

# STUDI EVALUASI SISTEM PENGKONDISIAN UDARA DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO KAMPUS BUKIT JIMBARAN DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE

M. N. Hanifan,<sup>1</sup> I.G.D Arjana,<sup>2</sup> W. Setiawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email: [ifan\\_business@yahoo.com](mailto:ifan_business@yahoo.com)<sup>1</sup>, [dyanaarjana@ee.unud.ac.id](mailto:dyanaarjana@ee.unud.ac.id)<sup>2</sup>, [widyadi@ee.unud.ac.id](mailto:widyadi@ee.unud.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Pada gedung Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, banyak menggunakan energi listrik untuk berbagai sarana dalam memberi kenyamanan bagi mahasiswa maupun *staff*. Salah satu usaha dalam memberi kenyamanan tersebut adalah dengan memasang sistem pengkondisian udara. Karena banyaknya ruangan yang menggunakan sistem pengkondisian udara, maka diperlukan evaluasi pada kapasitas sistem pengkondisian udara tersebut sehingga dapat diketahui kondisi besar kapasitas AC terpasang. Pemakaian software dalam penghitungan akan sangat membantu kecepatan dalam penghitungan kapasitas sistem pengkondisian udara yang dibuat dengan menggunakan Microsoft Visual Studio. Selain itu evaluasi dilakukan pada penggunaan timer pada gedung DH karena timer pada gedung DH sudah tidak bekerja dengan baik dan waktu operasi AC belum efektif. Pada hasil perhitungan terdapat 18 ruangan dimana kapasitas AC terpasang kurang dari hasil perhitungan dan 3 ruangan kapasitas AC terpasang melebihi hasil perhitungan. Hal ini disebabkan penghitungan kapasitas AC terpasang belum menambahkan faktor penambahan kalor dari luar dan dari dalam ruangan. Evaluasi kinerja timer yang dilakukan pada gedung DH yaitu dengan mengevaluasi waktu operasi AC dimana kerja AC sebelumnya 8 jam waktu operasi selama 7 hari dikurangi menjadi 8 jam selama 5 hari karena pada hari sabtu dan minggu merupakan hari libur kuliah sehingga konsumsi energi listrik berkurang sebesar 580,34 kWh/minggu

**Kata kunci :** Evaluasi, *Air Conditioner* (AC), Kapasitas AC.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu hal penting dalam pemasangan sistem pengkondisian udara adalah kapasitas sistem pengkondisian udara karena besar kapasitas tersebut adalah salah satu faktor yang menentukan kenyamanan dan juga pemakaian energi listrik yang akan digunakan. Pada bangunan gedung Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, banyak menggunakan energi listrik untuk berbagai sarana dalam memberi kenyamanan bagi mahasiswa maupun *staff* yang ada. Salah satu usaha dalam memberi kenyamanan tersebut adalah dengan memasang sistem pengkondisian udara pada ruangan – ruangan yang ada pada Jurusan Teknik Elektro. Karena

banyaknya ruangan yang menggunakan sistem pengkondisian udara, maka diperlukan evaluasi pada kapasitas sistem pengkondisian udara untuk mengetahui kondisi besar kapasitas AC terpasang pada bangunan Jurusan Teknik Elektro.

Evaluasi sistem pengkondisian udara tersebut dapat dilakukan dengan menghitung beban pendinginan yang ditanggung pada mesin pendingin pada ruangan tersebut sehingga kebutuhan kapasitas pendinginan ruangan dapat diketahui. Pemakaian *software* dalam penghitungan akan sangat membantu kecepatan dan ketepatan dalam penghitungan kapasitas sistem pengkondisian udara pada ruangan sehingga pada penelitian ini juga akan dibuat *software* penghitungan kapasitas

sistem pengkondisian udara pada ruangan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Perhitungan Kebutuhan Pendinginan Ruangan

Perhitungan kebutuhan pendinginan dapat dilakukan pada beberapa faktor yang mempengaruhi suhu ruangan tersebut yang bisa disebut sebagai beban pendinginan dari ruangan baik dari dalam ruangan maupun dari luar ruangan. Adapun perhitungan kebutuhan pengkondisian ruangan atau perangkat *Air Conditioner Cooling Load* sesuai dengan volume ruangan dihitung dengan rumus sebagai berikut [1] :

$$CLR = P \times L \times T \times \frac{\text{Kebutuhan CLR}}{m^3} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana asumsi dan konversi adalah :

- P : Panjang Ruangan
- L : Lebar ruangan
- T : Tinggi ruangan
- CLR : Beban pendinginan ruangan

$$\frac{\text{Kebutuhan CLR}}{m^3} : 150 \text{ Btuh}/m^3$$

#### 2.1.1 Penambahan kalor dari luar ruangan

Penambahan kalor dari luar ruangan yaitu [2] :

