BAB II
LANDASAN TEORI

Tujuan penelitian untuk perencanaan sebuah bangunan adalah guna menciptakan kenyamanan maksimum bagi manusia, tetapi sampai saat ini masih belum ada tolok ukur obyektif untuk kenyamanan. Hanya melalui percobaan-percobaan dengan melibatkan banyak orang dari berbagai lingkungan yang berbeda-beda sajalah sehingga dapat diambil kesimpulan dan dapat menjadi pedoman dasar. Kekurangannya adalah fisiologi manusia dapat dinyatakan dalam angka-angka, akan tetapi manusia tidak hanya terdiri dari jasmani saja melainkan terdiri dari jasmani dan ruhani (jiwa). Kenyaman adalah akibat dari kedua faktor ini. Karena itu hasilnya subyektif dan tidak tepat. Hanya sedikit yang dapat diatasi perencana dalam penyelesaian masalah ini. Mereka hanya dapat merencanakan dan merancang suatu lingkungan seindah dan senyaman mungkin. Faktor-faktor terpenting yang mempengaruhi kenyamanan di dalam ruang tertutup adalah :

- Temperatur udara.
- Kelembaban udara.
- Temperatur radiasi rata-rata dari dinding dan atap.
- Kecepatan gerakan udara.
- Tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan.

(Lippsmeier, 1994)

2.1 TINJAUAN POST OCCUPANCY EVALUATION

Menurut Slamet Sudibyo (1989) dan Prabowo *Post Occupancy Evaluation (POE)* atau *Evaluasi Puma Huni (EPH)*, merupakan kegiatan peninjauan kembali terhadap bangunan atau lingkungan binaan yang telah dihuni. Sedangkan Danisworo (1989) berpendapat, bahwa

perancangan dalam bidang Arsitektur berkembang karena adanya evaluasi terhadap hasil rancangan yang telah dibangun dan digunakan, sebab kelebihan dan kekurangan dari suatu rancangan tersebut menjadi masukan bagi perancang berikutnya.

POE dapat di bagi dalam tiga bagian yaitu : fungsional, teknis dan perilaku. Masing-masing mempunyai lingkup dan spesifikasi dalam kegiatannya.

- Evaluasi Fungsional.

  Faktor-faktor fungsional adalah aspek suatu bangunan yang langsung menunjang kegiatan-kegiatan dan persepsi organisasi.

- Evaluasi Teknis.

  Salah satu keprihatinan utama Arsitek adalah menjamin prestasi yang memadai dari komponen-komponen bangunan dalam hal tangung jawab yang paling pokok. Banyak masalah yang terus terjadi karena tidak ada evaluasi formal atau bahkan informasi dan umpan balik dalam proses perancangan Arsitektur. Faktor-faktor yang paling umum dinilai adalah struktur, pengamanan terhadap kebakaran dan penerangan.

- Evaluasi Perilaku.

  Faktor-faktor perilaku menekankan hubungan antara perilaku dan hubungan fisik. Beberapa yang dijelajahi dalam bidang ini adalah apakah bangunan digunakan seperti apa yang dimaksudkan dalam rancangan asli? Bagaimana ukuran fasilitas mempengaruhi para pemakai dan masyarakat? Bagaimana kedekatan bidang-bidang dalam bangunan mempengaruhi penggunanya? Apakah konfigurasi bahan-bahan mempengaruhi pemakai?

  Evaluasi hubungan antara lingkungan fisik dan perilaku menghendaki pengumpulan dan analisis informasi tentang kegiatan-kegiatan apa yang terjadi dalam lingkungan serta

siapa yang ikut serta didalamnya, sirkulasi dan peralatan yang digunakan dalam lingkungan.

2.2 KENYAMANAN THERMAL

Kenyamanan thermal telah digambarkan sebagai suatu kondisi pikiran yang merefleksikan kepuasan dengan suhu lingkungannya. Dimana penekanan ini adalah pada kondisi fikiran. Ini merupakan fenomena psikologis dan bukan merupakan pernyataan psikologis. Kenyamanan thermal akan dipengaruhi oleh mood yang berbeda tiap individu, kebudayaan dan kepribadian-kepribadian yang lain, organisasi dan faktor sosial. Tidak mengherankan apabila metode untuk memperkirakan kenyamanan thermal tidak akan pernah sempurna. (*Ken Parsons, Standards for Thermal Comfort - UK*)

Kenyamanan dalam ruang datang dari keadaan dan pengaturan fisik ruang. Dapat juga datang dari penghayatan dari seorang yang lebih menyentuh pada faktor psikologisnya. Kenyamanan psikologis memang berbeda menurut budaya dan citarasa masing-masing individu. Bahkan dari suatu kelompok manusia pun sering cita rasa dan selera yang menentukan nyaman tidaknya suatu rumah bisa sangat berbeda, misalnya antara generasi muda dan generasi tua.

