

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 KONSEP TEORI

Perbedaan yang dijumpai dalam tahap perencanaan dan pada tahap operasional sistem HVAC (*Heating, Ventilating and Air-Conditioning*) dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Tahap Perencanaan dan Operasional Sistem HVAC

Tahap Perencanaan HVAC	Tahap Operasional HVAC
1. Perhitungan beban perhitungan dengan basis perjam selama setahun	1. Mengukur konsumsi energi untuk setiap peralatan
2. Simulasi performansi sistem dan perkiraan energi	2. Mengukur <i>flow rates</i> , temperatur, tekanan
3. Perhitungan ukuran <i>ducting</i> dan pipa	3. Mencatat tipe sistem, kontrol dan operasinya
4. Pemilihan peralatan	4. Mencatat kondisi fisik bangunan
	5. Menganalisa sistem operasi lain yang berhubungan (seperti pencahayaan)

Sumber : Edward G. Pita, "*Air Conditioning Principles and Systems : An Energy Approach*", hlm. 356-357

Perhitungan beban pendinginan dan penentuan perlengkapan sistem tata udara serta sistem kontrolnya harus memperhatikan faktor-faktor seperti penggunaan atau fungsi ruang, jenis konstruksi bangunan, pola beban pengkondisian, kondisi dalam ruang yang direncanakan, batas-batas kontrol yang diijinkan, serta penggunaan kontrol dan peralatan yang sesuai untuk meminimalkan pemakaian energi. (SK.SNI No. T-14-1993-3, "Tatacara Perancangan Konservasi Energi pada Bangunan Gedung", 1993)

Beban pendinginan harus ditentukan karena beban pendinginan ini adalah dasar pemilihan ukuran/kapasitas peralatan pendinginan, pemipaan, dan *ducting*

yang sesuai. Beban pendinginan ini juga digunakan untuk menganalisa penggunaan dan konservasi energi. (Edward G. Pita. *Air Conditioning Principles and Systems : An Energy Approach*, hlm 93)

Komponen-komponen yang berkontribusi perolehan panas ruangan (*room heat gain*) terdiri atas :

- Konduksi melalui dinding-dinding eksterior, atap, dan kaca
- Konduksi melalui partisi-partisi interior, langit-langit, dan lantai
- Radiasi matahari melalui kaca
- Pencahayaan
- Manusia
- Peralatan
- Panas dari infiltrasi udara luar melalui bukaan

(Edward G. Pita, "*Air-Conditioning Principles and Systems : An Energy Approach*", hlm. 94-95)

Dari hasil-hasil studi dan kegiatan audit energi yang telah dilakukan oleh berbagai instansi, seperti Ditjen Listrik & Pengembangan Energi (1982-1983) Direktorat Tata Bangunan, Dirjen Cipta Karya (1984), Puslitbang Fisika Terapan-LIPI (1985) dan ITB (1985), diperoleh rentang distribusi proses pemakaian energi spesifik, sesuai dengan jenis penggunaan bangunan, sebagai berikut :

Sistem Tata Udara	: 55 - 65 %
Sistem Tata Cahaya	: 12 - 17 %
Lift & Escalator	: 10 - 15 %
Peralatan Lainnya	: 9 - 13 %

(Suprpto. Standart Perancangan Konservasi Energi. Majalah Konstruksi, Maret 1996)

Dengan mahalnnya biaya dari pengoperasian sistem *HVAC* (*Heating, Ventilating and Air-Conditioning*), maka faktor-faktor yang perlu diperhatikan di dalam efisiensi energi adalah :

- Pengoperasian jam-jam operasi mesin-mesin AC diatur sedemikian rupa sehingga diperoleh efisiensi yang tinggi
- Pemakaian jenis kaca yang sesuai serta tidak mengganggu lingkungan yang lain
- Mengatur jumlah udara luar (ventilasi)
- Jam waktu operasi
- Jenis sistem *HVAC* (*Heating, Ventilating and Air-Conditioning*) yang akan dipasang
- Pemakaian bahan-bahan isolasi baik untuk tembok maupun atap
- Pemakaian jenis lampu dan pengaturan operasinya

