

## MENGOPTIMALKAN PENCAHAYAAN DAN SIRKULASI UDARA UNTUK MENAMBAH KENYAMANAN DAN KESEGERAN RUMAH TINGGAL

Agus Subrianto

### ABSTRACT

One effort to increase the comfort and freshness in the household is to optimize the lighting and air circulation for either natural or artificial. Lighting and air conditioning is a very important element of the work in the occupation of the building because many disciplines are involved there, namely architectural, electrical and mechanical. To construct a house to live is not necessarily all components of the planners involved because a smaller scope of work. For that a Civil Engineer should consider the basics of planning for lighting and air circulation inside the house to live more optimally. In this manuscript is introduced a simple concept of lighting design and air conditioning. Starting from giving space to light and air can enter with either naturally or artificially (artificial) if necessary, including the equations that can determine the capacity or electrical power and air conditioning in the room are planned. The concept of lighting and air circulation must be understood very well because when designing one component will have an impact that could have a negative on the other components.

**Keywords:** Lighting, Air Conditioning

### PENDAHULUAN

Rumah sebagai tempat tinggal bukan hanya tempat berteduh dari panas, angin dan hujan. Rumah juga bukan hanya menganut konsep aman, baik kokoh secara struktur, aman dari gempa, maupun aman konstruksinya dari gangguan luar. Tetapi desain rumah juga perlu mempertimbangkan estetika dan kenyamanan bagi penghuninya. Kenyamanan setiap ruangan bisa didapatkan dari penataan ruangan yang baik, tingkat pencahayaan yang cukup dan sesuai, dan sirkulasi udara yang berjalan dengan baik.

Pada perencanaan suatu gedung bertingkat, jenis pekerjaan HVAC (*Heating, Ventilating, and Air Conditioning*) merupakan instalasi yang mutlak mendapatkan perhatian serius, baik yang sifatnya alami maupun buatan (*artificial*). Karena selain menentukan tingkat kenyamanan suatu gedung, juga untuk mengetahui banyaknya konsumsi energi yang akan digunakan. Perencanaan HVAC pada gedung bertingkat melalui proses yang rumit dan perhitungan yang matang untuk mendapatkan tujuan yang optimal dengan investasi awal dan biaya kontinyu yang minimal.

*Merencanakan pencahayaan dan pengkondisian udara apabila diterapkan pada bangunan tempat tinggal sangat bermanfaat karena sebagian besar waktu seseorang dihabiskan di dalam rumah baik untuk istirahat, santai, melakukan pekerjaan maupun aktivitas yang lain*

Agar tujuan pencahayaan dan sirkulasi udara yang diharapkan tercapai, selain dengan memaksimalkan cahaya dan udara alami, perlu dibantu dengan penyaluran dan pengkondisian

udara secara buatan. Pada dasarnya perhitungan untuk mendapatkan kualitas cahaya dan udara buatan yang sebenarnya memerlukan perancangan matematis dari ahli cahaya dan Air Conditioning. Tetapi karena dalam membangun rumah belum tentu kita didampingi arsitek, Mechanical dan Electrical, maka perlu pengetahuan simpel tetapi cukup tepat untuk mendesain pencahayaan dan pengkondisian udara buatan.

### Matahari Sebagai Sumber Cahaya Alami

Matahari merupakan sumber cahaya yang sangat besar yang apabila diekspos secara benar akan menghasilkan suasana ruangan yang nyaman dengan cukupnya cahaya yang masuk untuk menunjang segala aktivitas. Akan tetapi memanfaatkan cahaya matahari untuk masuk keruangan harus dilakukan secara hati-hati karena beberapa fakta negatif yang bisa ditimbulkan apabila salah dalam mengelola sinarnya, yaitu :

1. Cahaya matahari yang terlalu banyak masuk keruangan akan menaikkan suhu ruangan secara signifikan sehingga menimbulkan rasa gerah dan panas.
2. Sinar yang langsung mengenai muka akan menyilaukan
3. Sinar matahari mengandung sinar ultraviolet, apabila terkena secara berlebihan apalagi pada siang hingga sore hari akan berbahaya bagi tubuh manusia. Berikut ini angka radiasi matahari untuk berbagai orientasi mata angin :

Tabel 1. Angka radiasi matahari untuk berbagai arah angin

Orientasi	Angka Radiasi (W/m <sup>2</sup> )	Orientasi	Angka Radiasi (W/m <sup>2</sup> )
Utara	130	Selatan	97
Timur Laut	113	Barat Daya	176
Timur	112	Barat	243
Tenggara	97	Barat Laut	211

Agar tingkat pencahayaan sesuai dengan intensitas yang dibutuhkan dan sesuai fungsinya maka perlu direncanakan letak ruangan agar mendapatkan pencahayaan yang sesuai.

Untuk pencahayaan alami, sebagai patokan untuk mendapatkan penyinaran yang cukup adalah dengan menghitung faktor langit (fl). Faktor langit adalah angka karakteristik yang digunakan sebagai ukuran keadaan penerangan alami siang hari di berbagai tempat dalam suatu ruangan.

Dengan mengasumsikan bahwa tingkat terang langit pada tempat terbuka (iluminasi langit) sebesar 10.000 lux, faktor langit memenuhi persamaan sebagai berikut :

Fl=

$$\frac{1}{2} \arctan \frac{L}{D} \frac{1}{\sqrt{1 + (H/D)^2}} \arctan \frac{L/D}{\sqrt{1 + (H/D)^2}}$$

Dimana L = lebar lubang cahaya

H = tinggi lubang cahaya

D = jarak titik ukur ke lubang

Titik ukur adalah titik didalam ruangan yang keadaan penerangannya dipilih sebagai indikator untuk keadaan penerangan seluruh ruangan.