Masalah kenyamanan bangunan banyak berhubungan dengan masalah-masalah dan sifat-sifat dari lingkungan di sekitar kita. Manusia memiliki prasyarat-prasyarat kehidupan yang tidak jauh berbeda dari kehidupan fisik dunia tumbuhan dan hewan. Dalam tubuh manusia berlaku hukum fisika dan kimia yang terdapat dalam flora dan fauna serta dunia zat yang disebut benda mati.

Permasalahan kenyamanan bangunan dan hidup dalam suatu bangunan erat kaitannya dengan pengaruh alam dan lingkungan. Menurut *Y.B. Mangun Wijaya* dalam bukunya yang berjudul *"Pasal-pasal Penghantar Fisika Bangunan"*, mengemukakan bahwa ada lima

lingkungan persoalan yang mempengaruhi kenyamanan fisik bangunan :

1. Soal *sengat dan silau sinar matahari.*
2. Soal *kalor dan suhu.*
3. Soal *kelembaban dan pergantian hawa-udara.*
4. Soal *gangguan bunyi.*
5. Soal *cahaya terang.*

2.3 FAKTOR-FAKTOR KENYAMANAN THERMAL BANGUNAN

2.3.1 Sengat dan Silau Matahari

Gangguan matahari pertama datang dari silau cahayanya dan kedua dari sengat sinarnya. Masalah utama perancang bangunan di negara beriklim sedang-dingin adalah : Bagaimana memasukkan sinar matahari sebanyak-banyaknya dalam rancangan bangunannya, sedang- kan bagi perancang bangunan di negara beriklim tropis justru sebaliknya yaitu : Bagaimana melindungi atau menyaring sinar matahari yang berlebih-lebihan agar tidak masuk langsung dalam bangunan. Dari segi fisiologis, silau merupakan gangguan utama bagi tahap adaptif dari retina. Ada tiga jenis kesilauan :

- Silau relatif : Kontras terlalu kuat di dalam visual.
- Silau mutlak : Penerangan yang begitu tingginya sehigga adaptasi tidak dimungkinkan.
- Silau adaptif : Adaptasi pada tingkat terang tertentu yang belum tercapai.

Manusia butuh akan sinar matahari untuk penghayatan ruang dan bangunan. Tetapi bila sinar matahari terlalu banyak untuk ukuran kenyamanan manusia normal, maka sinar matahari akan terasa menjadi gangguan, menyengat mata (silau) dan kulit. Derajat sengat dari matahari dirasakan berbeda antara individu satu dengan yang lainnya. Pakaian merupakan salah satu perlindungan manusia dari sengat matahari yang berlebihan. Begitupula dengan bangunan rumah kita, atap yang antara lain berfungsi sama dengan pakaian :

melindungi penghuni terhadap sengat dan silau matahari. Sinar matahari dapat secara langsung menyinari rumah setelah melalui filter atmosfer bumi, ada juga yang merupakan pantulan dari bulan maupun dari awan.

2.3.2 Kalor dan Suhu

Daerah yang paling panas adalah daerah yang terdekat dengan garis katulistiwa. Panas tertinggi dicapai kira-kira 2 jam setelah tengah hari, karena pada saat itu radiasi matahari langsung bergabung dengan temperatur udara yang sudah tinggi. Sebagai patokan dapat dianggap bahwa temperatur tertinggi sekitar 1-2 jam setelah posisi matahari tertinggi, dan temperatur terendah sekitar 1-2 jam sebelum matahari terbit. Persyaratan-persyaratan panas di dalam suatu konstruksi terutama tergantung pada pertukaran panas antara dinding-dinding luar dan daerah di dekatnya, sedangkan penyinaran langsung dari sebuah dinding tergantung pada orientasinya terhadap matahari. Di daerah tropis, fasade timur dan barat paling banyak terkena radiasi matahari. Tetapi radiasi tidak langsung dapat berpengaruh dari gejala arah pada fasade atau bagian bangunan disebabkan oleh awan yang menutupi langit.

Bagian dari radiasi panas atau radiasi matahari yang tidak di pantulkan oleh sebuah bahan, tetapi diserap, akan memanaskan bahan ini. Pada sebuah bangunan, panas yang diterima ini akan mendesak ke dalam ruangan melalui atap dan dinding jka tidak dicegah. Gerakan udara pada permukaannya, secara alamiah atau buatan, akan membantu pengurangan panas. Dari luar, pemanasan dapat disebabkan selain oleh radiasi matahari langsung juga oleh radiasi panas yang di pantulkan pada bangunan, angin panas dan juga oleh letaknya yang berdekatan dengan benda-benda panas, misalya: ketel, boiler dsb. Pengumpulan panas dapat juga terjadi dari dalam, dengan hadirnya manusia dan hewan, adanya lampu, mesin yang bekerja, memasak dan lain-lain. *(Lippsmeier, 1994)*

Menurut *Y.B. Mangun Wijaya* dalam bukunya yang berjudul *"Pasal-pasal Penghantar Fisika Bangunan"*, perpindahan panas dapat terjadi dengan cara antara lain :

1) Jalan hantaran.