(Majalah Konstruksi, "Konservasi Energi melalui Sistem *HVAC*", Maret 1993, hlm. 70)

Menurut Soegijanto, penggunaan sistem tata udara/AC, makin besar beban pengkondisian (*cooling load*), makin besar pula energi yang dipergunakan. Salah satu cara untuk menghemat energi adalah mengusahakan beban pengkondisian sekecil mungkin. Hal ini dapat dilakukan dengan cara yang disebut pengendalian 'struktur bangunan'. Misalnya, dengan pemilihan bahan atap dan dinding yang mempunyai tahanan panas yang besar, mengatur orientasi bangunan, penggunaan alat peneduh (*sunscreen*), dan penggunaan kaca khusus. Besarnya beban pengkondisian ini tergantung pula dari temperatur dan kelembaban yang dikehendaki. (Majalah Konstruksi, "Bagaimana Sebaiknya Penggunaan AC dalam Rangka Hemat Energi", Juni 1983, hlm. 53)

## 2.2 KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.1.

## 2.3 HIPOTESIS

Hasil dari analisis beban pendinginan pada beberapa bangunan perkantoran sebagai studi kasus, akan menghasilkan profil pola naik turunnya beban pendinginan bangunan perkantoran di Surabaya pada tiap jamnya dan dapat ditentukan kapan terjadi *peak-load* (beban puncak) untuk menentukan kapasitas mesin AC yang optimal. Profil ini akan berbeda dengan jenis/fungsi bangunan lainnya, seperti hotel, *shopping mall*, apartemen, dan sebagainya, mengingat pola aktivitas, *zoning* dan kebijakan-kebijakan lain yang berbeda pula untuk tiap-tiap jenis/fungsi bangunan.

Perbedaan bentuk bangunan, antara lain, tercermin dalam perbandingan luas permukaan dan volume bangunan juga perbandingan luas permukaan dinding dan kaca. Kedua perbandingan ini diduga mempunyai pengaruh terhadap besarnya beban pendinginan yang terjadi pada bangunan perkantoran yang diteliti. Makin besar rasio perbandingan luas permukaan dan volume bangunan (yang dikondisikan), makin besar pula beban pendinginan yang terjadi. Demikian pula dengan rasio perbandingan luas permukaan dinding dan kaca (yang dikondisikan). Makin besar rasio perbandingan luas permukaan dinding dan kaca (yang dikondisikan), makin besar pula beban pendinginan yang terjadi pada bangunan perkantoran yang bersangkutan.