Faktor langit untuk rumah tinggal harus memenuhi angka minimal yang dihitung berdasarkan letak Titik Ukur Utama (TUU) dan Titik Ukur Samping (TUS).

TUU adalah panjang 1/3d dari arah lubang cahaya dan berada pada pertengahan yang sejajar dengan lubang cahaya. Sedangkan TUS adalah panjang 1/3d dari arah lubang cahaya tetapi berjarak 0,5 meter dari dinding.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 829/Menkes/SK/VII/1999 bahwa luas lubang ventilasi permanen minimal 10% dari luas lantai.

**Pencahayaan Buatan**

**Istilah-Istilah Dalam Pencahayaan Buatan**

Dalam merancang pencahayaan buatan dikenal istilah-istilah, beberapa diantaranya:

- o Intensitas cahaya, yaitu kuat dari sumber cahaya, satuannya kandela.

- o Arus cahaya (luminous flux), yaitu banyaknya cahaya yang dipancarkan suatu sumber cahaya kesegala arah, satuannya lumen.
- o Iluminasi, yaitu besarnya arus cahaya yang datang pada satu unit bidang, satuannya lux (lumen/m<sup>2</sup>)
- o Luminair, sumber cahaya yaitu lampu
- o Efikasi, banyaknya arus cahaya yang dihasilkan setiap watt oleh suatu luminair

**Jenis-Jenis Lampu / Luminair**

Secara umum lampu dibedakan menjadi 4 yaitu :Lampu pijar (incandescent), standar dan halogen, Lampu Fluorescent (neon) terbagi atas TL (tubular fluorescent lamp) dan CFL(compact fluorescent lamp), High Intensity Discharge (HID), terbagi atas mercury, metal halide, sodium, serta LED (light emitted diode)

Angka efikasi untuk beberapa jenis luminer :

Tabel 2. Efikasi berbagai jenis luminer

Sumber cahaya	Efikasi (lumen/watt)
Lampu pijar	14-18
Lampu halogen	16-20
Lampu fluorescent	50-85
Lampu mercury	40-70
Lampu metal halide	60-80
Lampu sodium	90-100
LED	80-120

Informasi tentang efikasi lampu bisa di peroleh dari tulisan yang ada pada ballast lampu. Biasanya yang tertulis adalah daya dan(watt) dan arus cahaya(lumen).



Gambar 1. Lampu CFL, informasi efikasi bisa didapat dari ballast lampu.

**Metode Pencahayaan**

Dari segi pengarahannya cahaya, dikenal pencahayaan langsung (direct lighting), dan pencahayaan tak langsung (indirect lighting). Pencahayaan tak langsung menimbulkan suasana lebih lembut.

Berdasarkan cakupannya dalam penyinaran dikenal istilah pencahayaan umum (general lighting), pencahayaan kerja (task lighting) dan pencahayaan aksen (accent lighting).

Berikut ini beberapa standar tingkat kebutuhan pencahayaan (iluminasi) pada berbagai ruangan

Nama ruangan	Tingkat pencahayaan / iluminasi (lux)
Teras	60
Ruang tamu	120-250
Ruang makan	120-250
Ruang kerja	120-250
Kamar tidur	120-250
Kamar mandi	250
Dapur	250
Garasi	60

Tabel 3. Standar tingkat pencahayaan untuk berbagai jenis ruangan

**Persamaan Untuk Menghitung Tingkat Pencahayaan**

Untuk menghitung iluminasi pada suatu ruangan bias dengan dua cara, yaitu metode titik dan metode lumen.

Untuk metode titik :

$$E = I / d^2 \cos \beta$$

$$E = \text{iluminasi, lux (lm/m}^2\text{)}$$

I = arus cahaya dari sumber cahaya ke arah titik yang disinari, lumen

d = jarak dari titik lampu ke bidang yang disinari, m

β = sudut datang sinar, dihitung antara garis tegak lurus bidang dan sinar .

Dengan metode lumen :

$$N = \frac{E.A}{L.CU.LLF}$$

N = jumlah lumener

E = iluminasi, lux

A = luas bidang yang disinari, m<sup>2</sup>

L = angka efisiensi lumener, lumen

CU = coefficient of utilization = 50-65%, untuk memperhitungkan bentuk dan ukuran ruangan serta tinggi lampu dari bidang kerja

LLF=loss light factor = 0,7-0,8 , diperhitungkan sebagai akibat

menyusutnya efikasi lampu karena faktor usia dan timbunan debu

**Penyegaran Udara**

Selain memerlukan penerangan cahaya yang cukup, aktivitas dalam ruangan juga memerlukan kesegaran udara yang cukup. Hal ini menimbulkan pro dan kontra dalam hal perancangan pencahayaan alami dan penyegaran udara baik alami maupun buatan. Karena pada satu sisi diperlukan bukaan yang luas agar cahaya masuk begitu banyak, tetapi di sisi lain terlalu banyak sinar yang masuk akan menaikkan suhu ruangan terlebih penyegaran udara secara buatan yaitu menggunakan AC. Untuk itu diperlukan perencanaan yang tepat mengenai tata letak dan ukuran/kapasitas daripada jendela, ventilasi, dan AC.