Kalor atau panas dari suatu benda dapat menjalar dari benda satu ke benda lain melalui jalan sentuhan. Molekul-molekul benda yang dingin ikut menjadi panas karena dihimpit dengan suatu benda sumber panas. Ini terjadi pada benda padat. Dimana benda padat selalu berpori dan dalam pori-pori itu hawa ikut juga menjadi panas serta ikut menghantarkan panas. Misalnya tembaga, alumunium dan semua logam sangat mudah dan cepat menghantarkan panas, karena logam merupakan penghantar kalor yang baik. Meskipun di tempatkan pada benda yang lebih panas kayu, asbes dan gabus akan sulit menghantarkan panas dikarenakan mempunyai pori yang besar di bandingkan dengan logam, lazimnya disebut sebagai isolator.

2) Jalan Konveksi.

Perpindahan kalor melalui jalan konveksi ini pada umumnya terjadi pada zat cair atau gas. Apabila zat ini dipanaskan maka akan membawa panas yang dimilikinya. Jadi berlainan dengan jalan hantaran melalui sentuhan, dimana molekul-molekul hanya statis sedangkan pada jalan konveksi molekul-molekulnya bergerak. Oleh karena gerakan itu maka zat cair atau gas lekas menjadi panas, misalnya prinsip pendidihan air dalam ketel.

3) Jalan Radiasi.

Perpindahan kalor dengan jalan radiasi terjadi apabila energi kalori (panas) benda berubah menjadi energi sinar (radiasi) dan menyinari benda lain yang lebih dingin. Segera setelah energi radiasi menyentuh permukaan benda yang lebih dingin tersebut maka akan berubah menjadi energi kalori. Ini kita kenal pada waktu pagi hari cerah di daerah pegunungan dimana kita biasa mandi matahari pagi. Fungsi dari payung dan topi memang sebenarnya dimaksudkan untuk menimbulkan bayangan dingin dari radiasi panas matahari.

4) Isolasi Kalor.

Isolasi kalor penting untuk daerah tropis, agar jangan terlalu banyak kalor dari matahari masuk ke ruang-dalam. Terutama ruangan yang menggunakan alat Air-Conditioning (A.C.), ruang perawatan dan ruangan-ruangan khusus lainnya. Konstruksi (dinding, atap, jendela dan sebagainya) mempunyai daya isolasi, apabila mampu mengurangi penghantaran kalor dari sisi yang panas ke sisi yang dingin. Ada empat bahan pertimbangan yang harus kita perhatikan :

a. *Selisih suhu* timbul antara sisi panas dan sisi dingin pada suatu bangunan yang berhubungan dengan persyaratan suhu maksimum atau minimum untuk suatu ruang.
b. *Kadar kelembaban udara* dalam ruangan-ruangan yang bersangkutan. Karena kelembaban udara akan sangat berpengaruh dalam segi kenyamanan thermal ruang. Ruangan sejuk tidak nyaman didiami apabila pengap atau berbau busuk karena lembabya.
c. *Derajat kenyamanan ruang* tertentu yang minimum dan berbeda-beda pada setiap ruang. Ruang kerja, bengkel, ruang tamu, ruang untuk orang sakit tidak sama persyaratannya dan karenanya membutuhkan jawaban yang optimal dari konstruksi nya perihal isolasi kalor.
d. *Pertimbangan Ekonomi*, terutama dalam pemilihan bahan atau sistem apa yang akan kita pilih.

2.3.3 Kelembaban Udara

Kadar udara berbeda dengan unsur-unsur yang lain, dapat mengalami kenaikan dan penurun yang tinggi dan tergantung terutama pada perubahan temperatur udara. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi pula kemampuan udara menyerap air. Kelembaban absolut adalah kadar air dari udara, dinyatakan dalam gram per kilogram udara kering. Cara yang lebih banyak digunakan adalah dengan mengukur tekanan yang ada pada udara dalam Kilo-Pascal (Kpa). Ini umumnya disebut dengan tekanan uap air.

Kelembaban relatif menunjukkan perbandingan antara tekanan uap air yang ada terhadap tekanan uap air maksimum yang mungkin (derajat kejenuhan) dalam kondisi temperatur udara tertentu, dinyatakan dalam persen (%). Udara ini telah jenuh, artinya tidak dapat menyerap air lagi, jika dalam temperatur tertentu tekanan uap air maksimum telah tercapai. Misalnya udara dengan 38°C dapat menyerap air sepuluh kali lebih banyak dibandingkan dengan 0°C. Jadi, titik jenuh akan naik dengan meningkatnya temperatur. Temperatur lembab menunjukkan kombinasi antara temperatur kering yang diukur secara normal dan kadar kelembaban udara. *(Lippsmeier, 1994)*

