

## **PENGARUH BENTUK DASAR DAN ORIENTASI BANGUNAN TERHADAP BEBAN ENERGI PADA BANGUNAN BERTINGKAT DI JAKARTA**

Gervanius Herry Purwoko  
(E-mail: gpurwoko@ciputra.ac.id)

Arsitektur Interior  
Fakultas Industri Kreatif  
Universitas Ciputra  
UC Town Citraland, Surabaya, Indonesia

### **ABSTRAK**

Dalam proses perancangan bangunan berlantai saat ini banyak ditemukan biaya energi yang sangat mahal, maka para arsitek semakin dituntut untuk dapat menghasilkan desain bangunan yang efisien dalam pemakaian energi, terutama nanti pada saat bangunan dioperasikan. Oleh karena itu dibutuhkan upaya pengendalian dan penghematan energi pada bangunan sejak tahap perancangan. Kebutuhan energi bangunan sebagian besar digunakan untuk pengkondisian udara dan pencahayaan, keduanya dipengaruhi oleh cahaya matahari yang masuk dalam bangunan baik melalui selubung bangunan dengan cara konduksi, konveksi, maupun radiasi. Oleh karena itu bentuk dan posisi selubung bangunan sangat tergantung dengan bentuk dasar dan orientasi bangunannya. Permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah sebesar apakah masing-masing bentuk dasar bangunan tersebut dapat menyebabkan bertambah atau berkurangnya pemakaian energi pada bangunan. Selain itu ingin diketahui juga orientasi yang akan memberikan pengaruh signifikan. Penelitian ini menggunakan eksperimen model untuk mengamati karakteristik masing-masing bentuk dasar bangunan terhadap perolehan panas pada bangunan, kemudian memperhitungkan pemakaian energi total. Pengamatan dilakukan dengan cara mengubah-ubah bentuk dasar bangunan dan orientasinya terhadap kondisi dasar yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga pada masing-masing perubahan didapat hasil selisih pemakaian energinya. Hasil penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi para arsitek dalam menentukan bentuk dasar bangunan dan orientasi yang tepat sejak tahap perancangan.

Kata Kunci: bentuk dasar bangunan ; cahaya matahari; energi bangunan; orientasi

### **ABSTRACT**

*Due to expensive energy costs nowadays, the architects are demanded to produce relatively efficient building designs, especially those with many stories. As a consequence, both accurate estimation and energy saving measures are extremely needed even at the early stage of the planning process. In fact, the consumption for the building energy has been mostly absorbed by air conditioning and lighting needs. In practice, both of them have been affected by direct contact of the sunlight penetrating through the building casing, either by conduction, convection or radiation processes. While both shapes and positions of the building casing are very much dependent on the basic shapes and the building orientation, a critical question is needed to investigate any further: to what extent each basic shape of the buildings is likely to increase or decrease the energy and which orientation gives significant effects. Designed in an experimental research, this study aims to investigate the characteristics of the building shapes in obtaining the heat and to examine the total energy consumption. A series of testing measures is conducted by changing the building basic shapes and their orientation according to the basic conditions previously set. In so doing, obtaining calculated energy consumption difference could be achieved. It is expected that the results of this study is worth considering reference for architects and hence they are able to determine appropriate building basic shapes as well as their appropriate orientation during the planning phase.*