Kebutuhan tingkat aliran udara berbeda-beda pada setiap bangunan. Untuk rumah tinggal diperlukan > 7,5 liter/detik /orang masukan udara luar. Oleh karena itu diperlukan luas ventilasi yang cukup agar kebutuhan udara terpenuhi untuk mengimbangi pertambahan panas dalam ruangan. Pertambahan panas ini disebabkan oleh :

- Panas tubuh manusia dan makhluk hidup lain. Semakin tinggi aktivitas semakin besar panas yang dikeluarkan.
- Panas dari peralatan rumah tangga, lampu, tv, kompor dll.
- Panas yang berasal dari selubung bangunan yang terkena langsung radiasi matahari.
- Panas yang berasal dari aliran udara luar yang bersuhu lebih tinggi dari dalam ruangan..
- Panas radiasi matahari yang masuk langsung melewati pintu, jendela dan ventilasi.

Dari sini dapat diperlihatkan bahwa dengan kita membuat bukaan jendela dan ventilasi untuk mendapatkan udara segar dapat menimbulkan efek yang tidak diinginkan juga, yaitu bertambahnya suhu dalam ruangan.

**Sumber-Sumber Penyegar Udara**

- Jendela dan ventilasi
- Kipas angin
- Exhaust dan inhaust fan
- Air Conditioner (AC). AC pada dasarnya tidak menukar udara, akan tetapi lebih pada menurunkan suhu ruangan karena proses evaporasi refrigeran. Oleh karena itu sekarang AC dipasang pembunuh bakteri dan perlu perawatan secara berkala karena udara yang kotor tidak tersirkulasi dengan baik. AC terbagi atas beberapa jenis :

AC unit

- Tipe paket tunggal (windows)

➤ Tipe paket terpisah (split) terbagi atas tipe dinding, tipe lantai dan tipe kaset (langi-langit)

AC sentral, AC yang dikendalikan secara terpusat dan didistribusikan melalui pipa (ducting) ke seluruh ruangan. Biasa dipasang pada unit pemakaian yang luas seperti pusat perbelanjaan, hotel dan perkantoran.

pemakaian energi 1 btu selama 1 jam. Sebagian dari kita mungkin lebih mengenal angka PK (Paard Kracht/Daya Kuda/Horse Power (HP)) pada AC. Sebenarnya PK itu adalah satuan daya pada kompresor AC bukan daya pendingin AC

**Persamaan Untuk Menghitung Kapasitas Penyebaran**

Sebenarnya untuk menentukan kapasitas penyebaran untuk melayani suatu ruangan memerlukan banyak sekali data dan proses perhitungan panjang oleh arsitek dan mekanikal. Kapasitas penyebaran (Qm) memenuhi persamaan keseimbangan termal :

- Qm = Qi + Qs + Qc + Qv
  - Qi = panas yang dihasilkan manusia dan peralatan listrik
  - Qs = panas matahari yang menembus kaca
  - Qc = panas melalui dinding + panas melalui kaca
  - Qv = panas karena ventilasi
- Semua satuan dalam watt

Dalam persamaan ini banyak data yang dibutuhkan seperti luas jendela, intensitas cahaya matahari, luas dinding, nilai transmittan setiap jenis dinding dan suhu. Setelah Qm didapatkan, data tadi di sesuaikan dengan kapasitas penyebaran yang sesuai yang tertera pada spesifikasi AC yang dipilih. Ingat, angka ini bukan daya listrik AC, tetapi daya / kapasitas penyebaran. Tentunya ini membutuhkan data yang akurat agar perencanaan sesuai dengan yang dibutuhkan.

Untuk menghitung kebutuhan AC secara cepat dan cukup tepat, ada persamaan yang cukup sederhana, yaitu :

$$\text{Kapasitas penyebaran (Q, dalam btu/h)} = \frac{V \times I \times E}{60}$$

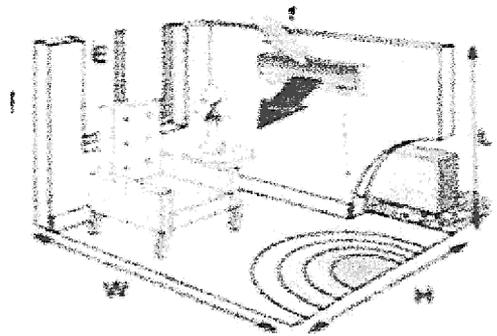
- V = Volume ruangan (feet<sup>3</sup>)
- I = nilai 10 jika ruangan berinsulasi (berada dilantai bawah atau berhimpit dengan ruangan lain) dan angka 18 jika tidak berinsulasi (di lantai atas)
- E =18 jika dinding terpanjang menghadap utara; nilai 17 jika menghadap timur; nilai 18 jika menghadap selatan; dan nilai 20 jika menghadap barat.

Btu (british thermal unit) adalah panas yang diperlukan 1 pon air untuk menaikkan suhu 1 derajat Fahrenheit ada suhu 39,2°F atau kira-kira panas yang dikeluarkan sebatang korek api yang menyala = 0,293 watt. 1 btuh =

Daya Pendingin AC berdasarkan PK :

AC ½ PK	= ±5.000 btu/h
AC ¾ PK	= ± 7.000 btu/h
AC 1 PK	= ± 9.000btu/h
AC 1½ PK	= ±12.000 btu/h
AC 2 PK	= ±18.000 btu/h

Pada setiap produk AC angka btuh tidak sama begitu juga antara btuh dengan Watt kadang-kadang tidak sama. Oleh karena itu setelah mendapatkan angka btuh kita mesti melihat pada spesifikasi berapa daya listrik dari AC yang dimaksud.