Kelembaban pada daerah iklim tropika yang bercurah hujan tinggi perlu kita perhatikan, karena kelembaban ruangan membawa bahaya dan kerugian-kerugian : mempermudah tumbuhnya penyakit, terutama rematik bagi orang-orang lanjut usia dan anak-anak yang berpembawaan penyakit dada dan sebagainya. Dinding-dinding basah sangat mengurangi daya isolasi kalor, sedangkan penguapan kebasahan dinding membuat ruangan menjadi dingin, menambah kadar uap air di dalamnya. Dan ini mendorong uap air dalam ruangan untuk berkondensasi. Dari segi ketahanan unsur-unsur bangunan kelembaban itu sangat merugikan karena akan menyebabkan tumbuhnya jamur dan organisme-organisme pembusukan kayu, pengkaratan logam, pengembangan dan penyusutan panel serta bahan pelat yang tidak kedap-air, seperti karton, hardboard, lapisan-lapisan cat tembok, rontoknya plesteran dan sebagainya. Penumbuhan jamur, cendawan dan sebagainya menimbulkan bau busuk dan membuat udara ruang tidak sehat.

Kenyamanan kelembaban udara untuk tubuh berkisar antara 40-70%, sedangkan suhu 18°-25°C. Akan tetapi kelembaban udara di daerah tepi pantai misalnya seperti Jakarta, Ujungpandang, Manado dan sebagainya menunjukkan angka rata-rata setahun kurang lebih 80% maksimum 98% dan minimum 70%.Oleh karena itu dari segi kenyamanan kelembaban udara di kota-kota itu dibutuhkan

pengimbangan lain demi rasa comfort tubuh, antara lain dengan percepatan proses penguapan tubuh. Apabila kelembaban sudah jenuh maka tubuh tidak dapat menguapkan air keringat lagi.

Kelembaban dihitung dengan ukuran kelembaban udara relatip :

$$\text{Kelembaban udara relatip} = \frac{\text{jumlah uap air yang ada}}{\text{jumlah uap air bila jenuh}} . 100\%$$

Oleh karena itu perletakan rumah kita harus benar-benar kering dan mempercepat proses penguapan. Pengeringan dapat ditolong dengan proses pemanasan terutama dari matahari, tetapi apabila ruang yang terkena matahari hanya sebentar dapat ditolong dengan penghembusan udara yang mengalir. Di dalam rumah biasa, alat-alat yang peka kelembaban lebih baik disimpan di dalam almari dengan lampu listrik yang selalu menyala atau dengan bejana berisi bahan penghisap kelembaban, seperti batu gamping, teh dan sebagainya.

Salah satu aspek penting dalam pembangunan rumah di daerah tropis lembab yaitu ventilasi. Ventilasi berguna untuk mengalirkan udara masuk dengan mudah ke dalam seluruh ruangan secara terus menerus, agar kelembaban udara tidak terlalu merusak. Ventilasi diperoleh dengan memanfaatkan perbedaan bagian-bagian ruangan yang berbeda suhunya, dan karena itu maka akan berbeda tekanan udaranya. Dimana udara yang dingin (bertekanan tinggi) akan mengalir menuju udara yang lebih panas (bertekanan rendah). Pengaliran udara yang perlahan-lahan dan terus menerus sangat diperlukan agar udara dalam ruangan selalu berganti dengan udara yang bersih dan sehat. Agar kulit tubuh kita dapat bernapas dengan baik, menguap menurut kebutuhannya. Ada dua perkara yang dapat kita bedakan dalam masalah ini ialah *pertama* mendapatkan udara yang sehat bersih, *kedua* mendapatkan kenyamanan udara.

Kecepatan udara yang nyaman dalam ruangan terdapat dalam batas-batas kecepatan 0,1 m/sek dan 0,15 m/sek. Semakin rendah suhu udara semakin perlahan-lahan juga pengaturan arus angin. Suhu udara yang mengalir sangat menentukan kesan kenyamanan.

Udara yang mengalir bersuhu 30°C dengan kecepatan 0,6 m/sek tidak terasa buruk. Tetapi angin bersuhu 12°C sudah tidak terasan enak pada kecepatan 0,15 m/sek. *(Mangun Wijaya, 2000)*

2.3.4 Pencahayaan

Wilayah negara kita berada pada daerah di mana angin dan matahari merupakan sumber daya yang melimpah dan tiada kunjung habis. Dengan demikian, seyogyanyalah rancangan bangunan kita itu didasarkan atas pemanfaatan matahari dan angin yang seoptimal mungkin. Matahari memberi banyak hal kepada kita. Matahari memberi sinar terang, kehangatan kesehatan dan memberi energi. Angin juga memberi banyak keuntungan bagi kita, yaitu memberi kesejukan, kebersihan aroma dan memberikan kelegaan bernafas untuk paru-paru kita. Tetapi tidak menutup diri terhadap pemakaian alat mekanis seperti lampu dan AC, karena untuk kondisi-kondisi tertentu yang dipersyaratkan oleh fungsinya, kita mungkin harus memecahkan masalahnya dengan bantuan alat mekanis seperti itu. Diharapkan bahwa rancangan yang kita ciptakan harus dapat memecahkan masalah-masalah pencahayaan dan penghawaan secara tepat dan logis, artinya kita harus tahu kapan saatnya untuk memakai bantuan elemen mekanis dan kapan saatnya harus diterapkan pemecahan-pemecahan alami bagi masalah pencahayaan dan pengudaraan yang dimaksud.

