kampung Inggris Pare seperti bangunan rumah tinggal pedesaan pada umumnya dengan halaman yang luas di sekitar rumah tinggal. Pada bangunan-bangunan baru telah mengadaptasi gaya arsitektur modern yang fungsional sesuai dengan kebutuhan dan terdapat penambahan ruang dalam fungsinya sebagai penginapan.



Gambar 1.3 Suasana kursus di dalam dan di luar ruang

Sumber : <http://www.google.co.id/imghp?hl=id&tab=ii>

Kelebihan kampung Inggris Pare ini terletak pada sistem pembelajaran yang intensif. Proses belajar tidak harus terjadi di ruang kelas yang tertutup. Proses belajar biasa dilakukan di pekarangan rumah, selain karena keterbatasan ruang dalam, juga agar siswa dapat dengan mudah menerima pelajaran serta dapat berinteraksi langsung dengan ruang luar.



Gambar 1.4 Lokasi *Basic English Course* (BEC)

Sumber : www.wikimapia.org

Objek yang akan di studi dalam penelitian ini adalah kompleks kursus bahasa *Basic English Course* (BEC). Objek ini dipilih karena merupakan cikal-bakal berkembangnya kampung inggris ini. Berdiri sejak 15 Juni 1977, tempat kursus ini terus berkembang hingga sekarang. Beralamat di Jl. Anyelir No. 8 RT/RW 02/XII Singgahan - Pelem – Kediri, *Basic English Course* (BEC) tidak pernah sepi oleh pengunjung dan pelajar.

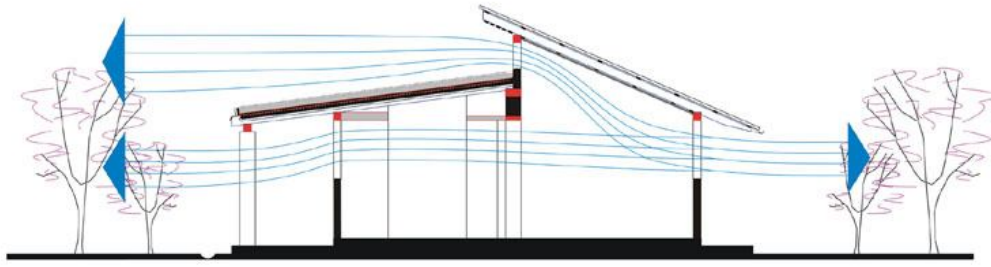


Gambar 1.5 *Basic English Course* (BEC)

Kompleks bangunan kursus bahasa *Basic English Course* (BEC) merupakan bangunan pendidikan bahasa yang terorganisir dengan baik dan telah terdapat fasilitas penunjang lainnya seperti kantor administrasi, mushola, serta aula. Dengan makin berkembangnya peminat kursus bahasa, *Basic English Course* (BEC) terus mengembangkan fasilitas bangunan supaya dapat memenuhi jumlah siswa. Hal ini dilakukan dalam rangka memberi kenyamanan bagi siswa yang sedang belajar di *Basic English Course* (BEC), sehingga dalam proses belajar siswa dapat menerima materi dengan baik.

Kompleks bangunan kursus bahasa *Basic English Course* (BEC) berada di kawasan “Kampung Inggris” Pare yang merupakan kawasan padat penduduk. Di kawasan ini sistem penghawaan bangunan menggunakan sistem penghawaan pasif atau alami. Begitu pula sistem penghawaan pada ruang kelas menggunakan sistem penghawaan pasif. Topografi Kecamatan Pare yang berupa lembah mempunyai iklim panas. Maka dibutuhkan bangunan yang adaptif terhadap lingkungan. Bukan menolak iklim tetapi menerima kondisi iklim dengan memperhatikan aspek pendinginan pasif yang tetap memberi kenyamanan pada pengguna.

Kenyamanan thermal didefinisikan sebagai suatu kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan thermal (ISO 7730). Kenyamanan thermal dalam ruang (*indoor*) berbeda dengan kenyamanan thermal di luar ruang (*outdoor*). Kenyamanan ruang thermal *indoor* merupakan dampak yang ditimbulkan oleh pemilihan jenis material bangunan, bentuk dan orientasi bangunan itu sendiri, bukaan-bukaan luasan bangunan, dan lain-lain. Sedangkan kenyamanan thermal *outdoor* timbul dari pengaruh konfigurasi massa bangunan terhadap temperatur dalam sebuah kawasan, akhirnya didapat kenyamanan thermal lingkungan.



Gambar 1.6 Ventilasi silang sebagai upaya pendinginan pasif

Sumber : gudangrooster.blogspot.com

Pendinginan pasif merupakan desain bangunan yang mencoba mengintegrasikan prinsip-prinsip fisika bangunan dalam sebuah rancangan desain. Pendinginan pasif bertujuan untuk menghilangkan panas yang tidak diinginkan dari sebuah bangunan. Di iklim yang ringan dengan malam yang kering dapat dilakukan dengan ventilasi udara. (en.wikipedia.org/wiki/Passive_cooling). Dalam iklim tropis lembab proses pendinginan dapat dilakukan dengan pengaturan orientasi bangunan, tata massa dan bukaan pada bangunan.

Dalam kenyataannya terkadang penerapan pendinginan pasif dalam bangunan sering terlupakan seiring perkembangan jaman dan meningkatnya kesejahteraan hidup masyarakat. Dalam proses pendinginan pasif, penempatan massa bangunan yang sesuai dengan arah matahari, penggunaan bukaan dan ventilasi udara yang dapat mengoptimalkan aliran udara akan mempengaruhi kenyamanan thermal dalam bangunan.

Faktor iklim setempatlah yang paling mempengaruhi dalam menentukan tingkat kenyamanan seseorang berada di dalam sebuah bangunan atau lingkungan luar. Elemen-elemen iklim yang mempengaruhi antara lain: variabel radiasi matahari, suhu udara, angin, curah hujan dan kelembaban udara.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang ada seiring adanya kawasan “Kampung Inggris” Pare sebagai kawasan penunjang pendidikan yang sedang dikembangkan, adalah studi pendinginan pasif untuk memperoleh kenyamanan thermal mengenai bangunan kursus bahasa pada kampung kota yang juga menjadi tempat usaha dalam bidang pendidikan dalam

hubungannya antara aktivitas penghuni dengan adaptasi bangunan tanggap iklim dan lingkungan, sehingga dapat ditemukan korelasi antara elemen ruang luar, selubung bangunan, dan interior terhadap kenyamanan pengguna bangunan.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dihadapi dalam studi pendinginan pasif dalam bangunan kursus bahasa pada Kampung Inggris” Pare adalah:

- Bagaimana rancangan penatan ruang dalam desain selubung bangunan pada bangunan pendidikan bahasa untuk mendapatkan kenyamanan thermal bagi penggunanya?

1.4 Pembatasan Masalah

Karena luasnya objek kajian ini, maka akan dibatasi pada objek yang menjadi cikal bakal berkembangnya kawasan “Kampung Inggris” Pare ini.

1. Objek yang distudi adalah ruang kelas pada kompleks kursus bahasa *Basic English Course* (BEC) yang merupakan bangunan dengan fungsi kursus bahasa.
2. Optimalisasi pendinginan pasif dengan menggunakan sistem ventilasi bangunan dan penataan ruang dalam.
3. Waktu penelitian dilaksanakan saat kelas digunakan yaitu antara jam 08.00 -15.00. pembatasan waktu diperlukan karena selama waktu tersebut ruang kelas selalu digunakan oleh siswa. Pengukuran ruangan diperlukan saat pengguna ruang berada di dalam ruang.

1.5 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari kajian ini adalah untuk mempelajari kenyamanan thermal dalam bangunan pendidikan. Melalui pendinginan pasif diharapkan siswa dan pengguna bangunan dapat memperoleh kenyamanan thermal selama proses belajar. Untuk sasaran kajian ini adalah dapat tercapai konsep kenyamanan thermal dalam bangunan pendidikan dengan prinsip pendinginan pasif yang sesuai dengan iklim kawasan pada kawasan “Kampung Inggris” Pare.

1.6 Manfaat dan Kegunaan

Manfaat studi yang diambil antara lain :

1. Bagi Masyarakat

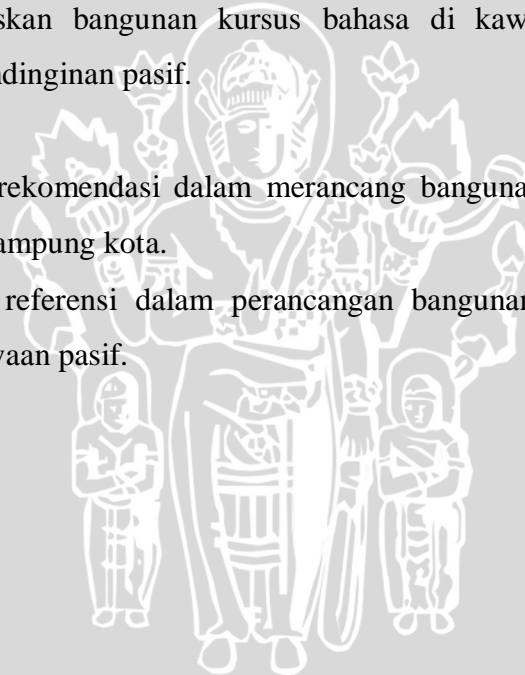
- Memberi informasi mengenai kenyamanan thermal dalam bangunan pendidikan bahasa di kawasan kampung kota
- Mendidik masyarakat dalam perencanaan bangunan fasilitas pendidikan berwawasan pendinginan pasif.
- Dapat menarik minat pengunjung untuk tinggal lebih lama.