Gambar 2. Parameter perhitungan angka kapasitas pendinginan AC

**PEMBAHASAN**

**Merancang Pencahayaan Pencahayaan Alami**

Cahaya yang masuk ke dalam ruangan dapat diatur sedemikian rupa dengan memperhatikan arah hadap/ orientasi bangunan. Ini akan menentukan kualitas cahaya matahari yang masuk. Tinggi perletakan dan bentuk bukaan perlu diperhatikan agar cahaya matahari yang tajam dipagi hari atau sore hari tidak mengganggu. Selain jendela dan pintu, pilihan bukaan lain adalah dengan dengan membuat skylight yaitu bukaan berupa kaca atau bahan transparan yang memungkinkan cahaya matahari masuk ke ruangan serta memberikan efek yang lebih luas pada ruangan. Penempatan skylight ini bisa pada ruang tangga, dapur atau ruangan lain yang kurang mendapat penyinaran dari jendela dan ventilasi.

Dengan mengetahui arah dan interval waktu pancaran matahari maka kita bisa menentukan posisi terbaik penempatan ruang

dirumah. Berikut letak bukaan yang cocok untuk jenis ruangan yang berbeda-beda :

Tabel 4. Jenis pencahayaan dan letak bukaan yang disarankan

Jenis Ruangan	Jenis Pencahayaan Yang Sesuai	Letak Bukaan Yang Disarankan
Ruang tidur	Pencahayaan pagi (matahari pagi)	Tenggara sampai timur laut
Kamar mandi, gudang	Matahari sore (paling tinggi tingkat radiasinya) agar tak lembab dan jamur sulit tumbuh	Barat atau timur
Ruang keluarga, ruang makan, ruang tamu	Tingkat aktivitas tinggi, perlu cahaya hangat	Utara atau selatan
Dapur, ruang kerja	Butuh cahaya yang adem agar panas yang masuk tidak menaikkan suhu ruang	Utara dan selatan

Cahaya matahari yang dimasukkan ke ruangan tidak harus merupakan cahaya langsung. Cahaya yang terjadi akibat pantulan cahaya pada benda lain cukup menjadi penerangan alami di siang hari. Rumah yang menghadap utara atau selatan bisa mendapatkan cahaya matahari yang terbaik, karena jalur lintasan matahari dari timur ke barat tidak langsung menghantarkan panasnya yang dapat membuat suasana rumah kurang nyaman. Sinar utara memberi kesan lebih dingin dan putih, sedangkan sinar selatan tampak lebih kuning dan keemasan. Akan tetapi ini bisa diterapkan apabila dinding rumah tidak berinsulasi pada keempat sisinya. Apabila salah satu dinding menyatu dengan rumah lain maka konsep perancangan ruangan mesti di ubah.

Merancang pencahayaan juga perlu memilih warna dinding yang tepat. Warnacerah lebih banyak memantulkan cahaya dibanding warna gelap. Warna putih memantulkan 70-80% cahaya, warna muda 20-60%, dan warna gelap (hitam, coklat, abu-abu tua) memantulkan <20% cahaya. Cahaya yang diserap bisa menaikkan suhu ruang.

**Besar dan Jumlah Bukaan**

Menurut SNI 03-6197-2000, banyaknya lubang cahaya ideal dalam suatu ruangan dinyatakan oleh nilai WWR (Window

to Wall Ratio) yaitu nilai ideal bukaan adalah 20% dari luas dinding keseluruhan pada orientasi yang sama. Contoh apabila dinding mempunyai ukuran lebar 5 m dan tinggi 3,5 meter, maka nilai WWR nya yang ideal adalah  $20\% \times (5 \times 3,5m)^2 = 3,5 m^2$ . Bisa dipakai jendela ukuran 2m x 1,75m (termasuk jalusi) atau dipilih ukuran pintu yang ukurannya mendekati.

**Pencahayaan Buatan**

Apabila cahaya alami di siang hari dirasa kurang cukup, maka diperlukan tambahan cahaya buatan agar aktifitas tetap berlangsung baik, terlebih pada malam hari. Cahaya yang dibuat bukan hanya sekedar menyala dan terang, tetapi juga dipertimbangkan fungsi penerangan sehingga bisa ditentukan jenis lampu, perletakan lampu dan saklar, intensitas lampu hingga daya lampu yang dibutuhkan.

Teknik pencahayaan yang bagus selain memperhitungkan fungsi lampu, juga mempertimbangkan efek psikologis sehingga orang yang berada pada ruangan tersebut merasa nyaman beraktivitas dari segi pencahayaan.

Apabila kita berpikiran sporadis, kebutuhan lampu bisa dipikirkan kemudian setelah bangunan jadi. Akan tetapi kita tidak menginginkan banyaknya kabel yang berseliweran karena pemasangan lampu yang belakangan, atau harus membobok dinding untuk memasang pipa kabel. Ini bisa menambah pekerjaan dan biaya akibat penggantian material dinding dan cat yang dibongkar. Akan lebih baik apabila kita merencanakan dari awal. Untuk itu diperlukan pengetahuan bagaimana merencanakan perletakan dan kapasitas daya lampu yang membutuhkan perhatian tentang : jenis lampu, daya lampu, tinggi plafon, teknik pencahayaan, dan posisi objek yang akan disinari.

**Teknik Pencahayaan**

**1. Pencahayaan Langsung**

Pencahayaan ini dimaksudkan untuk memberikan efek yang optimal pada objek yang disinari yang menuntut tercapainya nilai fungsional berkaitan dengan produktivitas kerja dan keamanan seperti diruang kerja dan dapur. Penyinaran ini bisa juga dilakukan pada dinding baik itu polos atau menyinari objek yang tergantung di dinding.