1. Beban radiasi matahari dari kaca :

Beban pendinginan radiasi matahari dari kaca dihitung menggunakan rumus :

$$q = A \times SC \times SCL \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- q = Beban Pendinginan
- A = Luas Permukaan Kaca
- SC = *Shading coefficient*
- SCL = *Solar Cooling Load Factor*

2. Konduksi matahari melalui kaca, atap dan dinding.

Konduksi matahari melalui kaca, atap dan dinding dihitung menggunakan rumus yang sama tetapi terdapat perbedaan pada perbedaan temperatur beban pendinginan atau *cooling load temperature difference* ( CLTD ) pada masing – masing objek tersebut [2].

a. Kaca

$$q = U \times A_{kaca} \times CLTD_{kaca} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- q = Beban Pendinginan
- U = Koefisien perpindahan kalor rancangan untuk kaca.
- A = Luas permukaan kaca
- CLTD = *cooling load temperature difference* untuk kaca

b. Atap

$$q = U \times A_{atap} \times CLTD_{atap} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- q = Beban Pendinginan
- U = Koefisien perpindahan kalor rancangan untuk atap.
- A = Luas permukaan atap
- CLTD = *cooling load temperature difference* untuk atap

Untuk koefisien perpindahan kalor rancangan untuk atap ( U ) dapat dicari menggunakan tahanan konduktivitas kalor ( R ) dari bahan pembuatan atap tersebut, karena koefisien perpindahan kalor rancangan ( U ) untuk atap dapat dicari dengan rumus :

$$U = \frac{1}{R_{total}} \dots\dots\dots(5)$$

Sedangkan untuk R dapat dicari dengan mengalikan tebal bahan pembuatan atap dengan tahanan konduktivitas kalor dari bahan yang digunakan untuk membuat atap tersebut.

c. Dinding

$$q = U \times A_{dinding} \times CLTD_{dinding} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

- q = Beban Pendinginan
- U = Koefisien perpindahan kalor rancangan untuk dinding.
- A = Luas permukaan dinding

CLTD = *cooling load temperature difference* untuk dinding

Untuk koefisien perpindahan kalor rancangan untuk dinding ( U ) dapat dicari dengan menggunakan rumus yang sama dengan atap dengan menggunakan tahanan konduktivitas kalor ( R ) dari bahan pembuatan dinding tersebut

3. Beban pendinginan dari langit – langit dan lantai.

$$q = U \times A \times (t_b - t_{rc}) \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

- q = Beban Pendinginan  
 U = Koefisien perpindahan kalor rancangan untuk langit – langit atau lantai.  
 A = Luas permukaan langit – langit atau lantai  
 t<sub>b</sub> = Temperatur ruangan yang bersebelahan  
 t<sub>rc</sub> = Temperatur ruangan yang direncanakan (diasumsikan konstan)

### 2.1.2 Penambahan kalor dari dalam ruangan

Penambahan kalor dari dalam ruangan yaitu [2] :

1. Orang

$$q = N \times \text{Penambahan Kalor Sensibel} \times CLF \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

- q = Beban Pendinginan  
 N = Jumlah Orang  
 CLF = *Cooling Load Factor* ( sesuai jam penghunian )

Kalor sensible disesuaikan dengan kegiatan yang dilakukan oleh orang yang berada dalam ruangan tersebut.

2. Pencahayaan

$$q = W \times F_{ul} \times F_{sa} \times CLF \dots \dots \dots (9)$$

Dimana :

- q = Beban Pendinginan  
 W = watt dari lampu atau data armatur pencahayaan.  
 F<sub>ul</sub> = faktor penggunaan pencahayaan (50 – 65%)  
 F<sub>sa</sub> = faktor toleransi khusus (*ballast factor*).  
 CLF = faktor beban pendinginan, sesuai jam penghunian

## 2.2 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (*suite*) yang dapat digunakan

untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi *console*, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web.

Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas Windows) ataupun *managed code* (dalam bentuk *Microsoft Intermediate Language* di atas *.NET Framework*). Selain itu, Visual Studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi Silverlight, aplikasi *Windows Mobile* (yang berjalan di atas *.NET Compact Framework*) [3].

Dalam pembuatan program terdapat dua tahap yaitu pembuatan *layout* program atau tampilan program dan yang kedua pembuatan *code* program atau logika dari program tersebut [4].

Dalam penghitungan beban pendinginan ruangan yang akan dilakukan akan dibantu dengan aplikasi penghitungan beban pendinginan ruangan yang terlebih dahulu dibuat dengan menggunakan Microsoft Visual Studio.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data untuk perhitungan seperti besar daya listrik yang digunakan untuk sistem pengkondisian udara di Teknik Elektro, data waktu operasi sistem pengkondisian udara di Teknik Elektro.
2. Data untuk perhitungan beban pendinginan suatu ruangan yang telah didapat kemudian di masukan kedalam rumus yang sesuai dengan beban pendinginan dari data tersebut.
3. Pencarian *U - factor* pada kaca, dinding dan atap.