2. Bagi Keilmuan

- Dapat mengetahui penerapan pendinginan pasif dalam bangunan pendidikan bahasa di kawasan kampung kota.
- Dapat merumuskan bangunan kursus bahasa di kawasan kampung kota berwawasan pendinginan pasif.

3. Bagi Praktisi

- Dapat menjadi rekomendasi dalam merancang bangunan pendidikan bahasa pada kawasan kampung kota.
- Dapat menjadi referensi dalam perancangan bangunan pendidikan bahasa dengan penghawaan pasif.



1.7 Kerangka Pemikiran

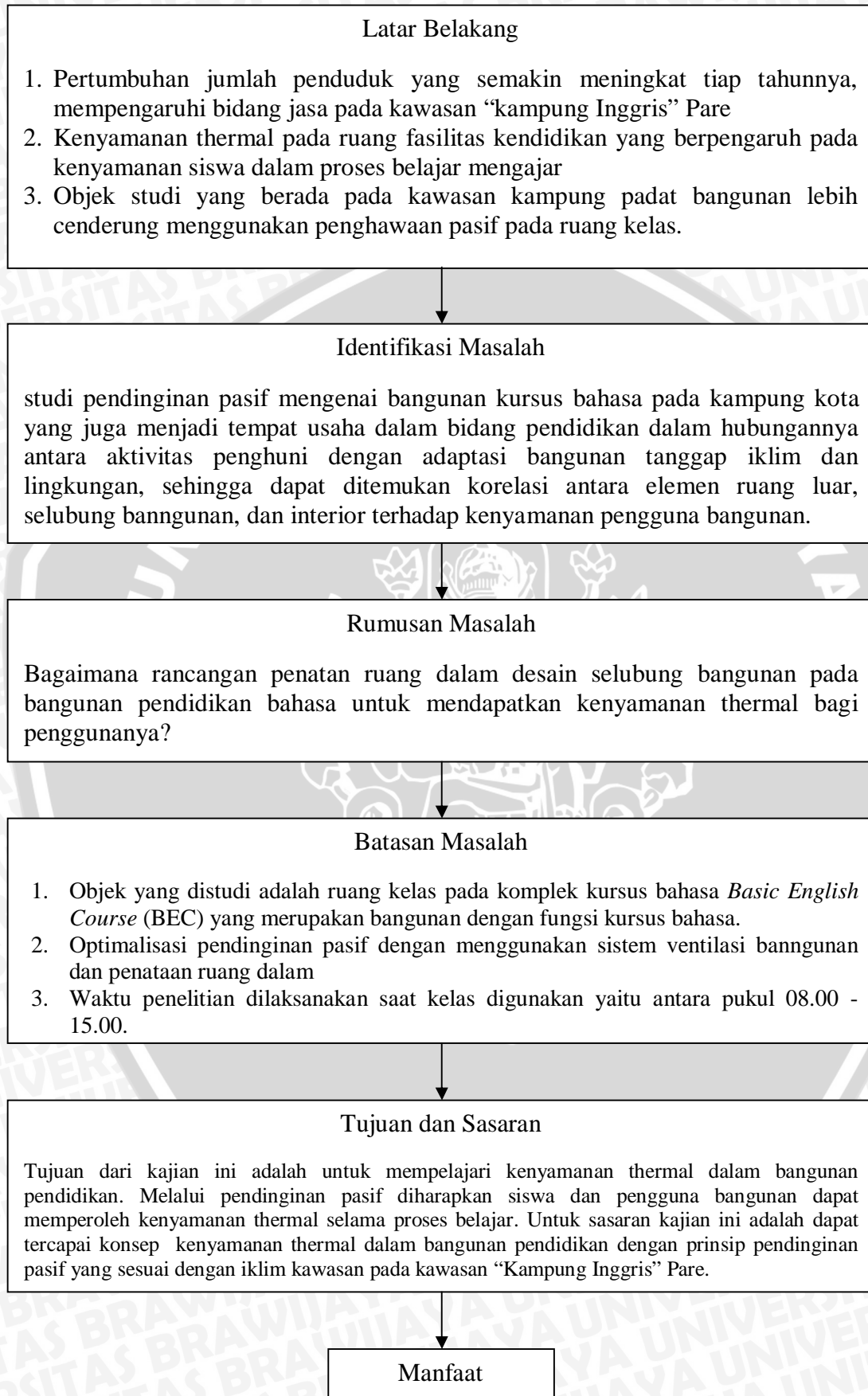


Diagram 1.1 Kerangka pemikiran

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Kampung Kota

Seringkali kampung didefinisikan sebagai wilayah padat penduduk dengan fasilitas penunjang kehidupan yang kurang memadai. Kampung kota adalah suatu bentuk pemukiman di wilayah perkotaan yang khas Indonesia dengan ciri antara lain : penduduk masih membawa sifat dan perilaku kehidupan pedesaan yang terjalin dalam ikatan kekeluargaan yang erat, kondisi fisik bangunan dan lingkungan kurang baik dan tidak beraturan, kerapatan bangunan dan penduduk tinggi, sarana pelayanan dasar serba kurang, seperti air bersih, saluran air limbah dan air hujan, pembuatan sampah dan lainnya (Putri Suryandari, 2007).

Sebuah desa/kampung adalah Tempat tinggal manusia atau masyarakat , lebih besar dari dusun tetapi lebih kecil dari kota, dengan populasi mulai dari beberapa ratus hingga beberapa ribu (terkadang puluhan ribu). Meskipun biasanya hidup di daerah pedesaan, istilah kawasan urban juga diterapkan untuk lingkungan perkotaan tertentu . Desa biasanya permanen , dengan tempat tinggal tetap. Selebihnya, Rumah-rumah dari sebuah desa terletak berdekatan satu sama lain , tidak tersebar secara luas. (Wikipedia)

Di masa lalu, desa adalah bentuk dasar dari masyarakat yang mempraktekkan sistem pertanian subsisten , dan juga beberapa masyarakat bukan petani. Dalam banyak budaya, hanya terdapat sedikit kota, dengan sebagian kecil penduduk yang tinggal di dalamnya. Revolusi Industri menarik orang dalam jumlah yang lebih besar untuk bekerja di pabrik dan pabrik-pabrik, banyaknya pekerja pabrik orang menyebabkan banyak desa/kampung tumbuh menjadi kota-kota industri dan kota-kota besar. Hal ini juga memungkinkan spesialisasi tenaga kerja dan kerajinan, serta pengembangan sektor perdagangan . Kecenderungan urbanisasi terus berlanjut, meskipun tidak selalu berkaitan dengan industrial . Desa/kampung telah dikalahkan kepentingannya sebagai unit masyarakat manusia dan pemukiman. (Wikipedia)

Meskipun telah banyak pola kehidupan desa/kampung, tipikal permukiman kampung adalah kecil yang terdiri dari mungkin 5 sampai 30 keluarga. Rumah-rumah yang terletak

berdekatan untuk bersosialisasi dan pertahanan, serta tanah di sekitar tempat tinggal sebagai lahan pertanian. (Wikipedia)

2.2 Tinjauan Umum Bangunan Pendidikan

Bangunan pendidikan telah melewati tahun dan gaya yang berbeda. Tanggapan terhadap bangunan pendidikan saat ini adalah sebagai kebutuhan riil bagi pengguna bangunan, yaitu murid, guru, staf, dan orang tua. Perancangan bangunan pendidikan yang aktif dan menarik sesuai dengan fungsi pendidikan tidak hanya mengakomodasi, tetapi juga berkontribusi dalam lingkungan belajar-mengajar. Lingkungan belajar dibuktikan dengan karakteristik sebuah bangunan. Aspek fisik lingkungan-bangunan yang berkaitan dengan indra jasmani berupa suhu, visual, dan pendengaran mungkin dapat pula berpengaruh dalam prosesnya.

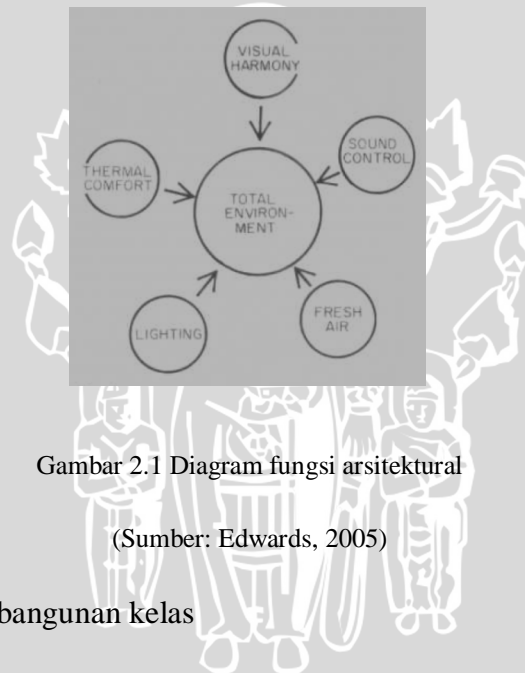
Dalam perancangan sebuah fasilitas pendidikan diperlukan beberapa unsur yang harus diprogramkan.