**2. Pencahayaan Tak Langsung**

Merupakan teknik pencahayaan dengan menggunakan efek terang dari pantulan sehingga menimbulkan efek kenyamanan. Sebagai contoh penyinaran pada cove plafon dimana sumber cahaya tidak terlihat. Biasanya menggunakan continuous light yang disinarkan keatas, bisa dengan lampu fluorescent atau

LED. Efek pantulannya akan membuat ruangan nyaman dan lebih akrab seperti pada ruang tamu, keluarga, ruang makan dan ruang tidur. Tetapi pencahayaan tak langsung sifatnya hanya mensupport karena ada beberapa kegiatan yang memerlukan fungsi kerja, seperti aktivitas membaca, makan dan lain-lain.

**3. Pencahayaan Merata / Umum**

Pencahayaan jenis ini berguna untuk memperlihatkan interior secara keseluruhan menggunakan lampu yang sinarnya menyebar seperti lampu fluorescent.

**4. Pencahayaan Setempat / Task Light**

Penyinaran ini dimaksudkan untuk menerangi area yang sempit dengan sudut sinar lampu yang mengerucut antara 10 sampai 30 derajat. Bisa juga digunakan untuk mengekspos suatu objek misalnya lukisan, maupun ornamen-ornamen tertentu menggunakan lampu halogen.

Setelah dipilih jenis lampu dan teknik pencahayaan yang diinginkan, selanjutnya adalah memperkirakan daya lampu sesuai bidang kerja dan kemampuan efikasi dari lampu yang dipilih. Patokan pertama adalah standar iluminasi untuk setiap ruangan yang ditetapkan SNI. Sebagaimana kita mengikuti spesifikasi beton, baja dan lain-lain, standar iluminasi juga harus di penuhi karena apabila jumlah cahaya terlalu sedikit atau terlalu banyak maka mata akan berakomodasi tidak sempurna.

**Merencanakan Daya Lumener**

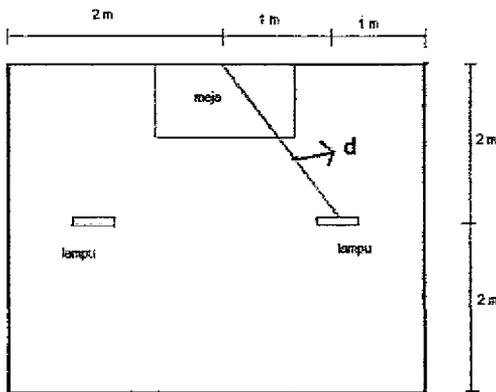
**1. Metode Titik**

Sebagai contoh, ruangan kerja dengan ukuran 4mx4m, tinggi plafon 3m. Untuk merencanakan penyinarannya sebagai berikut :

Penerangan sebaiknya dari kiri dan kanan meja. Cahaya dari depan akan terpantul dibidang kerja, tapi dari belakang membuat bayangan. Standar iluminasi ruang kerja 120 - 250. Misalnya meja berada pada bagian tengah dinding. Asumsi ketinggian meja sekitar 70 cm dari lantai, lampu berjarak 15 cm dari plafon.

$$E = I/d^2 \cos\beta,$$

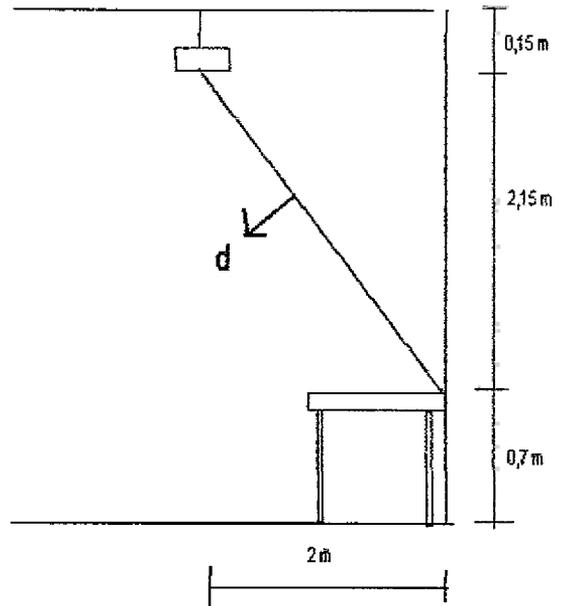
Gambar 3. Ilustrasi posisi dan jarak



antara lumener dengan objek

Dari ilustrasi gambar, maka jarak vertikal lampu ke meja (paling ujung) adalah  $(3-0,15-0,7)m = 2,15 m$  dan jarak horizontal lampu ke meja (paling ujung) adalah  $\sqrt{1^2 + 2^2} = 2,2 m$ . Sehingga jarak lurus lampu ke meja (d) adalah  $\sqrt{2,15^2 + 2,2^2} = 3,08 m$  dan sudut datang sinar =  $\text{arc tan } 2,15/2,2 \approx 44,34^\circ$ .

