

ANALISA BEBAN PENDINGINAN UNTUK PERANCANGAN SISTEM AIR-CONDITIONING PADA BANGUNAN PERKANTORAN DI SURABAYA

Irene
Nrp. 01598007
Universitas Kristen Petra, Surabaya

ABSTRAK

Tujuan akhir perancangan sistem *air-conditioning* pada bangunan perkantoran adalah optimasi penggunaan energi, karena 55-65 % energi yang digunakan dalam bangunan dipakai oleh sistem tata udara.

Penelitian ini dilakukan pada enam bangunan perkantoran di Surabaya yang mempunyai ketinggian lebih dari delapan lantai. Perhitungan beban pendinginannya menggunakan metode *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) berdasarkan 1993 *ASHRAE Handbook : Fundamental*. Dengan menggunakan metode ini akan diperlihatkan profil beban pendinginan, saat terjadinya beban puncak, juga komposisi beban pendinginan eksternal dan internal yang dialami oleh masing-masing bangunan. Perbandingan perhitungan beban pendinginan dengan metode CLTD akan dibandingkan, baik dengan kapasitas eksisting pada bangunan perkantoran yang bersangkutan maupun metode *rule-of-thumb*, untuk melihat seberapa besar faktor penyesuaian yang perlu dipertimbangkan agar sistem *air-conditioning* bisa optimal.

Penelitian ini juga dilengkapi dengan alternatif penggantian material kaca yang memperlihatkan seberapa jauh peningkatan performansi kaca dapat mengefisiensikan beban pendinginan dalam masing-masing bangunan.

ABSTRACT

The final goal of air-conditioning system design on office buildings is the optimization of energy usage, because 55-65 % of energy that have been used in a building is used by air-conditioning system.

This research was conducted on six office buildings in Surabaya, which have more than eight floors. The cooling load calculation uses CLTD (Cooling Load Temperature Difference) method based on 1993 ASHRAE Handbook : Fundamental. With this method, we can see the cooling load profile, time when the peak load occur, also the composition of external and internal cooling load that happened on each buildings. Cooling load calculation based on CL TD method will be compared with either existing capacity of air-conditioning equipment or 'rule-of-thumb ' method, to see how big the ac justment factors are needed to be considered in order to optimize the air conditioning system.

This research is also equipped with alternatives of glass material, exchanges to show how far the increasing of glass performance can make cooling load in each buildings more efficient.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Tinjauan Pustaka	3
1.1.2 Keaslian Penelitian	6
1.2 Ruang Lingkup Masalah	8
1.2.1 Definisi Beberapa Istilah yang Digunakan	8
1.2.2 Batasan Permasalahan	10
1.3 Perumusan Masalah	14
1.4 Tujuan Penelitian	17
1.5 Manfaat Penelitian	18
 BAB II LANDASAN TEORI	 19
2.1 Konsep Teori	19
2.2 Kerangka Pemikiran	22
2.3 Hipotesis	22
 BAB III METODE PENELITIAN	 25
3.1 Rancangan Penelitian	25
3.2 Bahan atau Materi Penelitian	28
3.3 Tahapan Penelitian	29
3.4 Metode Analisis Hasil	35

3.5	Kesulitan-kesulitan yang Dihadapi	36
3.5.1	Kesulitan yang Dihadapi	36
3.5.2	Usulan untuk Mengatasi Kesulitan yang Dihadapi	37
BAB IV	ANALISIS PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Gambaran Umum Obyek Penelitian	38
4.2	Analisis Penelitian dan Pembahasan Beban Pendinginan dalam Gedung	40
4.2.1	Hasil Penelitian Beban Pendinginan dalam Gedung ..	40
4.2.2	Pembahasan Penelitian Beban Pendinginan dalam Gedung	58
4.3	Analisis Penelitian dan Pembahasan Alternatif Penggantian Material Kaca	65
4.3.1	Hasil Penelitian Alternatif Penggantian Material Kaca	65
4.3.2	Pembahasan Penelitian Alternatif Penggantian Material Kaca	69
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1	Kesimpulan	73
5.1.1	Kesimpulan Beban Pendinginan dalam Gedung	73
5.1.2	Kesimpulan Alternatif Penggantian Material Kaca	75
5.2	Saran	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Perbedaan Permasalahan Beban Pendinginan Ditinjau dari Fungsi Bangunan	15
Tabel 2.1 Perbedaan Tahap Perencanaan dan Operasional Sistem HVAC	19
Tabel 3.1 Batasan & Kriteria Efisiensi Kapasitas Mesin AC	35
Tabel 4.1 Resume Perhitungan Luas Lantai, Luas Permukaan, dan Volume Bangunan	40
Tabel 4.2 Resume Perhitungan Luas Lantai, Luas Permukaan, dan Volume Bangunan yang Dikondisikan	41
Tabel 4.3 Resume Perhitungan Beban Pendinginan Total dengan Metode CLTD	41
Tabel 4.4a Ekonomi <i>Center</i> -Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	42
Tabel 4.4b Graha Pangeran -Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	42
Tabel 4.4c Graha Pena -Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	43
Tabel 4.4d Plaza BRI -Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	43
Tabel 4.4e Wisma BII -Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	44
Tabel 4.4f Wisma Dharmala -Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	44
Tabel 4.5 Resume Besarnya Beban Pendinginan tiap m ² Lantai yang Dikondisikan	45
Tabel 4.6 Perbandingan Beban Pendinginan Rata-rata Akibat Faktor Eksternal dan Internal Berdasarkan Hasil Perhitungan Metode CLTD	46
Tabel 4.7a Perbandingan Luas Permukaan dan Volume Bangunan	47
Tabel 4.7b Perbandingan Luas Permukaan dan Volume Bangunan yang Dikondisikan	47
Tabel 4.8a Perbandingan Luas Permukaan Dinding dan Kaca	47
Tabel 4.8b Perbandingan Luas Permukaan Dinding dan Kaca yang Dikondisikan	48
Tabel 4.9 Hubungan Rasio Perbandingan Luas Permukaan dan Volume Bangunan yang Dikondisikan dengan Besarnya Beban Pendinginan Rata-rata/m ²	48
Tabel 4.10 Hubungan Rasio Perbandingan Luas Permukaan Dinding dan Kaca yang Dikondisikan dengan Besarnya Beban Pendinginan Rata-rata/m ²	49