1. Konsep edukasi pada fasilitas pendidikan
Spernyataan singkat yang dapat menjelaskan konsep dan tujuan pendidikan oleh fasilitas tersebut.
2. Program kegiatan dan kebutuhan ruang
Membuat deskripsi umum mengenai kurikulum dan aktivitas lain beserta ruangan yang diperlukan.
3. Perincian dan persyaratan khusus
Untuk setiap area, menulis dengan rinci bagian yang diperlukan setiap kegiatan.
Garis besar fungsi ruang dan kaitan antar ruang.

Bangunan pendidikan harus fleksibel dalam hal ruang. Ruang yang ada harus mudah beradaptasi dengan pengaturan atau penggunaan lain di masa yang akan datang. Tujuannya adalah untuk mengembangkan bangunan yang menyediakan lingkungan untuk pertumbuhan dan perubahan.

Untuk menciptakan lingkungan belajar, bangunan arsitektur berpengaruh dalam kenyamanan pengguna di dalamnya. Unsur-unsur mekanik adalah unjur dasar, pertimbangan lainnya adalah kontrol suhu, orientasi, pengaturan rencana, desain bangunan, dan bahan yang digunakan juga berpengaruh. Pertimbangkan beberapa hal berikut:

1. Plan
2. Orientasi
3. Fenestration (Bangunan tanpa jendela)
4. Kontrol cahaya
5. Isolasi
6. Pendingin ruang
7. Pencahayaan ruang
8. Kontrol akustik
9. Warna
10. Bentuk fisik

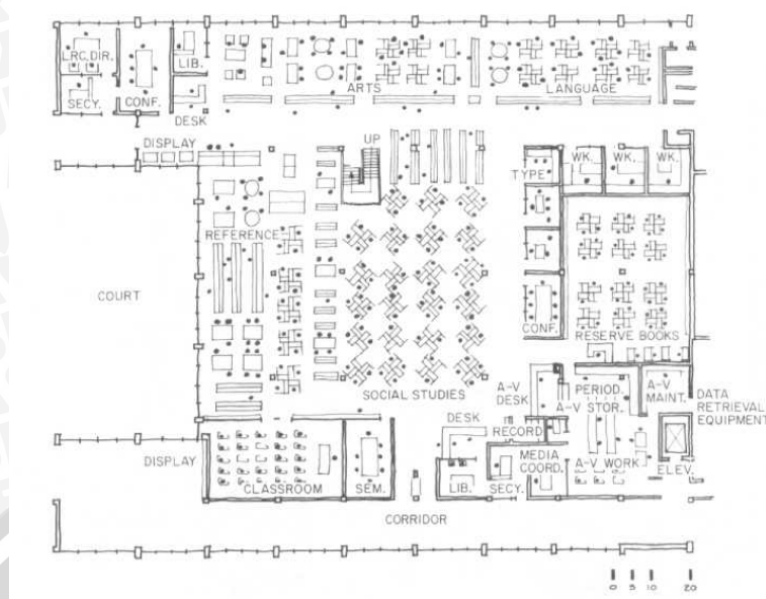


Gambar 2.1 Diagram fungsi arsitektural

(Sumber: Edwards, 2005)

Beberapa persyaratan pembangunan kelas

1. Desain
Desain ini meliputi luas ruang, plafon/langit-langit ruang, cahaya dari luar ruang, atap dan/atau dinding akustik, dan lantai.
2. Lokasi
Lokasi kelas dimungkinkan di tempat yang tenang, jauh dari kebisingan di luar lingkungan kelas.
3. Kontrol cahaya
Penentuan sumber cahaya alami maupun buatan yang digunakan selama proses pembelajaran berlangsung.



Gambar 2.2 Contoh penataan kompleks bangunan pendidikan

Sumber: Edwards, 2005

2.3 Tinjauan Umum Kenyamanan Thermal

Kenyamanan thermal didefinisikan sebagai suatu kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan thermal (ISO 7730). Kenyamanan thermal dalam ruang (*indoor*) berbeda dengan kenyamanan thermal di luar ruang (*outdoor*). Kenyamanan ruang thermal *indoor* merupakan dampak yang ditimbulkan oleh pemilihan jenis material bangunan, bentuk dan orientasi bangunan itu sendiri, bukaan-bukaan luasan bangunan, dan lain-lain. Sedangkan kenyamanan thermal *outdoor* timbul dari pengaruh konfigurasi massa bangunan terhadap temperatur dalam sebuah kawasan, akhirnya didapat kenyamanan thermal lingkungan. (Lippsmeier, 1994)

Dalam proses perancangan dengan pendekatan iklim terdapat tempat variabel yang akan mempengaruhi kenyamanan bangunan yaitu suhu udara, kelembaban udara, radiasi matahari dan kecepatan angin. Keempat karakteristik iklim tersebut kemudian dianalisa menurut syarat-syarat kenyamanan thermal pada manusia sebagai pemakai bangunan. Apabila sudah diketahui zona nyaman dalam bangunan tersebut, selanjutnya dengan teknologi yang ada dapat diterapkan secara kuantitatif. Dalam mengatasi kenyamanan thermal terdapat beberapa cara untuk mengendalikannya, yaitu analisa sumber panas, dan analisa kelembaban.

Secara klasik iklim tropis dibagi dua: tropis basah dan tropis kering. De Wall membagi iklim tropis menjadi 10 klasifikasi berdasarkan suhu harian rata-rata dan perbedaan antara suhu siang dan malam. Dalam pengelompokan ini, hanya kota atau wilayah yang memiliki suhu udara harian rata-rata 28°C atau lebih dimasukkan dalam katagori iklim tropis. Jakarta disebutkan sebagai masuk dalam kategori pertama, dengan suhu rata-rata 28°C serta deviasi sekitar 7° , sementara kota-kota sejuk seperti Bandung, Malang, Bukit Tinggi, Prapat, dan lainnya tidak masuk dalam klasifikasi tropis yang dirumuskan oleh de Wall karena memiliki suhu rata-rata harian yang lebih rendah.

Ciri yang menonjol pada iklim tropis adalah tingginya suhu rata-rata harian dibanding pada iklim lain. Persoalan yang ditimbulkan oleh iklim ini dalam kaitannya dengan kota sebagai tempat manusia bermukim dan melangsungkan aktifitas kerja sehari-hari adalah sebagai berikut (Karyono, 2001):

1. Pemanasan yang ditimbulkan oleh Radiasi Matahari

Matahari memancarkan panasnya melalui radiasi ke permukaan bumi. Panas yang dipancarkan oleh matahari ke permukaan bumi tidak tergantung apakah permukaan bumi tersebut berupa kota (urban) atau desa (rural), tapi lebih bergantung pada sudut jatuh-radiasi akan mencapai jumlah maksimum apabila sudut jatuhnya 90° , demikian juga bergantung pada kondisi awan yang dapat menghalangi pemancaran radiasi tersebut. Implikasi radiasi matahari ke permukaan bumi akan berbeda ketika permukaan tersebut memiliki perbedaan karakter dalam hal penyerapan dan pemantulannya terhadap radiasi tersebut. Permukaan keras cenderung akan menyerap panas lebih banyak, yang pada saatnya akan dipantulkan kembali. Warna permukaan juga menentukan jumlah panas yang diserap, warna terang cenderung akan lebih banyak memantulkan, sementara warna gelap cenderung lebih banyak menyerap panas radiasi tersebut.

2. Terjadinya '*heat urban island*'

Akibat tertutupnya permukaan tanah oleh beton (yang dapat berupa bangunan atau perkerasan permukaan tanah) serta aspal (jalan dan parkir), radiasi matahari yang jatuh pada permukaan tersebut sebagian besar diserap dan kemudian dilepaskan lagi ke udara di atas dan sekitarnya. Pelepasan panas yang diserap oleh material keras sebagaimana beton atau aspal akan jauh lebih besar dibanding yang terjadi pada tumbuhan. Karena sebagian besar area kota tertutup oleh material keras,

maka suhu udara kota menjadi lebih tinggi dibanding kawasan sekelilingnya yang masih bersifat rural. Fenomena ini sering disebut sebagai *heat urban island*, dimana area fisik kota seolah menjadi sebuah pulau yang memancarkan panas di tengah hamparan kehijauan kawasan rural.

3. Berkurangnya kecepatan angin pada kawasan Urban

Kawasan kota dicirikan dengan kerapatan bangunan yang lebih tinggi dibanding kawasan rural. Dengan kepadatan bangunan yang tinggi – yang berarti mengecilnya ruang terbuka, kecepatan angin dalam kota berkurang secara mencolok dibanding pada kawasan rural, yang masih terbuka.

4. Berkurangnya vegetasi per satuan luas tertentu

Seperti diuraikan diatas, kawasan kota dicirikan dengan menurunkan jumlah vegetasi persatuan luas tertentu dibanding kawasan yang masih bersifat rural. Karena kemampuan tumbuhan untuk menyerap dan mengeliminir panas yang dipancarkan oleh matahari, maka suatu kawasan yang banyak ditutup oleh tumbuhan (misalnya desa) cenderung memiliki suhu udara yang lebih rendah dibanding kawasan yang banyak tertutup oleh material keras, seperti halnya kawasan urban.