*Keywords: building basic shapes; building energy; orientation; sunlight*

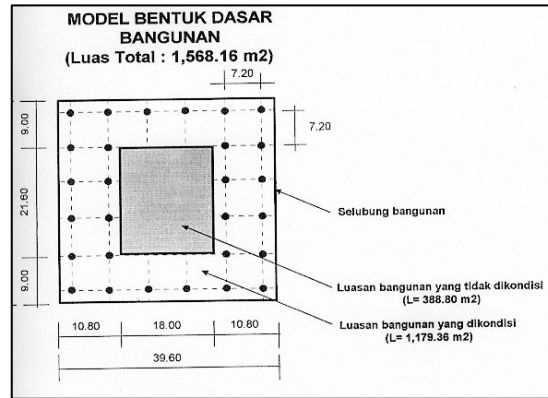
## **PENDAHULUAN**

Pada dasarnya tujuan utama yang dapat diukur secara kuantitatif dalam pembangunan sebuah gedung adalah tercapainya efisiensi pemakaian sumberdaya pada bangunan tersebut terutama saat bangunan dioperasikan, indikatornya adalah beban pemakaian energinya. Dikenal tiga macam bentuk dasar bangunan yang sering digunakan oleh para arsitek yaitu ; bujur-sangkar, segi-empat, lingkaran, dan yang lainnya adalah variasi dari ketiga bentuk tersebut diatas. Dalam merancang bangunan saat ini para arsitek masih kesulitan mengetahui dengan akurat kinerja masing-masing bentuk dasar bangunan tersebut jika diaplikasikan pada rancangan bangunannya, sehingga dasar pertimbangan dalam memilih bentuk bangunannya lebih pada pertimbangan kualitatif yaitu estetika dan fungsional. Profil kinerja bangunan baru dapat dihitung dan diketahui setelah produk rancangan selesai atau mencapai tahap akhir dengan melalui banyak perhitungan yang sangat rumit. Permasalahannya adalah seberapa besar pengaruh bentuk dasar dan orientasi bangunan dapat mengendalikan penghematan energi pada bangunan, dan seberapa besar penghematan energi dapat diperoleh dengan mengubah variable gabungan.

Pada sisi lain kota Jakarta sangat potensial terhadap pengembangan bangunan-bangunan bertingkat banyak sehingga sangat diperlukan panduan dasar tentang bentuk-bentuk bangunan dan orientasinya dalam menciptakan bangunan yang hemat energi. Hasil penelitian ini dapat memberikan panduan dan pemahaman tentang pemakaian bentuk dasar bangunan dan orientasinya dalam meletakkan bangunan pada lahan terpilih.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan eksperimen model dari bentuk-bentuk dasar bangunan kedalam pengujian computer. Metode pengujiannya adalah; Pertama, menentukan bangunan model sebagai Kondisi Dasar berupa model bangunan dengan bentuk dasar bujur sangkar. Agar dapat di validasi, maka model mengacu pada umumnya bangunan perkantoran besar 10 lantai di Jakarta, luas total sebesar 1.555 M2 (Deringer, J. Busch, Soegijanto, *Building Energi Standard for Indonesia – Policy Analysis Process*, Jakarta, 1989).



Gambar 1: Denah model bentuk dasar bangunan

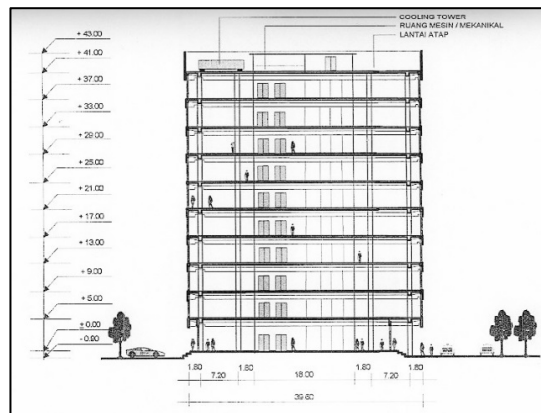
Kedua, melakukan eksperimen bangunan model tersebut melalui simulasi pengujian dengan program computer DOE-2.1E untuk mengetahui besar pemakaian energi listrik pada masing-masing kondisi uji sebagai besaran kondisi dasar. Ketiga, melakukan perubahan bentuk dasar bangunan menjadi persegi panjang dan lingkaran, kemudian mengulang tahapan pengujian untuk melihat seberapa besar perubahan pemakaian energi listrik dibanding kondisi dasar. Keempat, mengubah orientasi ketiga bangunan tersebut diatas dari arah utara (sebagai kondisi dasar) ke arah ; Barat-laut (-45 derajat), Timur-laut (+45 derajat), dan arah Timur (+90 derajat).