Tabel 4.11	Hubungan Rasio Perbandingan Luas Permukaan dan Volume Bangunan yang Dikondisikan dengan Besarnya Rata-rata Beban Pendinginan Eksternal /m ²	50
Tabel 4.12a	Perbandingan Kapasitas AC Eksisting dengan Beban Pendinginan Maksimum berdasarkan Hasil Perhitungan Metode CLTD	51
Tabel 4.12b	Perbandingan Kapasitas AC Eksisting dengan Beban Pendinginan Rata-rata berdasarkan Hasil Perhitungan Metode CLTD. .	52
Tabel 4.13a	Perbandingan Beban Pendinginan Hasil Perhitungan Metode 'Rule-of-thumb' Taksiran Beban Air Conditioning dengan Beban Pendinginan Rata-rata Hasil Perhitungan Metode CLTD	53
Tabel 4.13b	Perbandingan Beban Pendinginan Hasil Perhitungan Metode 'Rule-of-Thumb' Taksiran Beban <i>Air Conditioning</i> dengan Beban Pendinginan Maksimum Hasil Perhitungan Metode CLTD	53
Tabel 4.14a	Perbandingan Beban Pendinginan Hasil Perhitungan Metode 'Rule-of-thumb' dari AC Panda dengan Beban Pendinginan Rata-rata Hasil Perhitungan Metode CLTD	55
Tabel 4.14b	Perbandingan Beban Pendinginan Hasil Perhitungan Metode 'Rule-of-thumb' dari AC Panda dengan Beban Pendinginan Maksimum Hasil Perhitungan Metode CLTD	55
Tabel 4.15a	Perbandingan Beban Pendinginan Hasil Perhitungan Metode 'Rule-of-thumb' dari AC Carrier dengan Beban Pendinginan Rata-rata Hasil Perhitungan Metode CLTD	57
Tabel 4.15b	Perbandingan Beban Pendinginan Hasil Perhitungan Metode 'Rule-of-thumb' dari AC Carrier dengan Beban Pendinginan Maksimum Hasil Perhitungan Metode CLTD	57
Tabel 4.16	Faktor Penyesuaian yang Diusulkan untuk Metode 'Rule-of-Thumb' berdasarkan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Rata-rata Metode CLTD	64
Tabel 4.17	Faktor Penyesuaian yang Diusulkan untuk Metode 'Rule-of-Thumb' berdasarkan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Maksimum Metode CLTD	64
Tabel 4.18	Perbandingan Beban Pendinginan Akibat Faktor Internal dan Elemen-elemen Faktor Eksternal Berdasarkan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Total Menurut Metode CLTD	66
Tabel 4.19	Perbandingan Beban Pendinginan Akibat Elemen-elemen Faktor Eksternal Berdasarkan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Eksternal Menurut Metode CLTD	66
Tabel 4.20	Perbandingan Hasil Penggantian Ketebalan Kaca dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Eksisting Bulan Desember Pukul 16.00	68