Pemecahan masalah pencahayaan bagi bangunan-bangunan dewasa ini pada umumnya dilakukan dengan dua cara :

1. Cara alami dengan memanfaatkan sinar matahari.
2. Cara mekanis dengan pemanfaatan energi listrik.

Kedua cara tersebut harus diterapkan secara tepat guna, artinya cara manapun yang diterapkan, sebaiknya berdasarkan kebutuhan yang dituntut oleh berlangsungnya fungsi yang bersangkutan. Penerapan secara mekanis sebaiknya hanya dalam hal-hal darurat saja, seperti :

- Apabila sinar matahari tidak cukup memberikan kadar cahaya yang dibutuhkan oleh fungsi bersangkutan.

- Sinar matahari tidak boleh masuk karena persyaratan khusus yang dituntut fungsi.
- Sinar matahari tidak ada, misalnya malam hari ataupun adanya gangguan cuaca sehingga sinar matahari terhalang.
- Dalam hal diperlukannya "permainan cahaya" untuk memberikan kesan tertentu sesuai dengan fungsi khusus ruang bersangkutan. Misalnya ruang pameran, ruang peragaan koleksi museum dan sebagainya.

Sinar matahari yang masuk kedalam bangunan terdiri atas beberapa unsur :

- Sinar matahari langsung tanpa halangan apapun.
- Sinar matahari yang berasal dari pantulan awan.
- Sinar matahari refleksi luar, yaitu hasil pemantulan cahaya dari benda-benda yang berdiri di luar bangunan dan masuk ke dalam ruangan melalui lubang jendela atau lubang cahaya lain.
- Sinar matahari refleksi dalam, yaitu hasil pemantulan cahaya dari benda-benda yang dekat sekitar bangunan kita maupun benda-benda dan elemen ruang itu sendiri. Termasuk disini adalah cahaya yang terpantul dari tanah halaman, rumput, pepohonan, pengerasan-pengerasan halaman dan sebagainya, yang terpantul lagi kebagian-bagian bangunan kita, lalu terpantul lagi kepada bidang kerja dalam ruangan kita (bidang setinggi 75 cm dari lantai).(Di dalam perhitungan pencahayaan dalam ruang, yang dipakai sebagai titik tolak perhitungan adalah bidang kerja, yaitu bidang setinggi 75 cm dalam ruangan yang bersangkutan). *(Soetiadji S., 1986)*

Mata manusia adalah suatu alat pengideraan yang sensitif (walaupun toleran). Mata mampu melihat cahaya hanya dalam suatu bagian yang sangat sempit dari keseluruhan spektrum elektromagnetik, yang disebut sebagai *spektrum terlihat*. Tetapi dalam jalur sempit ini, mata manusia dapat menangkap variasi yang kecil-kecil baik dalam warna maupun intensitas relatif dari cahaya. Mata

manusia terdiri dari beberapa bagian, masing-masing memiliki fungsi khusus berkenaan dengan penerimaan dan penanggapan (persepsi) cahaya. Tiap mata berfungsi tersendiri tetapi bahwa keduanya berfungsi sekaligus, hal ini berkenaan dengan berapa banyak yang kita lihat tiap kali. Istilah yang digunakan untuk melukiskan berapa banyak yang kita lihat tiap kali ialah *medan visual*. Perhatikan juga bahwa *ketajaman visual* (*visual activity*, pembedaan perincian yang halus), cepat lenyap dari bagian paling tengah medan visual tersebut. Akhirnya pengelihatan ekstrim atau keliling yang di tanggapi oleh satu rnata paling-paling hanya memiliki kemampuan yang kecil untuk menanggapi setiap detail.

Aspek lain dari cahaya dan rancangan pencahayaan adalah mengenai persepsi, yaitu bagaimana kita menunjukkan dan memaknai apa yang di lihat. Guna memudahkan perangkat tugas ini, intensitas cahaya saja tidak cukup. Dalam hal ini mata harus mampu menanggapi dan membedakan antara bentuk, tekstur dan warna umpamanya. Makin banyak pemahaman dan pengetahuan kita tentang cahaya dan pengelihatan bertumbuh, makin jelaslah jadinya bahwa, dari segi pengelihatan, cahaya yang lebih terang tidaklah cukup. Terlalu banyak cahaya mungkin memperburuk keadaan yang dihasilkan oleh perancang. *(Pengantar Arsitektur)*