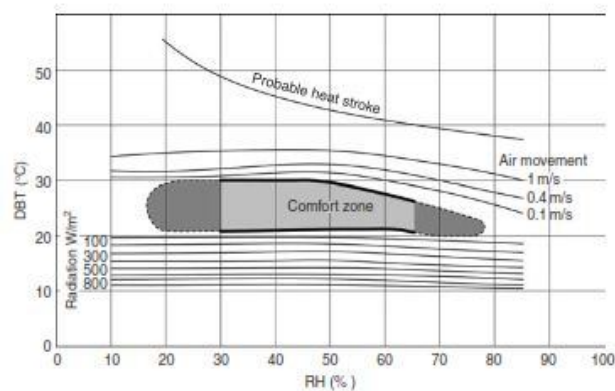
Dalam pengukuran lingkungan thermal diukur dengan beberapa instrumen seperti termometer bola basah dan kering serta termometer digital. Pengukuran temperatur udara dilakukan pada kawasan-kawasan kota yang mempunyai karakteristik fisik kawasan yang berbeda-beda dengan tujuan untuk mengidentifikasi pengaruh aspek bentuk pada lingkungan *thermal*-nya.

2.4 Kenyamanan Dalam Bangunan

Dalam kondisi iklim tropis lembab, kenyamanan yang lebih diutamakan adalah kenyamanan termal dalam bangunan. Hal ini disebabkan tingkat kelembaban yang tinggi akan mengakibatkan kondisi dalam ruangan menjadi tidak nyaman akibat dari penguapan sedikit dan gerak udara yang kurang. Suhu inti manusia adalah $\pm 37^{\circ}\text{C}$, pada bagian permukaan suhu bekisar antara $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$. Untuk mengukur kenyamanan termal pada manusia diperlukan sebuah indeks kenyamanan termal. Di Indonesia indeks kenyamanan termal

disebutkan dalam SNI T 03-6572-2001. Standar kenyamanan termal untuk daerah tropis seperti Indonesia dapat dibagi menjadi :

- Sejuk nyaman, antara temperatur efektif $20,5^{\circ}\text{C} \sim 22,8^{\circ}\text{C}$
- Nyaman optimal, antara temperatur efektif $22,8^{\circ}\text{C} \sim 25,8^{\circ}\text{C}$
- Hangat nyaman, antara temperatur efektif $25,8^{\circ}\text{C} \sim 27,1^{\circ}\text{C}$



Gambar: Standar Efektif Temperatur

Sumber: Szokolay, 2004

Kelembaban udara relatif yang dianjurkan antara 40% - 50%, tetapi untuk ruangan yang jumlah orangnya pada, kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% - 60%. Untuk mempertahankan kondisi nyaman, kecepatan udara tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15 m/detik.

2.5 Tinjauan Umum Pendinginan Pasif



Gambar 2.3 kebutuhan akan adanya pendinginan dalam suatu bangunan dengan hasil maksimal adalah dengan cara tiga tingkat pendinginan bangunan ini

(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Di daerah tropis lembab dengan rata-rata suhu udara tahunan dan kelembaban relatif tinggi, menuntut terciptanya ventilasi silang dalam bangunan untuk mencapai kondisi

nyaman pagi penghuninya. Menurut pendapat Fanger, kombinasi suhu udara dan kelembaban mempunyai pengaruh yang kuat terhadap kualitas udara dalam ruangan, dan hal ini menentukan standart ventilasinya. 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 posisi dan orientasi bangunan, bentuk atap, perletakan balkon, disain jendela, susunan ruangan dalam dan perletakan furniture dan bahkan bentuk disain partisinya. sangatlah beralasan untuk mengatakan bahwa semua variabel-variabel disain perumahan saling terkait dan mempunyai pengaruh satu sama lain. Sehingga dalam pengamatan ini dapat dikatakan bahwa karakter gerakan udara dalam ruangan (kecepatan udara) dalam usaha menciptakan kenyamanan didaerah tropis tidaklah harus pada kondisi kecepatan udara yang maksimal. Hal ini terpapar dari hasil analisa pengaruh disain balkon, bentuk jendela dan penataan element interior, yang dapat dijadikan contoh dari 'kerjasama yang saling melengkapi' antara sudut pandang arsitektur dan aspek pertimbangan thermiknya.

Pendinginan pasif merupakan desain bangunan yang mencoba mengintegrasikan prinsip-prinsip fisika bangunan dalam sebuah rancangan desain. Pendinginan pasif bertujuan untuk menghilangkan panas yang tidak diinginkan dari sebuah bangunan. Di iklim yang ringan dengan malam yang kering dapat dilakukan dengan ventilasi udara. (en.wikipedia.org/wiki/Passive_cooling). Dalam iklim tropis lembab proses pendinginan dapat dilakukan dengan pengaturan orientasi bangunan, tata massa dan bukaan pada bangunan.

Dalam perencanaan lingkungan terdapat beberapa aspek untuk memerolehnya yaitu, penataan eksterior bangunan, penataan ruang dalam dan penataan selubung bnangunan. Perencanaan terhadap masing-masing aspek diatas berkaitan dengan bentuk bangunan, seperti : penataan ruang luar, jarak bangunan, ketinggian lantai, bentuk massa bangunan dan dimensi bangunan.

2.5.1 Metode Pendinginan Pasif (Norbert Lechner.2001)

1. Metode pendinginan Ventilasi

- a. Ventilasi yang nyaman: ventilasi disepanjang siang dan malam hari untuk meningkatkan oenguapan dari kulit yang berakibat pada meningkatnya suhu panas yang nyaman.

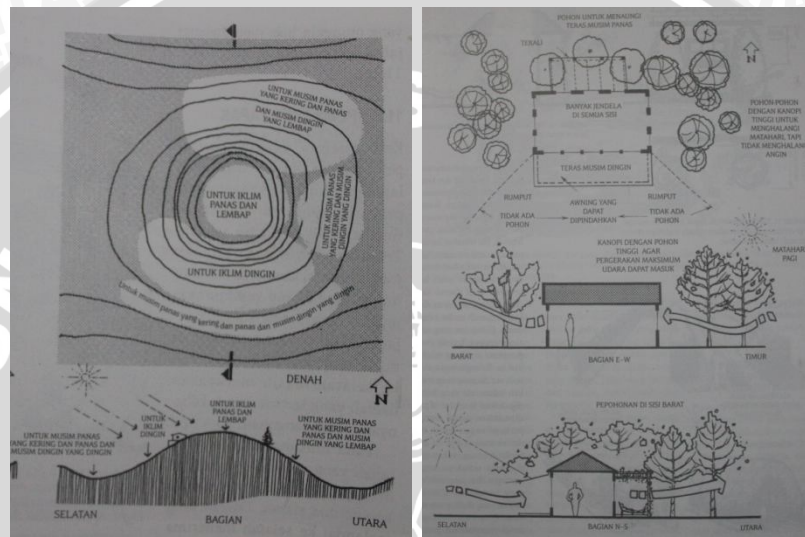
- b. Pendinginan night-flush: sistem ventilasi yang bertujuan untuk membuat kondisi precool' pada bangunan untuk hari berikutnya.
2. Metode pendinginan dengan sinar matahari
 - a. Pendinginan dengan sinar matahari secara langsung: mendinginkan suhu dari struktur atap pada suatu bangunan dengan cara pemberian radiasi terhadap langit ada malam hari.
 - b. Pendinginan sinar matahari secara tak langsung: radiasi pada malam hari akan mendinginkan suhu suatu cairan pemindah panas yang kemudian selanjutnya akan mendinginkan bangunan tersebut.
 3. Metode pendinginan dengan cara penguapan
 - a. Penguapan secara langsung: air disemprotkan ke udara yang masuk ke suatu bangunan. Proses tersebut akan menurunkan suhu udara, tetapi meningkatkan kelembabannya.
 - b. Pendinginan dengan cara penguapan tak langsung: proses penguapan akan mendinginkan udara yang masuk suatu bangunan dengan tidak menaikkan kelembaban di dalam ruangan.
 4. Metode pendinginan bumi
 - a. Penyambungan secara langsung: suatu bangunan yang ternaungi oleh tanah akan kehilangan panasnya langsung ke bumi.
 - b. Penyambungan secara tak langsung: udara akan memasuki suatu bangunan melalui cara tabung bumi.
 5. Metode penghilangandengan bahan penering: pengganti suhu panas yang bersifat laten.

2.5.2 Faktor yang mempengaruhi aliran udara melalui bangunan

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi aliran udara pada bangunan antara lain



1. Kondisi tapak


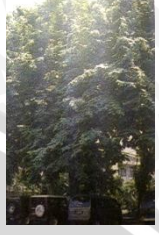
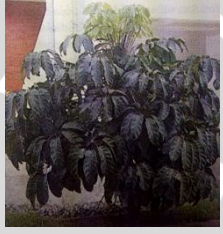

Dalam penataan tapak, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi iklim lingkungan yaitu topografi, jarak antar bangunan, dan vegetasi. Pada iklim panas-lembab bangunan-bangunan didirikan berjarak renggang untuk memaksimalkan aliran angin yang sejuk. Pemanfaatan vegetasi pada tapak dapat membantu mengarahkan angin untuk masuk ke dalam bangunan, serta tanaman peneduh dapat secara aktif memberikan perlindungan dari radiasi matahari.