4. Penentuan *Cooling Load Temperature Difference* untuk kaca, atap dan dinding.
5. Penentuan *Sensible Heat* untuk jenis kegiatan yang dilakukan pada ruangan.
6. Penghitungan masing – masing kebutuhan kapasitas AC ruangan
7. Perbandingan kapasitas AC hasil perhitungan dengan sistem tata udara yang telah terpasang di Teknik Elektro.
8. Penghitungan konsumsi daya listrik sistem pengkondisian udara pada gedung DH sesuai waktu operasi yang biasa digunakan dan waktu operasi yang direncanakan.
9. Perbandingan hasil penghitungan konsumsi daya listrik sistem pengkondisian udara di gedung DH sesuai waktu operasi timer yang biasa digunakan dengan waktu operasi yang direncanakan.
10. Penarikan kesimpulan dengan hasil yang didapat.

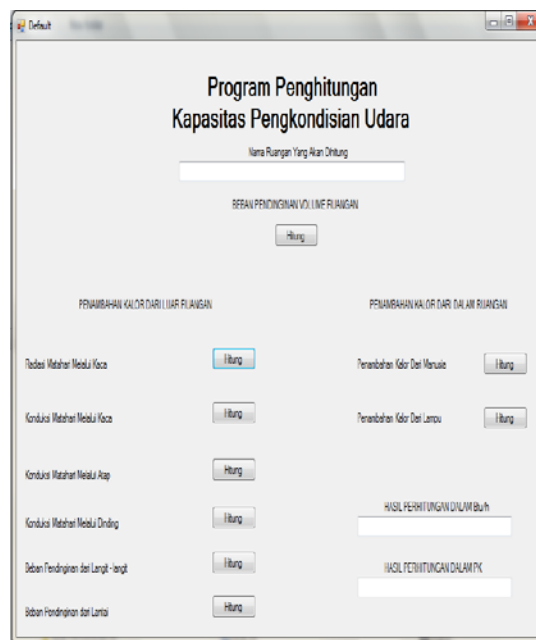
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pembuatan program

Pada pembuatan program untuk program penghitungan beban pendinginan ruangan di bantu dengan Microsoft Visual Studio 2010 untuk *default* dari program seperti terlihat pada gambar 1. Dengan meng-klik hitung pada *default* program atau *layout default* maka akan muncul *layout* program pendinginan ruangan yang akan dihitung.

##### 4.2 Hasil Perhitungan Kapasitas AC Ruangan pada gedung DH, DI, dan DJ

Setelah dilakukan penghitungan kapasitas AC pada ruang DH, DI, dan DJ maka didapat hasil pada ruang DH seperti pada tabel 1.



Gambar 1 *Default* program penghitungan beban pendinginan ruangan

Tabel 1 Perbandingan kapasitas AC terpasang dengan hasil perhitungan pada gedung DH

Nama Ruangan	Kapasitas AC Terpasang	Kapasitas AC Hasil Perhitungan
DH 101	72.000 Btu/h	108.592,81 Btu/h
DH 102	72.000 Btu/h	114.586,88 Btu/h
DH 201	36.000 Btu/h	54.026,66 Btu/h
DH 202	18.000 Btu/h	23.515,02 Btu/h
DH 203	18.000 Btu/h	26.530,91 Btu/h
DH 204	36.000 Btu/h	49.059,68 Btu/h
DH 205	36.000 Btu/h	68.150,19 Btu/h
Ruang HME	36.000 Btu/h	16.802,22 Btu/h.

Untuk hasil perhitungan pada gedung DI didapat hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan kapasitas AC terpasang dengan hasil perhitungan pada gedung DI

Nama Ruangan	Kapasitas AC Terpasang	Kapasitas AC Hasil Perhitungan
Lab. Instalasi Listrik	22.500 Btu/h	48.771,27 Btu/h
Lab. Teknik Digital dan Microprocessor	18.000 Btu/h	36.660,41 Btu/h
Lab. Konversi Energi	36.000 Btu/h	48.755,51 Btu/h
Lab. Riset Manajemen Listrik	18000 Btu/h	22.433,13 Btu/h
Lab. Komputer	36.000 Btu/h	49.694,42 Btu/h
Lab. Sistem Komunikasi	36.000 Btu/h	45.392,53 Btu/h
Lab. Dasar Teknik Elektro	36.000 Btu/h	48.751,99 Btu/h
Lab. Teknik Kendali	36.000 Btu/h	32.148,9 Btu/h

Untuk hasil perhitungan pada gedung DJ didapat hasil seperti tabel 3 .