Karena ada dua lampu, maka  $E = (I_1/d_1^2 \cos \beta_1) + (I_2/d_2^2 \cos \beta_2)$   
 $I_1 = I_2, d_1 = d_2, \beta_1 = \beta_2$  maka  $E = 2(I/d^2 \cos \beta)$ ,  
 apabila di ambil iluminasi 250 lux, maka  $250 \text{ lux} = 2 (I \text{ lumen}/3,08^2 \text{ m}^2 \cos 44,34^\circ)$   
 $125 \text{ lux} = I \text{ lumen} / 9,49 \text{ m}^2 \cdot 0,7$   
 $I = 830 \text{ lumen}$ .  
 Apabila digunakan lampu fluorescent dengan



efikasi 50-85 lumen / watt, maka diperlukan lampu yang berdaya 9,76-16,6 watt (dipilih watt yang terdekat, misal 10 - 20 watt)

**2. Metode Lumen**

Dengan menggunakan ruangan yang sama diambil CU = 65% dan LLF = 0,8, efikasi lampu fluorescent 85 lumen/watt

$$N = \frac{E \cdot A}{LCU \cdot LLF}$$

$$N = \frac{250 \text{ lux} \cdot 16 \text{ m}^2}{85 \text{ lumen} \cdot 20 \text{ watt} \cdot 0,65 \cdot 0,8} = 4,5 \text{ buah}$$

lampu  
 Ini dengan menghasilkan lumen awal yang bisa lebih tinggi dari yang disyaratkan karena sudah dimasukkan kehilangan cahaya akibat berbagai faktor. Apabila angka CU dan LLF dihilangkan, maka  $N = 2,35$  lampu dengan daya 20 watt (hampir sama dengan perhitungan metode 1)

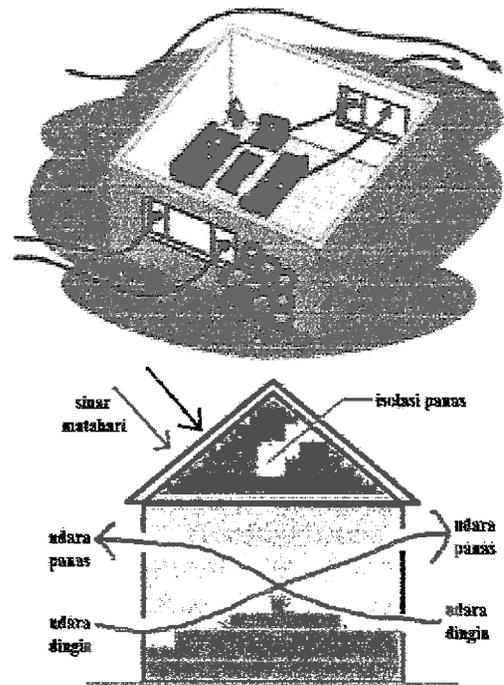
**Merancang Pengkondisian Udara Sirkulasi Udara Alami**

Penggunaan sirkulasi udara alami selain baik untuk kesesehatan, juga menghemat energi, terutama penggunaan listrik. Namun kita tidak mungkin membuat sirkulasi udara alami tanpa didukung beberap faktor yang menyangkut lingkungan di sekitar rumah kita. Jika rumah kita berlokasi di lingkungan yang padat, public space atau ruang-ruang terbuka sangat jarang dan polusi udara tinggi , maka akan sulit memanfaatkan sirkulasi uadar secara alami. Karena untuk terjadi natural ventilation itu sangat ditentukan juga dengan hembusan angin yang terjadi di luar rumah kita. Beberapa kawasan seperti pegunungan atau tepi laut , merupakan lingkungan yang baik. Selain itu kawasan dimana perumahan belum terlalu padat, banyak ruang-ruang terbuka dan lahan hijau serta pepohonan juga sangat dianjurkan untuk memanfaatkan sirkulasi udara alami. Kawasan tengah kota yang telah banyak bangunan tinggi atau pinggir jalan raya yang rawan polusi dan debu, agak sulit untuk memanfaatkan sirkulasi udara alami.

**Cross Ventilation**

Pemanfaatan sirkulasi udara alami memang tidak selamanya dapat dilakukan. Jika kita memaksakan untuk menggunakannya, bisa-bisa malah memasukkan zat-zat polutan dari asap kendaraan, debu bahkan bau-bau tak sedap yang tidak baik untuk kesehatan. Namun jika hal itu mungkin untuk dilakukan terdapat beberapa cara agar rumah menjadi lebih teduh, nyaman hemat energi dan sehat. Seperti yang telah kita ketahui, Indonesia merupakan negara beriklim tropis di mana sinar matahari berlimpah dan curah hujan tinggi, karena itu atap rumah tropis menggunakan atap miring dengan teritisan yang cukup lebar, sekitar 1m. Ini dimaksudkan untuk mengurangi panas dan hujan sehingga panas matahari tidak langsung masuk ke ruang-ruang dalam rumah. Selain itu dibuat bukaan jendela yang cukup lebar agar cahaya dan udara alami masuk kedalam rumah. Bukaan di buat pada dua sisi dinding agar udara dapat mengalir sehingga terjadi cross ventilation (Ventilasi silang). Bukaan dapat diletakkan di dua sisi dinding yang berhadap-hadapan, dapat juga pada sisi yang saling tegak lurus. Jika hanya memungkinkan membuat satu bukaan, udara dapat dialirkan ke luar ruangan melalui lorong, kemudian dialirkan melalui innercourt(taman dalam rumah) yang terbuka keatas. Intinya ,udara harus dialirkan keluar, agar tidak terjebak di dalam rumah. Idealnya, agar terjadi cross ventilation harus ada bukaan