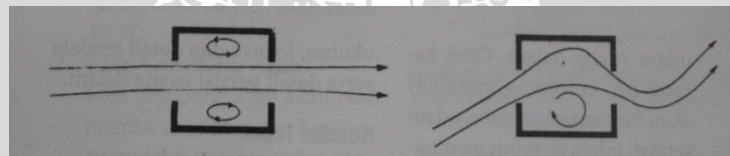
Gambar 2.6 Topografi tapak dan vegetasi
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Tabel 2. Tanaman Peneduh

No	Nama	Gambar
1.	Akasia (<i>Acacia logifolia</i>)	
2.	Beringin (<i>Ficus Benyamina</i>)	

3.	Pohon Saputangan (<i>Maniltoa grandiflora</i>)	
4.	Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	
5.	Schefflera (<i>Schefflera sp.</i>)	
6.	Ketapang (<i>Terminalia catappa</i>)	

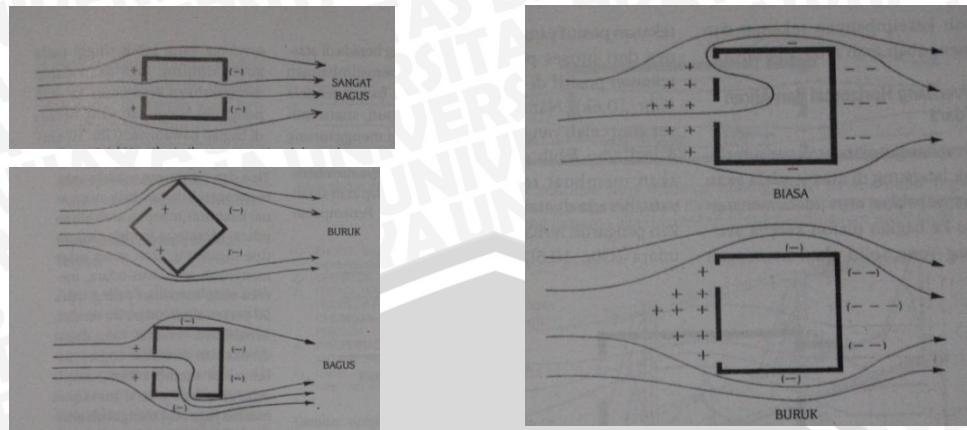
2. Orientasi jendela dan arah angin



Gambar 2.7 orientasi jendela
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Ventilasi ruang dalam akan lebih baik jika terdapat angin miring yang memasuki bangunan karena akan menghasilkan turbulensi yang lebih besar

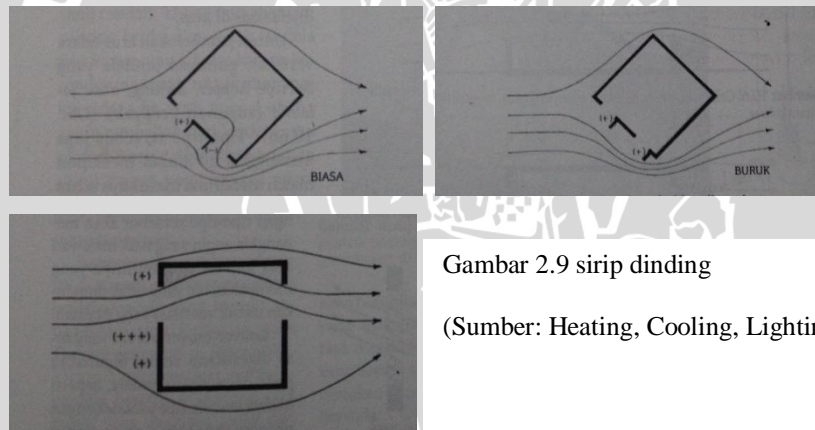
3. Lokasi bukaan/jendela



Gambar 2.8 Lokasi Bukaan
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Beberapa peletakan ventilasi pada sebuah ruangan yang memungkinkan terjadinya ventilasi silang.

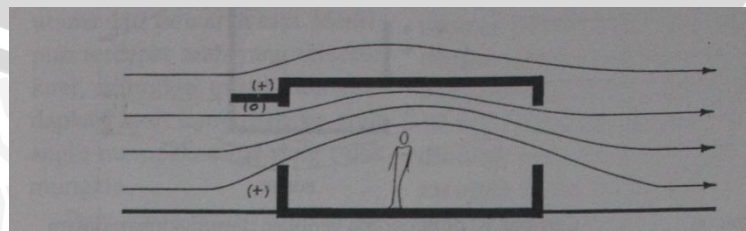
4. Sirip dinding

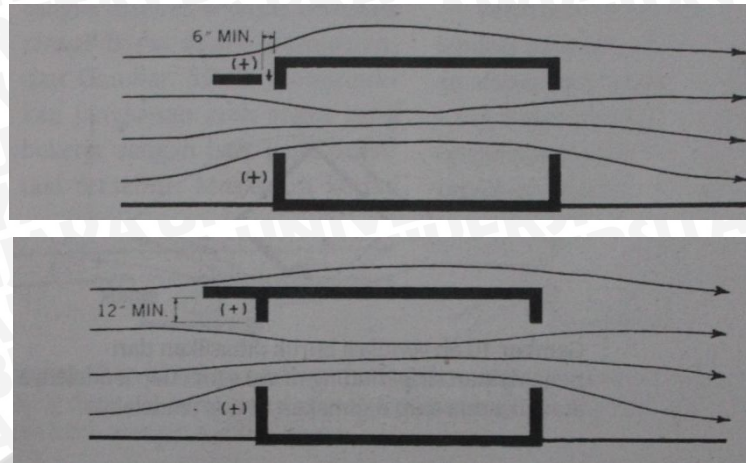


Gambar 2.9 sirip dinding
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Beberapa contoh manfaat sirip dinding (*fin walls*) dalam pengaliran udara dalam bangunan.

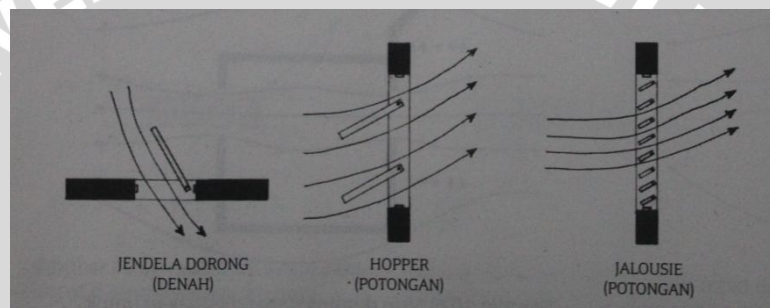
5. Overhang horizontal dan aliran udara





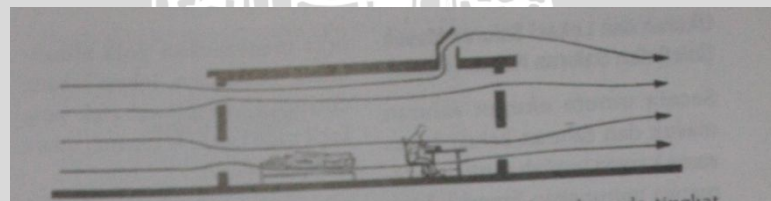
Gambar 2.10 Penerapan overhang dan pengaruhnya dalam aliran udara di dalam ruang
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

6. Tipe-tipe jendela



Gambar 2.9 contoh tipejendela yang dapat memaksimalkan aliran
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

7. Penempatan jendela secara vertikal

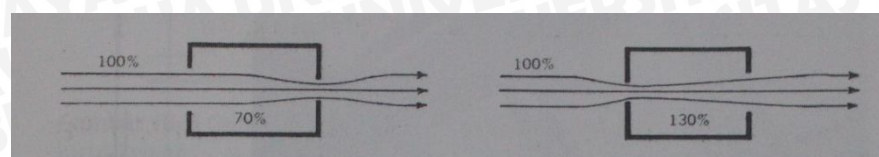


Gambar 2.11 penempatan jendela vertikal
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Untuk ventilasi yang nyaman, bukaan harus berada pada tinggat penghuninya.

Lubang di atap akan mengalirkan udara panas.

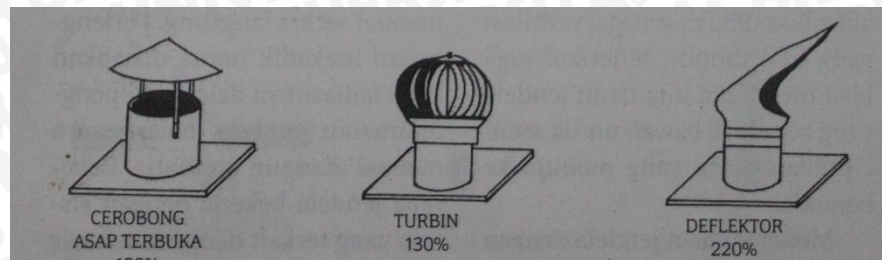
8. Ukuran inlet dan outlet



Gambar 2.12 inlet dan outlet
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Jalur masuk dan keluar harus mempunyai ukuran yang sama. Atau jalur masuk lebih kecil untuk memaksimalkan kecepatan.