### Pemodelan Kondisi Dasar

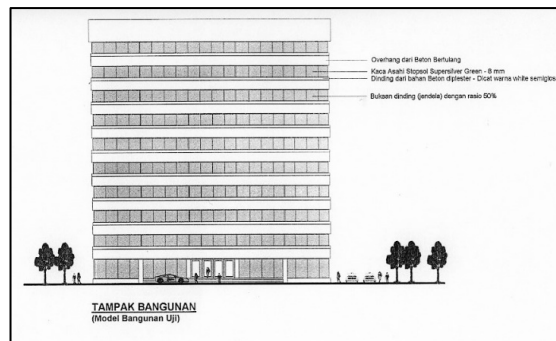
Pemodelan Kondisi Dasar pada simulasi ini dimaksudkan sebagai acuan dalam mengukur perubahan beban energi yang terjadi. Kondisi dasar ini mengacu pada kondisi umum bangunan perkantoran di Jakarta, yaitu bangunan perkantoran 10 lantai dengan bentuk dasar Bujur Sangkar masing-masing sisinya berukuran 39.60 meter dengan luas total tiap lantai bangunan : 1,568.16 meter persegi, struktur utama bangunan Rigid Frame, selubung bangunan menggunakan kaca jenis Stopsol tebal 8 milimeter dengan SC 0.65 dan Tvis 37%, tinggi jendela 2.00 meter dipasang setinggi + 0.80 meter dari permukaan tiap-tiap lantai, gambar desain adalah sebagai berikut :



Gambar 2: Denah model bangunan uji lt.dasar – lt.atap



Gambar 3: Tampak model bangunan uji



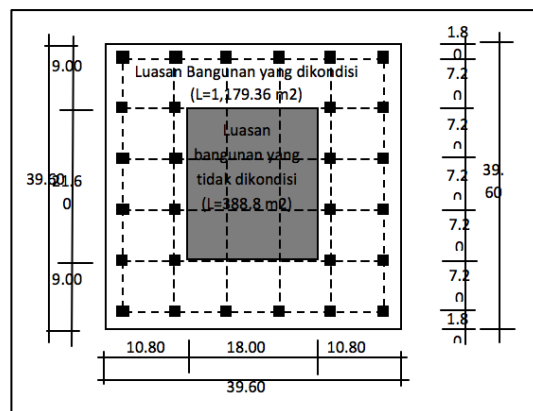
Gambar 4: Potongan model bangunan uji

Model bangunan kondisi dasar menggunakan parameter yang umum digunakan oleh perkantoran di Jakarta, yaitu sebagai berikut :

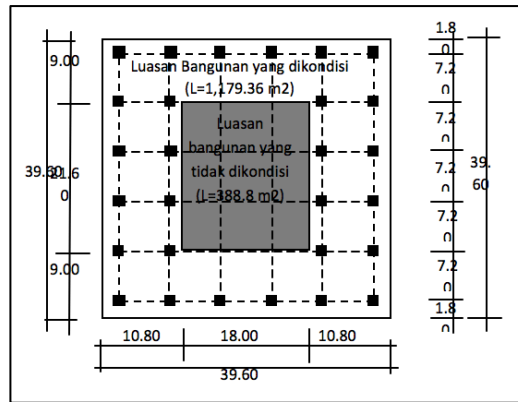
- Luas penghunian (Occupancy) sesuai standar perkantoran sebesar : 10 M2/orang
- Jadwal Penghunian sesuai jadwal perkantoran, Senin – Jumat : 08.00 – 17.00 WIB
- Pencahayaan ruangan : 15 W/M2 dan 12W/M2
- Pemakaian energi untuk peralatan : 10 W/M2 dan 5 W/M2
- Set-Point ruangan yang dikondisikan : 24°C (75.2°F) dengan *Throttling Range* 2°F
- Supply udara bersih : 15 CFM per orang
- Rasio bukaan dinding / jendela (WWR) : 50% , Shading Coefficient : 0.65 , T.vis : 0.37
- Penggunaan peralatan Chiller : EIR (1/COP) = 0.265
- Peralatan internal : 210 KW, Lampu dan peralatan eksternal : 70 KW

### Model Bangunan Uji Pengubahan Bentuk Dasar Bangunan Terhadap Pemakaian Energi.

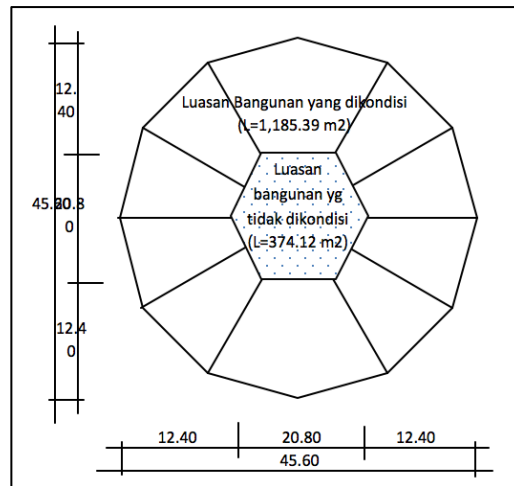
Parameter yang digunakan dalam uji simulasi adalah sama dengan parameter pada kondisi dasar, perubahan yang dilakukan adalah bentuk dasar bangunan dengan luas lantai mendekati atau sama dengan kondisi dasar, bentuk dasar bangunan tersebut adalah ; Bujur Sangkar (kondisi dasar), Persegi Panjang, dan Lingkaran.