bawah dan bukaan atas di kedua sisi dinding. Karena udara panas merupakan udara yang ringan atau udara bertekanan tinggi. Sedangkan bukaan memungkinkan memasukkan udara dingin ke dalam rumah, sedangkan bukaan atas berfungsi mengeluarkan udara panas. Didalam rumah akan terjadi hembusan udara,serta ruang-ruang dalam rumah terasa sejuk dan nyaman. Bukaan di bawah itu idealnya harus ada, mengingat fungsinya memasukkan udara dingin. Dapat digunakan kawat kasa atau kawat almunium untuk mencegah masuknya nyamuk dan tikus. Ukuran ventilasi bawah biasanya lebih kecil dari ventilasi atas, sekitar 15x15 cm. Jika ventilasi bawah tidak memungkinkan , minimal dapat mengunakan boventlight (bukaan diatas pintu dan jendela yang dapat dibuka.). Pada rumah-rumah kolonial belanda banyak dijumpai double window, dengan menggunakan jalusi (krepyak) kayu pada sisi luar dan jendela kaca pada sisi dalam. Ini juga salah satau cara memanfaatkan sirkulasi udara yang alami. Jika kita butuh cahaya tapi tidak ingin memasukkan udara, tinggal di buka krepyaknya. Jika pada malam hari ingin memasukkan udara agar sejuk tapi privasi tetap terjaga , tinggal buka jendela kacanya. Sebaiknya juga dipasang kasa untuk mencegah masuknya nyamuk.



Gambar 4. Sistem ventilasi silang

**Menentukan Bahan Bangunan**

Sebaiknya, kita harus mengenal betul daerah yang akan menjadi tempat tinggal. Apakah masih memiliki lingkungan dengan kondisi udara yang baik atau sebaliknya. Jika sudah mengenal daerah tersebut, baru kita tentukan bahan bangunan yang cocok untuk dipakai dirumah. Bahan bangunan secara tidak langsung memiliki pengaruh terhadap kondisi di sekitarnya seperti bahan atap, dinding lantai dan bahan tambahan lainnya. Bahan bangunan tersebut biasanya memiliki harga relatif lebih mahal. Misal, bahan dinding dari hebel, bata ringan ini ternyata juga dapat dipakai untuk membantu insulasi udara. Bahan lain seperti atap, juga memberi dampak yang berbeda. Atap rumah lebih baik dari genteng, karena bahan ini memiliki ukuran lebih kecil dan memiliki banyak celah. Ini membantu dalam mengatur sirkulasi udara yang ada di bawahnya. Melalui celah-celah genteng tersebut udara akan berputar. Bandingkan saja jika kita memakai atap yang terbuat dari seng atau asbes. Atap menjadi tertutup, dampaknya panas di ruang bawah atap akan semakin meningkat. Memakai genteng untuk atap tentu lebih baik dibandingkan dengan kedua bahan tersebut. Dalam memilih bahan dasar genteng pun harus kita perhatikan, karena saat ini sudah banyak genteng-genteng yang terbuat selain dari tanah. Untuk daerah di Indonesia lebih cocok memakai genteng yang terbuat dari tanah. Genteng tanah lebih tahan terhadap perubahan cuaca, sehingga dapat membantu menstabilkan suhu dibawahnya. Dalam memilih bahan lantai pun harus tepat. Apabila kita tinggal pada daerah yang cukup sejuk, pemakaian lantai parket akan lebih cocok dibanding marmer atau granit. Lantai parket memberikan kesan yang lebih hangat dibanding bahan lain. Begitu juga pemakaian marmer atau granit lebih cocok jika dipakai pada lingkungan yang kondisi udaranya lebih panas. Marmer sebagai bahan alam dipercaya memberikan udara yang lebih sejuk. Jika terlalu mahal, kita dapat menggantikan dengan lantai keramik atau teraso.

### Bahan Insulasi

Untuk mengurangi panas ruang bawah atap, kita dapat menambahkan bahan insulasi almunium. Bahan ini berbentuk lembaran yang ditengah-tengahnya memiliki rongga-rongga. Terbuat dari almunium foil yang dapat mengurangi panas sampai 8 -12 C. Panas matahari yang terkena atap akan tertahan dan dipantulkan kembali, sehingga panas yang masuk akan berkurang. Cara pasangannya pun mudah, cukup ditempatkan antar kaso dan genteng, bisa juga di bawah atap. Untuk

memperoleh bahan insulasi cukup mudah. Saat ini sudah banyak perusahaan yang menyediakan

### Sirkulasi Udara Buatan

Apabila pergerakan udara secara alami dirasa kurang, maka perlu di tambah dengan usaha menggerakkan udara yang panas dan pengap menggunakan kipas. Baik kipas angin portabel, yang digantung didinding atau di plafon. Perletakan kipas ini jangan sampai menghalangi cahaya dari lampu menuju objek. Oleh karena itu perletakkannya perlu teliti dan cermat.

Selain itu, yang paling sering dipakai pada rumah tangga adalah memasang exhaust fan yang biasa dipakai didapur agar asap yang berasal dari proses memasak bisa cepat dibuang sehingga tidak masuk ruangan lain.

### Pengkondisian Udara

Walaupun udara cukup segar, tetapi kadang-kadang masih terasa panas. Untuk menurunkan suhu dalam ruangan bisa dipasang Air Conditioner. Pemasangan AC ini tidak boleh dilakukan asal-asalan, karena kalau tidak direncanakan secara benar maka efisiensi energinya akan kecil. Akibatnya adalah membengkaknya tagihan listrik tanpa mendapatkan manfaat yang optimal.