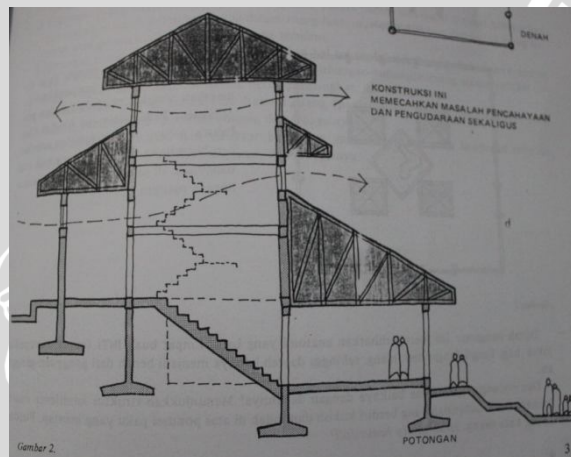
9. Lubang angin atap (*roof vents*)



Gambar 2.13 berbagai macam alat yang dapat menambah ventilasi pada atap

(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

10. Perencanaan partisi dan interior



Gambar 2.14 penataan ruang dalam

(Sumber: Anatomi Potongan)

Penataan ruang dalam yang memungkinkan adanya ventilasi silang pada tiap ruangan

2.4.3 Angin

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Apabila dipanaskan, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin di sekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Di atas tanah udara

menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dinamakan konveksi. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Angin>)

Faktor terjadinya angin, yaitu: Gradien barometris, Bilangan yang menunjukkan perbedaan tekanan udara dari 2 isobar yang jaraknya 111 km. Makin besar gradien barometrisnya, makin cepat tiupan angin. Letak tempat (Topografi) kecepatan angin di dekat khatulistiwa lebih cepat dari yang jauh dari garis khatulistiwa. Tinggi tempat, semakin tinggi tempat, semakin kencang pula angin yang bertiup, hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya gesekan yang menghambat laju udara. Di permukaan bumi, gunung, pohon, dan topografi yang tidak rata lainnya memberikan gaya gesekan yang besar. Semakin tinggi suatu tempat, gaya gesekan ini semakin kecil. Waktu, di siang hari angin bergerak lebih cepat daripada di malam hari. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Angin>)

Di dalam bangunan, udara yang bergerak atau angin memberikan efek thermal di dalam ruangan. Untuk mempertahankan kondisi nyaman, kecepatan udara yang jatuh diatas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15 m/detik. Kecepatan udara ini dapat lebih besar dari 0,25 m/detik tergantung dari temperatur udara kering rancangan.

Tabel 2.1 Kecepatan udara dan kesejukan

Kecepatan udara, m/detik.	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35
Temperatur udara kering, °C	25	26,8	26,9	27,1	27,2

(Sumber: SNI 03-6572-2001)

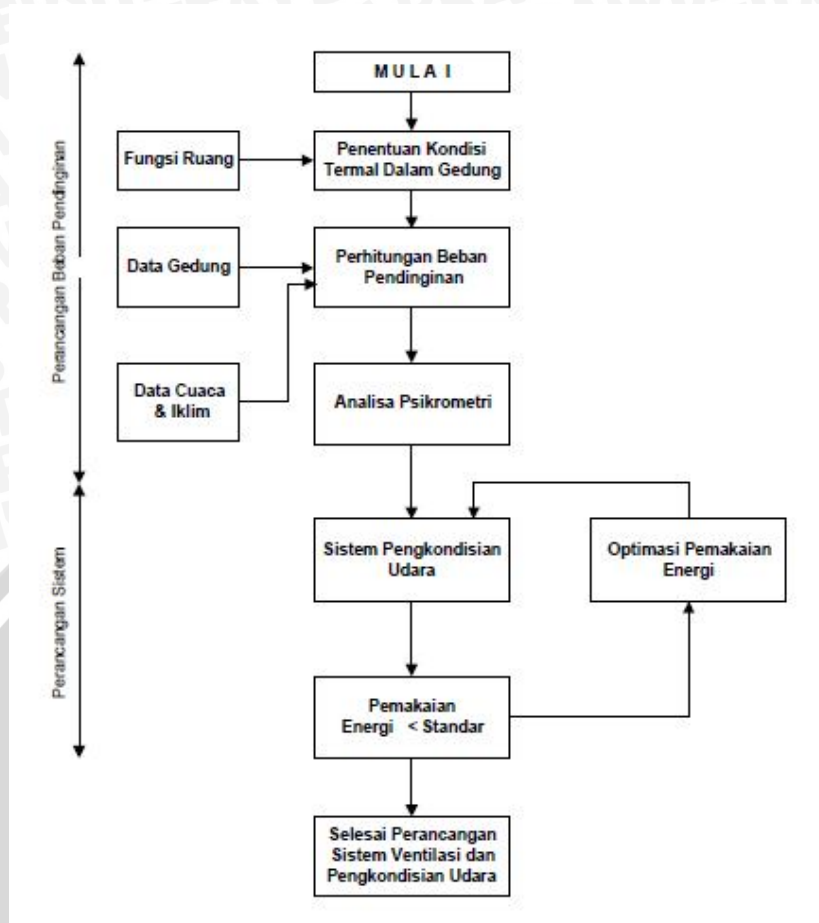


Diagram 2.1 Perencanaan Teknis Sistem Pengkondisian Udara

(Sumber: SNI 03-6572-2001)

Apabila telah diketahui elemen elemen bukaan pada suatu bangunan maka kecepatan angin dapat dihitung melalui rumus pada SNI 03-6572-2001 mengenai sistem ventilasi dalam bangunan sebagai berikut:

Persamaan di bawah ini menunjukkan kuantitas gaya udara melalui ventilasi bukaan inlet oleh angin atau menentukan ukuran yang tepat dari bukaan untuk menghasilkan laju aliran udara :

$$Q = C_v \cdot A \cdot V$$

Q = laju aliran udara, m³ / detik.

A = luas bebas dari bukaan inlet, m².

V = kecepatan angin, m/detik.

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

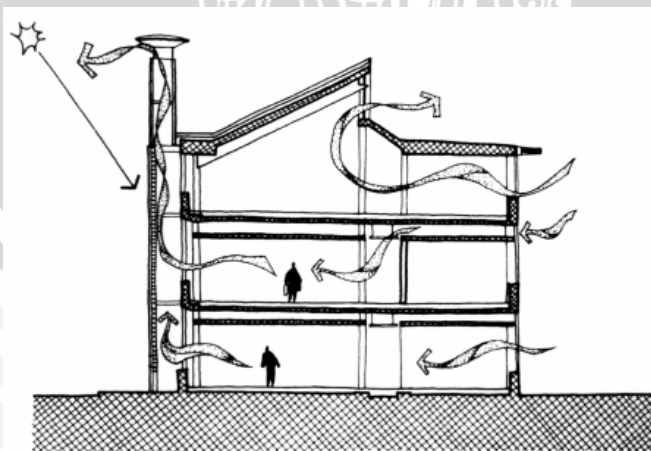
1. Cross Ventilation

Di negara tropis seperti Indonesia, rumah tinggal sebaiknya dilengkapi ventilasi silang agar memungkinkan terjadinya perputaran udara secara terus menerus. Dengan demikian, aliran udara di dalam ruang menjadi lebih mudah sehingga ruangan terasa nyaman untuk dihuni.

Ventilasi silang atau *cross ventilation* adalah dua bukaan berupa jendela atau pintu yang letaknya saling berhadapan di dalam satu ruangan. Ventilasi ini bekerja dengan memanfaatkan perbedaan zona bertekanan tinggi dan rendah yang tercipta oleh udara. Perbedaan tekanan pada kedua sisi bangunan akan menarik udara segar memasuki bangunan dari satu sisi dan mendorong udara pengap keluar ruangan dari sisi lain. (http://www.sustainable-buildings.org/wiki/index.php/Cross_Ventilation)

2. Stack Effect

Stack effect adalah pergerakan udara masuk dan keluar dari bangunan, cerobong asap, tumpukan gas buang, atau wadah lainnya, dan didorong oleh daya apung. Daya apung terjadi karena perbedaan tekanan udara, suhu dan kelembaban di dalam dan diluar bangunan. Hasilnya adalah baik kekuatan daya apung positif atau negatif. Semakin besar perbedaan termal dan tinggi struktur, semakin besar kekuatan daya apung, dan dengan demikian efek stack. Efek tumpukan juga disebut sebagai "efek cerobong asap", dan membantu mendorong ventilasi alami dan infiltrasi.