Gambar 5: Model bentuk dasar bangunan bujur sangkar (Luas Total : 1,568.16 M2)



Gambar 6 : Model Bentuk Dasar Bangunan Persegi Panjang (Luas Total : 1,658.88 M2)



Gambar 7 : Model Bentuk Dasar Bangunan Lingkaran Segi-12 Radial (Luas Total : 1,559.52 M2)

Model bangunan dengan bentuk dasar lingkaran ini didekati / disederhanakan menjadi bentuk segi-12 agar dapat diproses dalam Program Aplikasi DOE.2.

**Model Bangunan Uji Perubahan Orientasi Bangunan Terhadap Pemakaian Energi.**

Parameter yang digunakan dalam uji simulasi adalah sama dengan parameter pada kondisi dasar, perubahan dilakukan pada orientasi bangunan. Orientasi yang dijadikan dasar pengukuran adalah 0° (nol derajat) yaitu arah utara.pengubahan dilakukan dengan memutar bangunan 45° (arah Timur Laut), -45° (arah Barat Laut), dan 90° (arah Timur / Barat). Hal ini dilakukkann untuk melihat pengaruh orientasi bangunan terhadap pemakaian energi pada

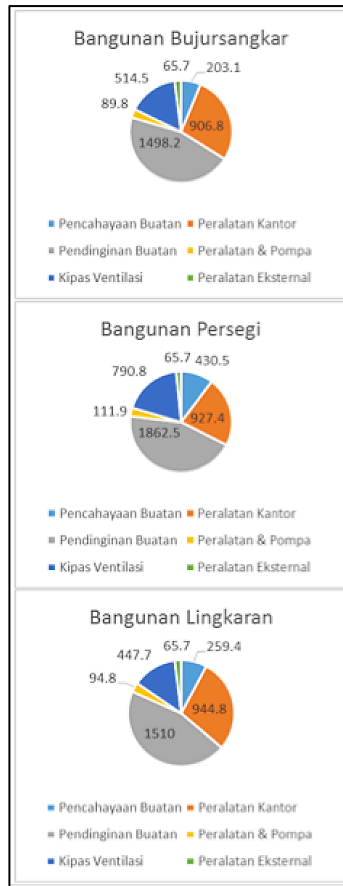
berbagai bentuk dasar bangunan. Terhadap bangunan dengan bentuk dasar diluar bentuk dasar yang diujikan ini, maka dapat dilakukan perhitungan interpolasi.

### **Simulasi Bangunan Uji**

Bangunan akan mengalami aliran kalor pada permukaan dan ruang yang dilingkupinya serta benda-benda yang membangkitkan kalor. Proses tersebut secara matematik merupakan persamaan-persamaan diferensial-integral dengan berbagai kondisi dan parameternya. Fungsi program aplikasi (DOE 2.1-E) adalah untuk mensimulasikan sifat-sifat termodinamik bangunan dengan perhitungan untuk memecahkan persamaan tersebut secara numerik. Pengujian dengan menggunakan program aplikasi DOE harus melalui prosedur sesuai dengan struktur program yang ada didalamnya yang terdiri atas satu program yang akan menterjemahkan file masukan, dan empat subprogram yang masing-masing akan dieksekusi, dan akan menjadi masukan bagi subprogram berikutnya, program dan subprogram tersebut adalah ; BDL Processor, Loads, System, Plant, dan Economics.

### **PEMBAHASAN**

Dari hasil simulasi Kondisi Dasar diketahui bahwa total pemakaian energi pada bangunan sebesar 3,278.2 MWH, beban tertinggi pemakaian energi adalah digunakan untuk sistem pendinginan ruangan, yaitu sebesar 45%, atau sebesar 1,498.6 MWH sisanya digunakan untuk peralatan kantor 29%, kipas/alat mekanikal 14%, pencahayaan buatan 8%, peralatan pompa 3%, dan peralatan eksternal 2%. Sehingga kalkulasi pemakaian / konsumsi energi per-meter persegi per tahun adalah sebesar : 209 KWH/M2/Tahun, yaitu dibawah besarnya standar energi Base-Case yang ditetapkan yaitu sebesar : 229 KWH/M2/Tahun.