Berikut ini pertimbangan dalam mendesain penghawaan udara buatan :

- Mengorientasikan bangunan ke arah utara-selatan untuk mengurangi radiasi matahari yang maksimal pada arah barat-timur
- Mengelompokkan denah ruangan yang menjadi sumber panas, bau dan kelembaban untuk melokalisir dampaknya. Ruangan – ruangan tadi memerlukan sirkulasi udara yang maksimal, bila perlu di pasang exhaust fan.
- Membuat skala prioritas ruangan yang memakai AC yang membutuhkan kenyamanan tinggi seperti ruang kerja dan kamar tidur.
- Memakai bahan bangunan yang dapat menahan panas
- Mencegah aliran udara tak terkendali. Jendela dan ventilasi sangat perlu untuk mendapatkan sirkulasi udara alami, tetapi harus bisa dibuka dan ditutup secara rapat. Karena kalau tidak bisa ditutup beban AC membesar, tetapi bila tidak bisa dibuka maka sirkulasi udara dalam ruangan itu tidak berjalan terlebih pada saat AC tidak

bisa digunakan, ruangan akan sangat panas.

- Menyejukkan udara pada zona hunian saja. Aktifitas hunian pada ruangan berkisar antara 0-2 m saja. Oleh karena itu pemasangan AC yang ideal adalah ketinggian 2 m lebih atau kurang sedikit. Karena udara yang dingin akan berada dibawah, sedangkan udara panas berada diatas. Pemasangan AC jangan terlalu dekat ke plafon karena kalau terlalu dekat, jumlah udara panas yang diambil tidak akan maksimal. Dan juga jangan terlalu dekat ke jendela karena udara dingin yang dihasilkan akan banyak keluar lewat jendela
- Menggunakan lampu yang tidak mengeluarkan panas berlebihan. Lampu pijar dan halogen banyak mengeluarkan panas padahal diperlukan untuk mendapatkan cahaya yang nyaman. Untuk itu bisa digunakan lampu LED yang tidak banyak mengeluarkan panas tetapi bisa menghasilkan warna-warni. Atau bisa menggunakan lampu neon untuk mendapatkan kesan formal.

**Perhitungan Kebutuhan Penyejukan**

Contoh ruangan kerja diatas (ukuran 4mx4mx3m), tidak berinsulasi dan menghadap ketimur, maka kebutuhan penyejukannya (btu/h) adalah

$$= \frac{VxIx E}{60}$$

$$= \frac{4mx4mx3mx18x17}{60}$$

$$= 8797 \text{ btu/h (setelah meter dikonversi ke feet)}$$

Dengan kebutuhan penyejukan seperti ini, daya pada kompresor mendekati 9000 btu/h, maka disarankan menggunakan AC 3/4 hingga 1 PK. Untuk daya listrik disa dilihat pada spesifikasi AC nya, karena dengan daya kompresor yang sama, daya listrik bisa berbeda-beda tergantung merek dan tipe AC-nya.

**KESIMPULAN**

Merencanakan pencahayaan dan sirkulasi udara baik secara alami maupun buatan mutlak diperlukan pada suatu bangunan khususnya rumah tinggal. Pengetahuan tentang perancangannya memerlukan pengetahuan yang cukup dari segi arsitektur, mekanikal, dan elektrikal untuk bersama-sama dipertimbangkan dengan desain struktur yang ada.

Hal ini sangat diperlukan karena perencanaan suatu bangunan bukan hanya

mengorbankan estetika untuk mendapatkan keamanan dari segi struktural, tetapi juga merencanakan struktur bangunan juga perlu mempertimbangkan estetika dan kenyamanan, terlebih rumah tinggal dimana sebagian besar waktu manusia hidup dihabiskan disitu.

Untuk mendapatkan pencahayaan dan sirkulasi udara alami yang baik, harus ditunjang lingkungan yang baik dan desain rumah yang baik pula. Idealnya 40% lahan bangunan dijadikan sebagai lahan tempat tumbuhnya tanaman. Dan keempat sisi bangunan terpisah dari dinding bangunan yang lain agar mendapatkan penerangan yang cukup dari keempat sisi dan bisa dibuatkan jalur sirkulasi udara. Akan tetapi karena sebagian besar pemukiman merupakan perumahan yang dinding kiri kanan menyatu dengan dinding tetangga terlebih luas lahan yang sempit, maka di usahakan minimal 10-15% lahan tetap terbuka yang berada di depan dan belakang rumah. Lahan tersebut bisa di tanam rumput dan pohon kecil yang tidak terlalu tinggi agar tidak menghalangi cahaya masuk kerumah. Pencahayaan dan sirkulasi alami yang maksimal bisa mendukung usaha konservasi energi karena pemakaian energi akibat usaha buatan bisa ditekan penggunaannya.

Konsep perancangan denah yang memperhatikan sempadan bangunan tentunya memerlukan dukungan pihak yang terkait terutama yang memberikan perizinan. Paling tidak hanya satu sisi bangunan yang boleh menyatu dengan dinding rumah yang lain. Selain cahaya dan udara bisa masuk masimal, bisa juga mengurangi resiko korban kebakaran akibat menyatunya ketiga sisi bangunan. Karena tanpa adanya izin yang ketat, maka kita akan terus menemui munculnya perumahan tandus dengan lahan berlapis beton

**DAFTAR PUSTAKA**

Amir, Arwin, Ir. 2009. *Lighting Style*. Jakarta : PT. Gramedia

Poerbo, Hartono, Ir., M. Arch. 2007. *Utilitas: Bangunan*. Jakarta Penerbit Djambatan

Satwiko, Prasasto, 2004. *Fisika Bangunan 2*. Yogyakarta : Penerbit Andi

Satwiko, Prasasto, 2005. *Fisika Bangunan 1 edisi 2*. Yogyakarta : Penerbit Andi

Wiranto A. & Heizo S., 1995. *Penyegaran Udara*. Jakarta : PT Pradnya Paramita

**RIWAYAT PENULIS**

Agus Subrianto S.T., adalah Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya - Palembang