Gambar 2.15 Sistem aliran udara dengan stack effect

(Sumber : <http://www.google.co.id/img?hl=id&tab=ii>)

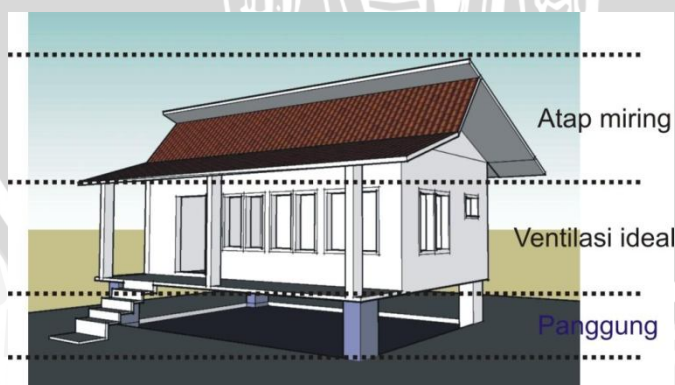
Stack Effect pada bangunan terjadi karena bangunan tidak benar-benar tertutup (minimal sangat, selalu ada pintu masuk di atas permukaan tanah), efek stack akan menyebabkan infiltrasi udara. Selama musim panas, udara dalam ruangan hangat naik melalui bangunan dan keluar di atas baik melalui jendela yang terbuka, lubang ventilasi, atau bentuk lain dari bukaan bangunan. Udara hangat naik mengurangi tekanan di dasar bangunan, mengakibatkan udara dingin mengalir dari pintu yang terbuka, jendela, atau bukaan lainnya. (http://en.wikipedia.org/wiki/Stack_effect)

2.5 Selubung Bangunan

Selubung bangunan (building envelope) memiliki peran penting dalam menjawab masalah iklim dan penghematan energi., seperti radiasi matahari, hujan, kecepatan angin, tingginya kelembababan serta pemanfaatan potensi alam antara lain dengan memanfaatkan cahaya alami untuk penerangan ruang serta penghawaan alami baik melalui dinding maupun atap, serta memilih material yang memiliki perambatan panas relatif kecil. Faktor panas yang berasal dari luar bangunan akan masuk ke dalam ruang melalui selubung bangunan, baik melalui dinding maupun atap yang merupakan beban pendinginan yang harus dinetralisir oleh sistem pendingin (AC) dengan menggunakan energi. (sukawi, 2010)

Terdapat tiga elemen selubung bangunan yang dapat mempengaruhi pendinginan di dalam bangunan yaitu elemen atap, dinding, dan lantai.

2.5.1 Atap



Gambar 2.16 Contoh rumah tropis

(Sumber: <https://www.google.com/imghp?hl=id&tab=wi>)

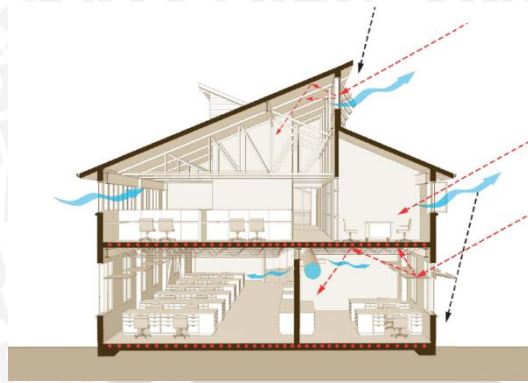
Atap merupakan bagian terpenting dari sebuah bangunan. Berdasarkan bidang dan orientasinya atap merupakan bagian bangunan yang paling banyak terkena sinar matahari. Dalam iklim tropis-lembab atap yang sering digunakan adalah atap miring, bisa berupa pelana atau limasan. Penggunaan atap ini karena curah hujan di daerah tropis lembab yang cukup tinggi. Selain itu dalam iklim tropis lembab perlu adanya ruang di bawah atap sebagai ruang infiltrasi udara. Infiltrasi adalah masuknya udara dingin dari elemen-elemen bangunan lainnya, seperti sambungan pada konstruksi.

2.5.2 Dinding

Di daerah tropis lembab dengan rata-rata suhu udara tahunan dan kelembaban tinggi, menuntut terciptanya ventilasi silang dalam bangunan untuk mencapai kondisi nyaman bagi penghuninya. tidak hanya tergantung dari kecepatan udara luar tetapi juga ditentukan oleh elemen-elemen disain arsitektur lainnya seperti posisi dan orientasi bangunan, bentuk atap, perletakan balkon, disain jendela, susunan ruangan dalam dan perletakan furniture dan bahkan bentuk disain partisinya

Pada akhirnya, sangatlah beralasan untuk mengatakan bahwa semua variabel-variabel disain perumahan saling terkait dan mempunyai pengaruh satu sama lain. Sehingga dalam pengamatan ini dapat dikatakan bahwa karakter gerakan udara dalam ruangan (kecepatan udara) dalam usaha menciptakan kenyamanan didaerah tropis tidaklah harus pada kondisi kecepatan udara yang maksimal. Hal ini terpapar dari hasil analisa pengaruh disain balkon, bentuk jendela dan penataan element interior, yang dapat dijadikan contoh dari 'kerjasama yang saling melengkapi' antara sudut pandang arsitektur dan aspek pertimbangan termiknya. (Prianto, 2002)

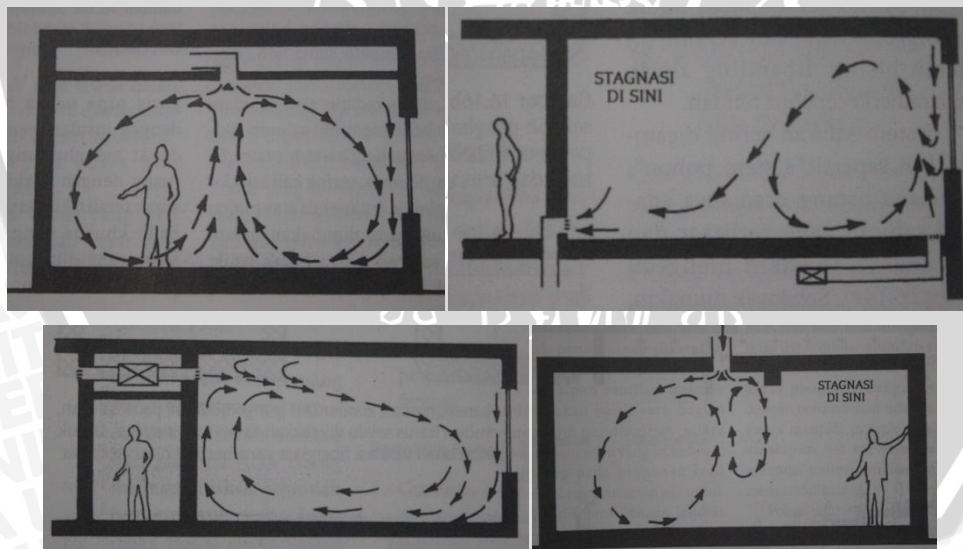
Pengukuran kenyamanan thermal seseorang dapat dikelompokan berdasarkan 6 (enam) kriteria utama, yaitu terdiri dari 4 (empat) parameter lingkungan : suhu udara (T_a), suhu radian (T_r), kelembaban (P_a), kecepatan udara (V) dan 2 (dua) parameter perorangan : pakaian (I_{cl}) dan aktivitas (M). (Prianto, 2002)



Gambar 2.17 Sistem ventilasi silang pada bangunan
(Sumber: <https://www.google.com/imghp?hl=id&tab=wi>)

Perambatan panas (Heat Transfer) adalah proses perpindahan kalor dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas. Terdapat tiga cara perambatan panas:

- Perambatan panas konduktif : perpindahan panas dari benda yang lebih panas melalui kontak (sentuhan)
- Perambatan panas konvektif: perpindahan panas dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas melalui aliran angin
- Perambatan panas radiatif: perpindahan panas dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas dengan cara pancaran. (sukawi, 2010)



Gambar 2.18 Sistem aliran udara yang maksimal dalam ruangan
(Sumber: Heating, Cooling, Lighting)

Dinding akan menjadi panas apabila tidak terlindungi dari radiasi sinar matahari dan akan meneruskan panas tersebut ke dalam ruangan. Beberapa hal yang mempengaruhi pembayangan dinding pada bangunan antara lain fasade rumah dan orientasi bangunan.

Dinding utara-selatan tidak begitu banyak menerima radiasi matahari secara langsung, karena sudut jatuh sinar matahari cukup besar, jadi dinding yang menghadap utara-selatan lebih memerlukan penonjolan bidang vertikal untuk menghasilkan pembayangan yang lebih baik.

2.5.3 Lantai

Di daerah tropika-basah, bangunan sering harus didirikan diatas tiang untuk mendapatkan ventilasi silang yang baik,, karena bangunan disekitarnya ddan vegetasi seringkali mengakibatkan stagnasi udara pada permukaan tanah. Di daerah ini perbedaan temperatur tanah dan temperatur udara hanya sedikit, karena itu pelepasan panas ke tanah tidak akan menghasilkan sesuatu, sedangkan gerakan udara ke bawah bangunan bisa lebih menguntungkan. (Lippsmeier, 1994)



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Umum

Terdapat beberapa metode umum yg digunakan dalam penelitian pendinginan pasif dalam bangunan kursus bahasa ini, antara lain metode deskriptif analitik, merupakan metode dengan cara merumuskan permasalahan yang ada kemudian dikelompokkan dalam beberapa tahapan sebagai metode pendekatan dan kemudian dianalisa itu dirumuskan menjadi sebuah sintesa.