Gambar 8 : Diagram rincian pemakaian energi pada bentuk-bentuk dasar bangunan yang diuji.

Ditinjau dari perolehan panas maka beban terbesar adalah perolehan panas matahari melalui kaca yaitu sebesar : 163.617 KWH atau 12% dari total beban pendinginan, sedangkan dari konduksi permukaan dalam sebesar 135.793 KWH, konduksi dinding 86.405 KWH, konduksi kaca 75.845 KWH. Adapun perolehan panas lainnya meskipun cukup besar pula namun merupakan besaran tetap yang tidak dapat dihindarkan misalkan ; infiltrasi 596.527 KWH, penghuni 148.655 KWH, dan peralatan kantor 90.957 KWH.

**Pengaruh Bentuk Dasar Bangunan terhadap Pemakaian Energi Bangunan**

Pada simulasi perubahan bentuk dasar bangunan, yang dilakukan adalah mengganti bentuk dasar bangunan dengan tetap mempertahankan luasan seperti pada kondisi dasar, demikian pula luas dan posisi core bangunan tidak mengalami perubahan, simulasi juga dilakukan pada beberapa arah orientasi pada masing-masing bentuk dasar bangunan. Oleh karena itu energi

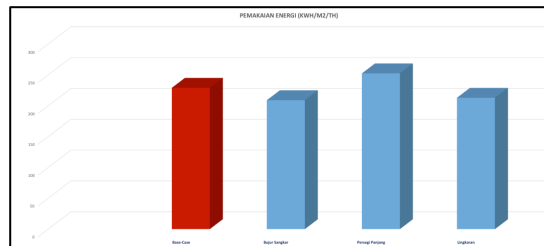


yang berubah adalah energi yang digunakan untuk pendinginan ruangan dan pencahayaan buatan, sedangkan energi untuk keperluan lain tidak mengalami perubahan.

- Pengubahan dari bentuk bujur sangkar (kondisi dasar) ke bentuk persegi panjang akan menambah luasan selubung bangunan sebesar 9% dan pemakaian energi ternyata juga bertambah 14% atau bertambah sebesar 43.4 KWH/M2/Tahun. Sehingga secara akumulasi terjadi penurunan kinerja terhadap selubung bangunan sebesar 5%.
- Pengubahan dari bentuk bujur sangkar (kondisi dasar) ke bentuk lingkaran akan mengurangi luasan selubung bangunan sebesar 1.8% namun pemakaian energi malahan bertambah 1.8% atau bertambah sebesar 3.9 KWH/M2/Tahun. Sehingga pada bentuk dasar bangunan lingkaran terjadi penurunan kinerja selubung bangunan sebesar 12.4%.

Tabel 1 : Pemakaian energi pada pengubahan bentuk dasar bangunan

BENTUK DASAR BANGUNAN	PEMAKAIAN ENERGI (KWH/M2/TH)	BESAR PERUBAHAN	
		Energi (KWH/M2/TH)	Persentase (%)
Base-Case	229	0	0.0%
Bujur Sangkar	209	20	9.6%
Persegi Panjang	252.4	-23.4	-9.3%
Lingkaran	212.9	16.1	7.6%



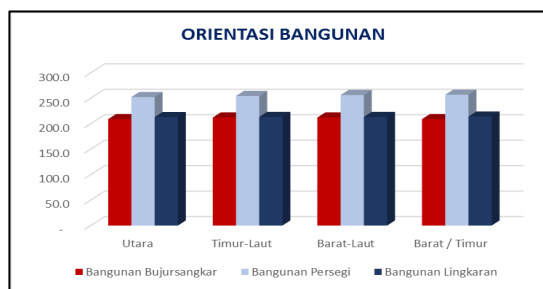
Gambar 9 : Diagram perbandingan pemakaian energi pada bentuk-bentuk dasar bangunan yang diuji.

### Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Pemakaian Energi

Dari hasil uji simulasi dapat dibandingkan untuk masing-masing bentuk dasar bangunan pada pengubahan orientasi utara ke ; timur-laut (45°), barat-laut (-45°), barat/timur (-90° atau +90°).