Mata dapat melihat sesuatu kalau mendapatkan rangsangan dari gelombang cahaya, yaitu energi radiasi (*radiant energy*) yang panjang gelombangnya bervariasi antara 380 sampai 750 milimikron (m μ). (1 m μ = sepersejuta mm; 1 μ = 1 mikron = seperseribu mm). Cahaya yang menerpa kita bisa langsung dari sumber sinar (*luminous body*) seperti matahari, bola lampu, nyala api atau lilin (*candle*), yang sering disebut sebagai sumber sinar "panas". Cahaya bisa juga datang ke mata karena pantulan dari suatu benda atau bidang, cahaya ini biasa disebut sumber sinar "dingin". Dari pantulan inilah kita mendapat kesan dari lingkungan kita. Kadar cahaya (*illumination intensity*) didefinisikan sebagai : "kepadatan (*density*) sinar yang

mengalir dari sebuah sumber cahaya (*sumber energi radian*)". Sumber cahaya yang dipakai sebagai standar internasional adalah lilin (*candle*) dan "candela" (Cd) dipakai sebagai satuan ukuran cahaya. Lumen (lm) dipakai juga sebagai satuan ukuran dari aliran sinar, yang nilainya sepadan dengan $1/4\pi$ Candela atau kurang lebih 0,1 Candela. Disamping itu dewasa ini satuan ukuran yang banyak dipakai untuk kadar cahaya ialah "Lux", ialah banyaknya cahaya yang jatuh menerpa sebuah bidang.

1 Lux (lx) = 1 Lumen (lm) per meter persegi

Dan karena 1 lm = 0,1 Cd, maka :

1 lx = 0,1 Cd per meter persegi

Kecerahan (*luminance*) merupakan ukuran dari sebuah permukaan yang memencarkan sinar atau yang memantulkan sinar dari sumber cahaya. Satuan ukuran dari kecerahan ialah : Apostilb (asb) atau Stilb (Sb) dengan pedoman sebagai berikut :

1 asb = 0,32 Cd per meter persegi

dan

1 Sb = 10.000 Cd/m^2 = 31.416 asb.

Berarti bahwa 1 Sb = 100.000 lx atau merupakan kadar cahaya dari sinar surya di tengah hari yang cerah, sedangkan kekuatan dari sumber-sumber cahaya panas yang lain ialah sebagai berikut :

- Sinar bulan	0,25	Sb
- Langit cerah	0,4	Sb
- Lilin menyala	0,7 - 0,8	Sb
- Lampu minyak	0,6 - 1,5	Sb
- Bola lampu	70 - 1000	Sb
- Lampu pendara	0,45 - 0,65	Sb

(*S Sastrowinoto, 1985*)

Standar Kebutuhan Sinar Matahari di Dalam Hunian

(IES Lighting Handbook)

	Jenis Ruang	Lux
1.	Ruang tamu di sejajarkan dengan General lobby maka tolak ukur yang digunakan adalah kategori luminasi C	200

Untuk mendapatkan sinar matahari yang dibutuhkan di dalam ruangan serta perlindungan terhadap pengaruh radiasi matahari pada bangunan dapat dilakukan dengan cara :

1. Penghitungan luas jendela yang disesuaikan dengan kebutuhan.

Untuk mencari berapa luas bukaan / jendela yang kita butuhkan untuk masuknya sinar matahari yang sesuai dengan kebutuhan, ada beberapa cara antara lain :

A. Rumus sederhana, bahwa bukaan ekonomis adalah 1/8 – 1/10 luas lantai. Perhitungan ini sifatnya tidak mutlak, harus melihat juga kegiatan yang di tampung dalam ruangan tersebut.

B. Dengan rumus :

$$Er = Ef \times \eta \times Ff / Fb$$

Dapat dihitung luas jendela (Ff) bila kuat penerangan dalam ruang tersebut sudah diketahui.

Keterangan :

Er = Penerangan rata-rata dalam ruang (lux)

Ef = Penerangan efektif (lux)

= En x faktor jendela(ff)

Ff = Ukuran jendela (m^2)

Fb = Luas lantai (m^2)

η = Derajat efisiensi (umumnya 40%)

(Sumber : Kartika, 2003)

2.4 STRATEGI PENCAPAIAN SUHU NYAMAN PADA DAERAH TROPIS

Untuk menciptakan suhu yang nyaman pada daerah tropis membutuhkan suatu rancangan yang tepat. Menurut Georg Lippsmeier dalam bukunya yang berjudul Bangunan Tropis, Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi iklim didalam ruang, antara lain :

- Orientasi bangunan.
- Ventilasi silang.
- Pelindung matahari.
- Pelembaban udara.
- Penyerapan dan pengisolasian panas.
- Vegetasi.

Orientasi bangunan yang tepat terhadap matahari, arah angin, bentuk denah dan pemlihan material yang sesuai dapat menurunkan temperatur beberapa derajat tanpa bantuan peralatan mekanis. Perbedaan temperatur yang kecil saja terhadap temperatur luar atau gerakan udara lambatpun sudah dapat menciptakan perasaan nyaman bagi manusia yang berada di dalam ruangan. Bukan temperatur rendah yang menunjang kenyamanan dari penghuni melainkan pendinginan yang jelas terhadap temperatur luar. Pendinginan merupakan tujuan pokok dari semua tindakan ini. Cara untuk mencapai pendinginan berbeda antara daerah lembab dan kering, untuk daerah lembab lebih diutamakan ventilasi silang sedangkan untuk daerah kering dengan cara peneduhan.