Tabel 4.21	Perbandingan Hasil Penggunaan Kaca <i>Low- Emmisivity</i> dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Eksisting Bulan Desember Pukul 16.00	68
------------	---	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran Pelaksanaan Penelitian	24
Gambar 3.1 Pergerakan Bumi terhadap Matahari	27
Gambar 3.2 Proyeksi Posisi Matahari terhadap Bumi	27
Gambar 3.3 Penggolongan Beban-beban Pendinginan	33
Gambar 4.1a Foto Bangunan-Graha Pangeran	38
Gambar 4.1b Foto Bangunan-Graha Pena	38
Gambar 4.1c Foto Bangunan-Plaza BRI	39
Gambar 4.1d Foto Bangunan-Ekonomi <i>Center</i>	39
Gambar 4.1e Foto Bangunan-Wisma Dharmala	39
Gambar 4.1f Foto Bangunan-Wisma BII	40
Gambar 4.2a Ekonomi Center -Profil Beban Pendinginan Rata-rata	42
Gambar 4.2b Graha Pangeran -Profil Beban Pendinginan Rata-rata	42
Gambar 4.2c Graha Pena -Profil Beban Pendinginan Rata-rata	43
Gambar 4.2d Plaza BRI -Profil Beban Pendinginan Rata-rata	43
Gambar 4.2e Wisma BII -Profil Beban Pendinginan Rata-rata	44
Gambar 4.2f Wisma Dharmala -Profil Beban Pendinginan Rata-rata	44
Gambar 4.3 Perbandingan Beban Pendinginan Rata-rata Akibat Faktor Eksternal dan Internal Berdasarkan Hasil Perhitungan Metode CLTD	46
Gambar 4.4 Hubungan Perbandingan Luas Permukaan dan Volume Bangunan yang Dikondisikan dengan Beban Pendinginan Rata-rata/m ²	49
Gambar 4.5 Hubungan Perbandingan Luas Permukaan Dinding dan Kaca yang Dikondisikan dengan Beban Pendinginan Rata-rata/m ²	49
Gambar 4.6 Hubungan Perbandingan Luas Permukaan Dinding dan Kaca yang Dikondisikan dengan Beban Pendinginan Eksternal Rata-rata/m ²	50
Gambar 4.7a Perbandingan Kapasitas Mesin AC Eksisting dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Maksimum	51
Gambar 4.7b Perbandingan Kapasitas Mesin AC Eksisting dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Rata-rata	52

Gambar 4.8a	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode <i>Rule of Thumb</i> menurut Taksiran Beban <i>Air Conditioning</i> terhadap Hasil Beban Pendinginan Rata-rata menurut Metode CLTD	54
Gambar 4.8b	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode <i>Rule of Thumb</i> menurut Taksiran Beban <i>Air Conditioning</i> terhadap Hasil Beban Pendinginan Maksimum menurut Metode CLTD	54
Gambar 4.9a	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode ' <i>Rule of Thumb</i> ' dari AC Panda dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Rata-rata menurut Metode CLTD	56
Gambar 4.9b	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode ' <i>Rule of Thumb</i> ' dari AC Panda dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Maksimum menurut Metode CLTD	56
Gambar 4.10a	Perbandingan Hasil Perhitungan ' <i>Rule of Thumb</i> ' dari AC Carrier dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Rata-rata menurut Metode CLTD	58
Gambar 4.10b	Perbandingan Hasil Perhitungan ' <i>Rule of Thumb</i> ' dari AC Carrier dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Maksimum menurut Metode CLTD	58
Gambar 4.11a	Profil Beban Pendinginan Tipe A	59
Gambar 4.11b	Profil Beban Pendinginan Tipe B	59
Gambar 4.12	Pola <i>Solar Cooling Load</i> (SCL) <i>Zone Type B</i> Bulan Maret	60
Gambar 4.13	Perbandingan Beban Pendinginan Akibat Faktor Internal dan Elemen-elemen Faktor Eksternal berdasarkan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Total Metode CLTD	67
Gambar 4.14	Perbandingan Beban Pendinginan Akibat Elemen-elemen Faktor Eksternal berdasarkan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Eksternal Metode CLTD	67
Gambar 4.15	Perbandingan Hasil Penggantian Ketebalan Kaca dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Eksisting Bulan Desember Pukul 16.00	68
Gambar 4.16	Perbandingan Hasil Penggunaan Kaca <i>Low-Emissivity</i> dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Eksisting Bulan Desember Pukul 16.00	69
Gambar 5.1	Profil Beban Pendinginan Enam Bangunan Perkantoran	73
Gambar 5.2	Perbandingan Kapasitas Mesin AC Eksisting dengan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Menurut Metode CLTD	74
Gambar 5.3	Perbandingan Hasil Perhitungan Beban Pendinginan Alternatif Penggantian Material Kaca	76

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	EKONOMI CENTER	-Data dan Perhitungan
LAMPIRAN B	GRAHA PANGERAN	-Data dan Perhitungan
LAMPIRAN C	GRAHA PENA	-Data dan Perhitungan
LAMPIRAN D	PLAZA BRI	-Data dan Perhitungan
LAMPIRAN E	WISMA BII	-Data dan Perhitungan
LAMPIRAN F	WISMA DHARMALA	-Data dan Perhitungan
LAMPIRAN G	RESUME UMUM	