- Pada bangunan berbentuk bujur sangkar, pengubahan orientasi dari utara ke timur-laut terjadi kenaikan konsumsi energi sebesar 1.5% demikian juga ke arah barat-laut akan menambah konsumsi energi yang hampir sama. Sedangkan pengubahan ke arah barat memberi kenaikan konsumsi energi yang sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Hal tersebut dapat dipahami bahwa memutar orientasi bangunan sebesar 90° akan kembali pada posisi semula.

- Pada bangunan berbentuk persegi panjang, perubahan orientasi dari utara ke timur-laut terjadi kenaikan konsumsi energi sebesar 21.7% sedangkan perubahan ke arah barat-laut akan menambah konsumsi energi sebesar 22.6%. Sedangkan perubahan ke arah barat memberi kenaikan konsumsi energi paling besar yaitu 22.9% , dapat disimpulkan bahwa pada bangunan persegi panjang, semakin menghadapkan sisi panjang bangunan ke arah barat akan semakin memperbesar pemakaian energi.
- Pada bangunan berbentuk lingkaran, perubahan orientasi ke arah manapun akan memberikan kenaikan konsumsi energi yang sangat kecil atau tidak mempengaruhi besar pemakaian energi, perbedaan hasil pada simulasi semata-mata akibat penyederhanaan dalam melakukan deskripsi bangunan dan input data dalam program.



Gambar 10 :Diagram Pemakaian energi pada perubahan orientasi bangunan

## PENUTUP

Jika faktor penghematan energi menjadi pertimbangan utama dalam perancangan sebuah bangunan, maka bangunan dengan bentuk dasar bujur sangkar akan memberikan angka efisiensi tertinggi dalam kinerja selubungnya dibandingkan dengan bentuk dasar lainnya. Upaya penghematan terhadap konsumsi energi dapat dilakukan dengan melindungi ruangan dari radiasi cahaya matahari langsung melalui pengaturan orientasi bangunan, untuk itu arah orientasi bangunan yang paling ideal adalah tergantung dari bentuk dasar bangunannya. Bangunan dengan bentuk dasar lingkaran adalah yang paling fleksibel karena diputar ke arah manapun tidak akan menambah konsumsi energi pada bangunan. Sedangkan bangunan dengan bentuk dasar bujur sangkar akan memberikan pengaruh pada perubahan spectrum sudut sampai dengan sudut 45°, selebihnya akan memberikan hasil yang sama. Sedangkan pengaruh yang paling besar jika bangunan menggunakan bentuk dasar persegi panjang, harus

dipertimbangkan dengan sungguh-sungguh terutama bila orientasi bangunan menempatkan sisi panjang tegak lurus terhadap arah timur atau barat, akan memberikan dampak pada saat bangunan dioperasikan yaitu bangunan akan mengkonsumsi energi yang jauh lebih besar dibanding orientasi arah yang lain.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Baird, George. (1984). *Energi Performance Building*. Florida: CRC Press, Boca Raton.
- Guinness, William.(1981). *Mechanical and Electrical Equipment for Building*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Lam, William.M.C.(1986). *Sunlighting As Formgiver For Architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Mangunwijaya, Y.B.(1981). *Fisika Bangunan*. Jakarta: Gramedia.
- Ralph W.Crump-Martin J.Harms.(1981). *The Design Connection Energi and Technology in Architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- S.K Moller-M.J Wooldridge.(1985). *User's Guide for The Computer Program BUNYIP Building Energi Investigation Package (Version 2.0)*, Highett, Victoria

#### **Sumber Lain**

- Daryanto. (1989). Suatu kajian tentang pengendalian energi menggunakan selubung bangunan pada beberapa gedung kantor bertingkat banyak di Jakarta, Tesis Pasca Sarjana Arsitektur ITB.
- DOE-2 Basic Manual, Version 2.1D.(1990). Lawrence Berkeley Laboratory Publication, LBL-29140.
- Raharja, I Putu Danu.(1991). Penelitian Pemanfaatan Energi Bangunan Perkantoran di Jakarta Dengan Menggunakan Program DOE-2.1D. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Fisika ITB, Bandung.
- Soegijanto, Derringer. J, Busch. J. (1989). Building Energi Standards for Indonesia Policy Analysis Process, First Draft December.