2.4.1 Tipe Ventilasi pada Unit Hunian

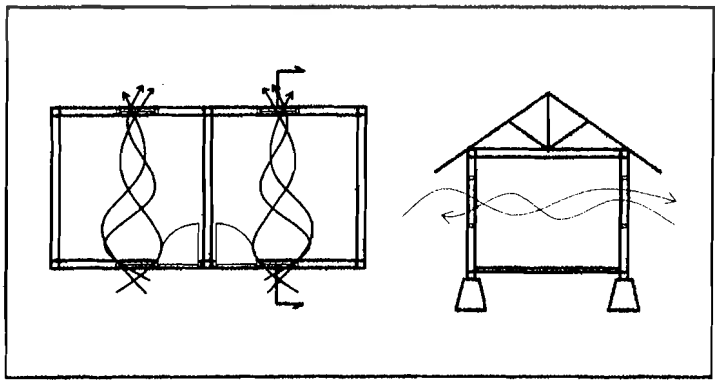
Pengudaraan atau ventilasi alami, merupakan pilihan yang utama bagi pemecahan masalah kenyamanan untuk tinggal bagi bangunan-bangunan di daerah tropis. Pengudaraan yang kontinyu di daerah tropis berfungsi terutama untuk memperbaiki iklim ruangan. Udara yang bergerak akan memberikan penyegaran terbaik, karena dengan penyegaran yang baik terjadi proses penguapan, yang berarti penurunan temperatur pada kulit. Gerakan udara di dalam rumah

dapat dihasilkan dengan memanfaatkan angin atau melalui kontras antara bidang fasade yang terkena cahaya dan yang tidak terkena cahaya. Setiap tindakan pada bangunan dapat mengubah aliran udara di dalam ruangan. Sebagai contoh, sebuah jendela ditempatkan dengan benar pada dasar agar aliran udara dapat mencapai daerah disekitar tubuh manusia.Tetapi bila ada sebuah pelindung matahari diatas jendela dekat pada fasade dan dalam keadaan tertutup, atau sebuah tonjolan tembok akan sangat mengganggu, karena akan terbentuk tekanan udara pada fasade tersebut, yang mendorong udara ke atas atau kesamping.

Yang lebih penting untuk pendinginan bukanlah banyaknya pertukaran udara setiap jam, tetapi masuknya udara. Kecepatan udara dalam ruangan dapat ditingkatkan jika lubang keluar lebih besar dari lubang masuknya udara. Efek ini dikenal dari Aerodinamika. Untuk mencapai pendinginan yang efektif, lubang masuk udara harus dirancang dan ditempatkan berdasarkan arah arus udara di dalam lubang masuk keluarnya udara di atas, sehingga diperoleh pengaliran alamiah yang dapat di kontrol.

2.4.1.1 Ventilasi Sejajar

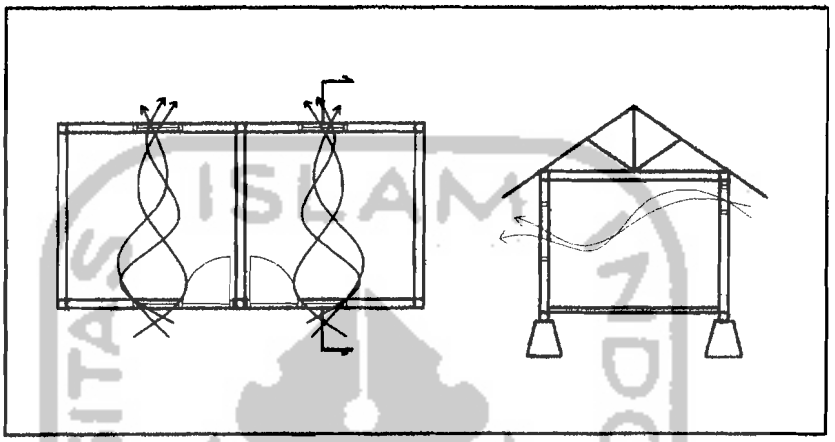
Ventilasi sejajar, inlet dan outlet udara sejajar, dimensinya sama tinggi, sehingga aliran udara dan cahaya yang terjadi adalah lurus. Untuk jenis perletakan ventilasi sejajar menyebabkan hanya sedikit bagian ruang yang dapat dilewati oleh udara yaitu daerah-daerah disekitar bukaan tersebut.