Pada metode ini berisi paparan dan deskripsi mengenai berbagai hal dan fenomena yang terjadi dalam kawasan kampung Inggris. Selain itu juga digunakan metode pragmatik, pembahasannya dilakukan secara sistematis, rasional, dan disesuaikan dengan acuan standar dari literatur. Pada analisa pemrograman, proses analisa dilakukan secara deskriptif kuantitatif sehingga didapatkan hasil analisa yang runtut.

Dalam pengolahan data digunakan metode evaluatif. Dengan menghadapi kriteria-kriteria bidang studi terhadap data eksisting yang ada sehingga mendapatkan nilai positif dan negatif pada objek studi. Nilai tersebut yang akan menjadi acuan dalam menganalisis solusi dari permasalahan yang sesuai korelasi antar variabel yang diteliti, sehingga akan mendapatkan rekomendasi yang sesuai dengan karakteristik tersebut.

3.2 Metode Pengumpulan Data

3.2.1 Data Primer

Data primer dilakukan dengan pengamatan langsung meliputi karakteristik kawasan dan iklim daerah setempat.

Data ini diperoleh dengan cara:

1. Observasi lapangan. Untuk pola perilaku pengguna bangunan. Observasi dilakukan terhadap objek bangunan meliputi hal-hal yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Informasi yang diamati yaitu penghawaan, aktivitas dan interaksi penghuni dan bangunan, serta ruang luarnya.
2. Wawancara
Data diperoleh secara langsung dengan melakukan tanya jawab terkait dengan permasalahan yang ada di lokasi eksisting. Wawancara dilakukan terhadap pelaku yang terkait dengan obyek studi yaitu pengunjung serta pelajar di kawasan

kampung inggris. Adapun tujuan dari wawancara ini adalah untuk mendapatkan informasi berupa saran maupun kritik yang dapat mendukung sumber data untuk memperoleh gambaran secara jelas untuk proses selanjutnya.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh untuk bahan acuan dalam proses penelitian dan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Merupakan studi yang dilakukan secara tidak langsung baik dari media internet maupun literatur berupa buku dan jurnal-jurnal ilmiah yang berkaitan dengan judul yang dipilih dan komparasi obyek penelitian sejenis. Studi komparasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran mengenai proses penelitian pendinginan pasif pada bangunan pendidikan bahasa serta rancangan selubung bangunan yang diperlukan dalam bangunan tersebut.

2. Data dari Instansi Pemerintahan Kabupaten Kediri

Sebagai data awal mengenai objek yang di studi mengenai kondisi eksisting kawasan dan peraturan-peraturan yang terkait.

3. Simulasi

Metode simulasi menggunakan *software Autodesk Vasari Beta 3*. Penggunaan software ini bertujuan untuk mengetahui arah angin dalam kawasan. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan posisi bukaan pada bangunan. Posisi bukaan yang sesuai arah angin akan memaksimalkan penghawaan dalam bangunan. Kelemahan dari metode ini adalah kurangnya penguasaan dalam keahlian *software*.

3.3 Metode Pengolahan Data

3.3.1 Analisis Data

Setelah melakukan pengumpulan data berupa data primer dan sekunder maka dilakukan analisis data dengan pendekatan programatik, penelitian menggunakan teori-teori yang terkait dengan objek. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan solusi-solusi dan rekomendasi-rekomendasi desain yang positif dalam proses perancangan obyek terkait. Analisis yang dilakukan meliputi :

1. Analisis luas bangunan

Analisis luas bangunan merupakan analisis awal dalam pemilihan sampel bangunan. Analisis ini didasari dengan fungsi dan kebutuhan ruang dalam bangunan berkaitan dengan fungsi bangunan sebagai ruang kelas. Analisis luas bangunan digunakan pada saat menentukan bukaan yang diperlukan di tiap kelas sehingga memenuhi kenyamanan pengguna.

2. Analisis bukaan dan selubung bangunan

Analisis selubung bangunan sangat penting dilakukan karena selubung bangunan merupakan kulit terluar bangunan yang melindungi bagian dalam bangunan dari berbagai kondisi iklim. Analisis ini mencakup kondisi eksisting selubung bangunan, meliputi bukaan-bukaannya dan fasade bangunan. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis apa selubung bangunan eksisting sudah cukup tanggap iklim untuk kondisi temperatur kawasan Kampung Inggris. Selain itu juga, menyimpulkan bagaimana respon selubung bangunan eksisting terhadap temperatur luar bangunan.

4. Analisis ruang dalam bangunan

Analisis ruang dalam bangunan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan ruang pada bangunan dengan fungsi khusus. Hal ini terkait dengan fungsi bangunan sebagai tempat kursus bahasa sehingga memerlukan kelas-kelas untuk menampung siswa serta beberapa fasilitas penunjang lainnya. Dalam kasus ini objek yang di studi adalah ruang kelas *Traning Center* (TC). Maka akan dianalisis elemen-elemen yang ada di tiap ruang kelas *Training Center* (TC)

5. Analisis angin dan penghawan

Analisis angin dan penghawaan dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama adalah pengukuran langsung di lapangan menggunakan termometer ruang. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui suhu udara riil pada objek studi. Yang kedua adalah analisis angin dan pergerakannya dengan metode simulasi kondisi objek studi. Simulasi menggunakan *software Autodesk Vasari Beta 3*. Sedangkan dalam analisis kenyamanan menggunakan *software comfort*, untuk dapat mengetahui peningkatan kenyamanan dalam kelas.

3.4 Kerangka Metode Kajian

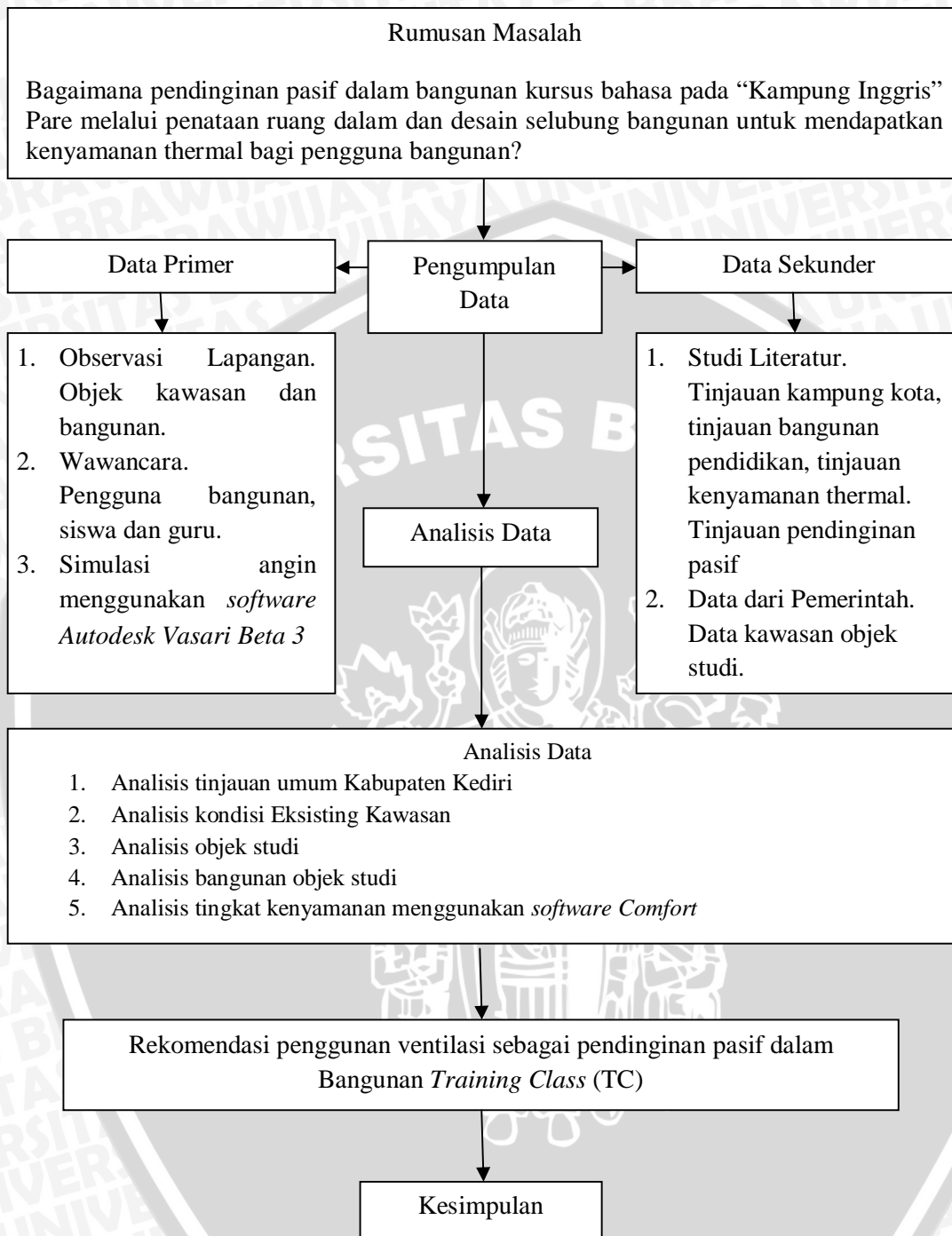


Diagram 3.1 Kerangka Metode