Tabel 3 Perbandingan kapasitas AC terpasang dengan hasil perhitungan pada gedung DJ

Nama Ruangan	Kapasitas AC Terpasang	Kapasitas AC Hasil Perhitungan
R. Dosen	36.000 Btu/h	55.143,86 Btu/h
R. Tata Usaha, Sekjur, dan Kajur.	27.000 Btu/h	53.317,07 Btu/h
R. European Overseas Kampus (EOC)	18.000 Btu/h	10.927,08 Btu/h
R. Wulan Office (EOC)	5000 Btu/h	10.724,99 Btu/h
R. Perpustakaan	18.000 Btu/h	56.066,68 Btu/h

### 4.3 Evaluasi Kinerja Timer Pada Gedung DH

Pada gedung DH untuk menghidupkan dan mematikan AC yang bekerja pada ruang – ruang yang ada pada gedung DH menggunakan timer sehingga AC akan otomatis hidup dan juga mati. Tetapi pada saat libur perkuliahan yaitu hari Sabtu dan hari Minggu, timer tetap menyalakan AC sehingga terjadi pemborosan energi. Timer bekerja pukul 8 pagi sampai pukul 4 sore dalam 7 hari dalam seminggu, sedangkan perkuliahan efektif hanya berjalan 5 hari dalam 1 minggu sehingga harus dilakukan evaluasi pada kinerja timer dari gedung DH tersebut.

Untuk konsumsi energi AC apabila mengikuti kinerja timer pada gedung DH adalah :

Total konsumsi daya AC adalah  
= 36240 W

Lama Nyala AC

= 8 Jam tiap hari selama 7 hari

Total konsumsi dalam 1 minggu

= 36240 x 8 x 7

= 2.029.940 Wh/minggu

= 2.029,94 kWh/minggu

Total konsumsi dalam 1 bulan

= 8119,76 kWh / bulan

Dalam evaluasi yang dilakukan pengurangan kinerja dari AC yaitu pada hari libur kuliah pada saat hari sabtu dan minggu sehingga waktu kerja AC berkurang selama 2 hari, sehingga total konsumsi daya AC adalah :

Total konsumsi daya AC adalah  
= 36240 W

Lama Nyala AC

= 8 Jam tiap hari selama 5 hari

Total konsumsi dalam 1 minggu

= 36240 x 8 x 5

= 1.449.600 Wh

= 1.449,6 kWh/minggu

Total konsumsi dalam 1 bulan

= 5798,4 kWh / bulan

Sehingga dalam dari evaluasi tersebut terdapat pengurangan pemakaian energi listrik sebesar :  
Besarnya pengurangan pemakaian energi listrik  
= 2.029,94 kWh – 1.449,6 kWh  
= 580,34 kWh/minggu

## 5. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada kapasitas AC terpasang di bangunan Jurusan Teknik Elektro belum sesuai dengan hasil perhitungan kapasitas AC yang dihitung menggunakan perhitungan beban pendinginan pada tiap – tiap ruangan. Pada hasil perhitungan tersebut didapat hasil sebagai berikut :
  - a. Pada gedung DH terdapat 8 ruangan dimana 7 ruangan kapasitas AC terpasang kurang dari hasil perhitungan dan 1 ruangan kapasitas AC terpasang lebih dari hasil perhitungan.
  - b. Pada gedung DI terdapat 8 ruangan dimana 7 ruangan kapasitas AC terpasang kurang dari hasil perhitungan dan 1 ruangan kapasitas AC terpasang lebih dari hasil perhitungan.
  - c. Pada gedung DJ terdapat 5 ruangan dimana 4 ruangan kapasitas AC terpasang kurang dari hasil perhitungan dan 1 ruangan kapasitas AC terpasang lebih dari hasil perhitungan.Perbedaan tersebut disebabkan perhitungan kapasitas AC terpasang pada Jurusan Teknik Elektro belum memperhitungkan penambahan kalor dari dalam dan luar ruangan.
2. Evaluasi kinerja timer dilakukan pada gedung DH Jurusan Teknik Elektro dengan mengevaluasi waktu operasi AC dimana kerja AC sebelumnya 8 jam

waktu operasi selama 7 hari dikurangi menjadi 8 jam selama 5 hari karena pada hari sabtu dan minggu merupakan hari libur kuliah sehingga konsumsi energi listrik berkurang sebesar 580,34 kWh/minggu.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jones, S.W. 1982. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Jakarta : Erlangga.
- [2] Anonim. 1997. *ASHRAE Fundamental*. USA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning.
- [3] Evangelos, P. 2010. *Mastering Microsoft Visual Studio 2010*. Indiana: Wiley Publishing Inc.
- [4] Deitel, P., Deitel, H. 2012. *Visual C#2012 How To Program*. New Jersey: Deitel & Associates Inc.