Gambar II.1. Ventilasi Sejajar.
(Sumber : Golda Yuli, 2003)

2.4.1.2 Ventilasi Silang

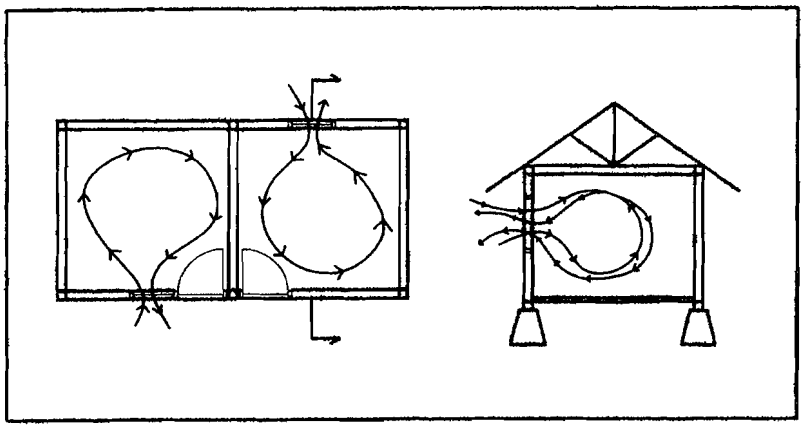
Ventilasi silang adalah perletakan ventilasi berdasarkan perbedaan ketinggian bukaan-bukaan yang ada. Aliran udara yang terjadi adalah menyilang sehingga ada perbedaan tekanan antara sisi input dan output udara. Bidang yang dapat disentuh oleh ventilasi silang ini akan merasakan aliran udara dalam ruang.



Gambar II.2. Ventilasi Silang.
(Sumber : Golda Yuli, 2003)

2.4.1.3 Ventilasi Satu Titik

Ventilasi satu titik adalah jenis perletakan ventilasi dimana input dan output berada dalam satu tempat. Jadi udara yang masuk dan keluar hanya dari satu titik saja. Untuk pola ventilasi ini ada pembelokan dari aliran udara sehingga udara dengan sendiri diarahkan mengelilingi ruang dan pada akhirnya dipaksa keluar melalui tempat dimana udara tadi masuk. Ventilasi jenis ini banyak menyebabkan udara dalam ruangan terkurung, karena pada kondisi tertentu perbedaan tekanan udara antara udara luar dan dalam ruang tidak terjadi, sehingga udara yang ada di dalam tidak dapat keluar dan udara yang di luar tidak dapat masuk ke dalam.



Gambar II.3. Ventilasi Satu Titik.
(Sumber : Golda Yuli, 2003)

2.4.1.4 Ventilasi Kombinasi

Pola kombinasi ini biasanya banyak terdapat pada bangunan-bangunan yang berskala besar dan fungsi yang komplek. Ventilasi yang ada bervariasi baik dari segi bentuk dan dimensinya agar berfungsi secara maksimal dalam memasukkan udara kedalam ruang. Perletakan ventilasi ini dimaksudkan untuk memanfaatkan aliran udara berdasarkan tekanannya pada kasus bangunan yang berkonsep bioklimatik. Kombinasi ini biasanya antara ventilasi sejajar dan ventilasi silang atau ventilasi satu titik dengan yang lainnya. Sehingga dalam satu bangunan dapat kita lihat dan temukan ada berbagai tipe perletakan ventilasi di tiap sisi bangunan, tergantung dari orientasi massa-massa bangunan yang ada didalamnya.

2.5 KAJIAN PUSTAKA

Penulis dalam melakukan penulisan mendapatkan judul yang hampir sama antara lain : "PENGENDALIAN IKLIM MIKRO TERHADAP KENYAMANAN THERMAL PADA RUMAH SEDERHANA DI DAERAH PANTAI (Studi Kasus Rumah Tipe 21/80, tipe 36/90, tipe 36/97 Di Perumahan Limas Indah Kota Pekalongan), Disusun Oleh : KARTIKA". Penekanan masalah pada buku ini adalah pengaruh dimensi bukaan pada dinding dan panjang teritis terhadap intensitas sinar matahari dan air hujan yang masuk dalam ruang, selain itu penekanan

masalah pada buku ini adalah pengaruh dimensi bukaan pada dinding dan penempatan vegetasi terhadap kecepatan aliran angin yang masuk dalam ruang. Sedangkan penulis dalam penulisan ini. Menekanan masalahnya hanya pada pengaruh dimensi bukaan pada dinding terhadap kecepatan aliran angin dan pencahayaan yang masuk ke dalam ruang tamu pada bangunan yang sudah di renovasi dan di huni terhadap kenyaman thermal?

Nensi Golda Yuli (2003) mengamati tentang *pengaruh kenyaman thermal ruang terhadap lama waktu belajar mahasiswa*. Dari penelitiannya didapatkan bahwa jendela nako lebih memberikan kenyamanan thermal daripada jendela dengan bukaan satu arah, dimensi jendela berbanding lurus dengan dimensi kamar. Posisi jendela juga mempengaruhi kenyaman thermal ruang, antara lain ketinggian dari perletakan jendela yang berbeda, dan penanaman pohon dan vegetasi disekitar rumah kos.