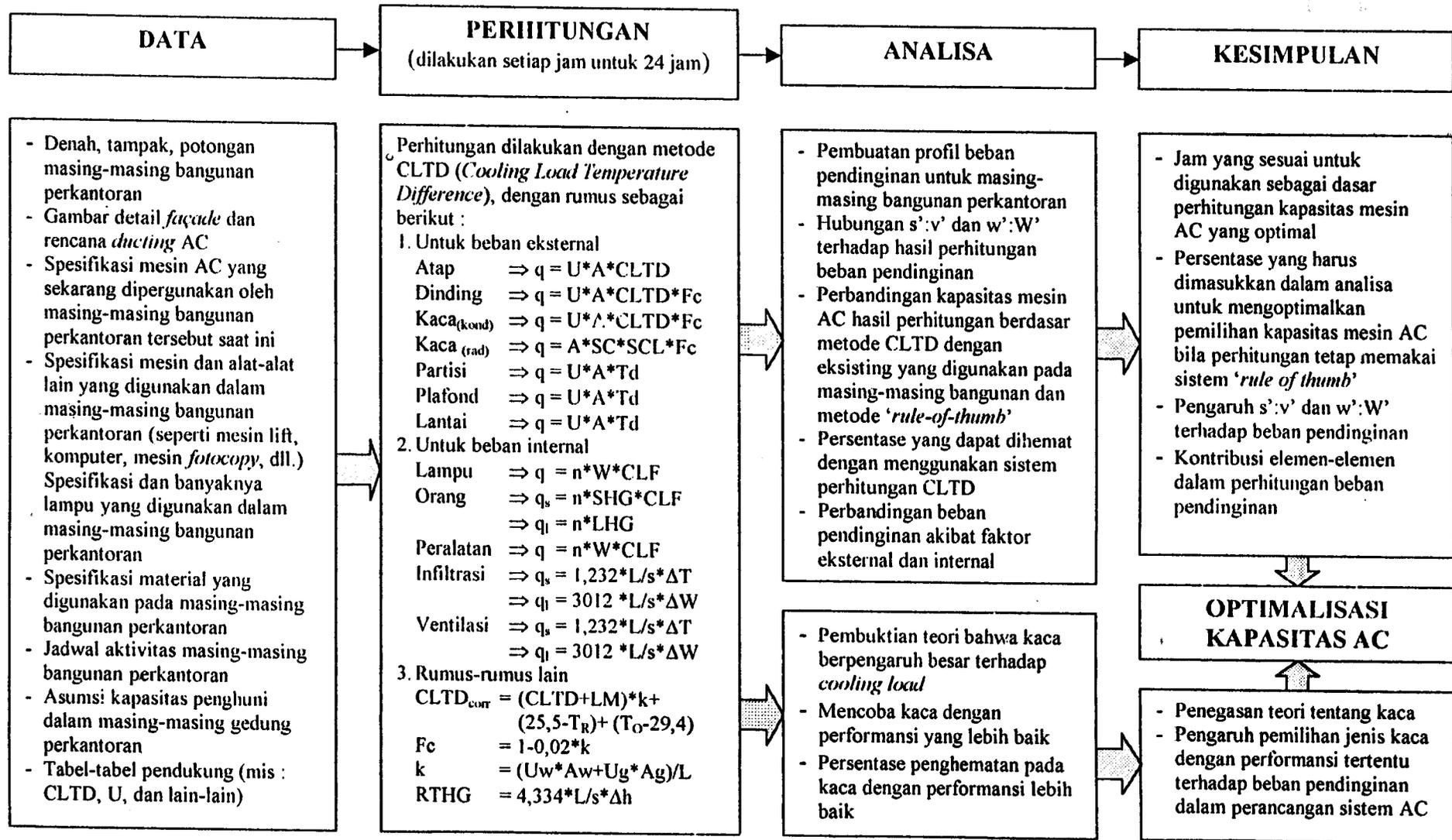
Diduga terjadi ketidaksesuaian antara kapasitas mesin AC eksisting pada bangunan perkantoran saat ini dengan hasil perhitungan pada penelitian, yang

penyebabnya tidak akan dibahas lebih lanjut. Metode '*rule of thumb*' untuk menghitung beban pendinginan yang digunakan dalam perancangan sistem *air-conditioning* untuk menentukan kapasitas mesin AC-nya, hampir bisa dipastikan bahwa terjadi *over-capacity* mesin AC, yang menyebabkan penggunaan mesin AC tidak optimal (biaya operasional tidak efisien) juga tingginya *first-cost* yang harus dikeluarkan untuk pembelian mesin AC tersebut.

Faktor penyesuaian perlu dipertimbangkan dalam perhitungan beban pendinginan dengan sistem '*rule of thumb*' pada perancangan sistem *air-conditioning* untuk menjaga agar walaupun menggunakan cara perhitungan yang kurang tepat, hasil pehitungannya akan menghasilkan keputusan penentuan kapasitas/jenis mesin AC yang seoptimal mungkin. Untuk dapat mengefisienkan kembali mesin AC yang sudah terpasang, harus diadakan penyesuaian ulang pada *thermostat*-nya, namun penyesuaian terhadap *thermostat* ini tidak akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini.

Untuk kaca, bisa diperkirakan bahwa teori yang telah diungkapkan sebelumnya (Majalah Konstruksi, Maret 1993, hlm. 68) benar bahwa kaca adalah elemen penambah terbesar dalam beban pendinginan (45 persen). Peningkatan ketebalan kaca atau penggunaan material kaca dengan performansi nilai tahanan panas yang baik diduga akan memberikan pengurangan terhadap beban pendinginan bangunan perkantoran, sehingga secara tidak langsung akan memperingan kerja mesin AC juga mengefisiensikan energi listrik yang dipakai oleh sistem *air-conditioning*.

## KERANGKA PEMIKIRAN



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran Pelaksanaan Penelitian