

**ANALISIS BEBAN PENDINGIN DENGAN METODE CLTD PADA AREA
BOARDING LOUNGE GEDUNG TERMINAL 2
BANDARA SOEKARNO HATTA**



AYUWATI CITRA PERTIWI
41323110053

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA – 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS BEBAN PENDINGIN DENGAN METODE CLTD PADA AREA BOARDING LOUNGE GEDUNG TERMINAL 2 BANDARA SOEKARNO HATTA



Disusun oleh:

Nama : Ayuwati Citra Pertiwi
NIM : 41323110053
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JANUARI 2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh;

Nama : Ayuwati Citra Pertiwi

NIM : 41323110053

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Tugas Akhir : Analisis Beban Pendingin dengan Metode CLTD pada Area *Boarding Lounge* Gedung Terminal 2 Bandara Soekarno Hatta.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh;

Penguji 1 : Nurato, Ph.D

NIDN : 0313047302

Penguji 2 : Henri Carles, ST., MT

NIDN : 0301087304

Penguji 3 : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D

NIDN : 1013126901

(ttd)
(ttd)
(ttd)

Jakarta, 23 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

Kaprodi Teknik Mesin

Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ayuwati Citra Pertiwi

NIM : 41323110053

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Laporan Tugas Akhir : Analisis Beban Pendingin dengan Metode CLTD pada Area *Boarding Lounge* Gedung Terminal 2 Bandara Soekarno Hatta.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikina pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

MERCU BUANA

Jakarta, 14 Februari 2025


ACB95AJX830612426
Ayuwati Citra Pertiwi

PENGHARGAAN

Puja dan puji Syukur diucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan Laporan Tuga Akhir yang berjudul “Analisis Beban Pendingin dengan Metode CLTD pada Area *Boarding Lounge* Gedung Terminal 2 Bandara Soekarno Hatta” dapat terselesaikan.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Strata 1 (S1) di Universitas Mercu Buana yang dibuat berdasarkan data-data informasi yang didapatkan dari proses observasi lapangan dan pengkajian pustaka dan analisa menggunakan metode CLTD.

Banyak pihak yang membantu hingga terselesaikannya penulisan Laporan Tugas Akhir ini. Sampai pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada;

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana;
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana;
3. Dr. Eng, Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana;
4. Gilang Awan Yudhistira, ST., M.Eng. selaku coordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana;
5. Andi Firdaus Sudarma, ST., MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana;
6. Nurato, Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana;
7. Henri Carles, ST., MT selaku dosen penguji Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana;
8. Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D, selaku dosen penguji Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana;
9. Taufik Maulana selaku atasan saya langsung di Unit T3 Mechanical Services dan rekan-rekan kerja sejawat yang membantu dalam proses pengumpulan data, bertukar pemikiran maupun penyelesaian;

10. Eko Ariyanto selaku T2-Mechanical Services Department Head dan jajaran yang memberikan akses perizinan proses pengambilan data.
11. Irwanuddin S.Sos (alm.) & Ibu Siti Munzaroah selaku orang tua yang memberikan semangat, dukungan dan mendoakan kelancaran penyusunan laporan Tugas Akhir;
12. Annizah Rahmatya Gerhana, Aulia Dinda Yunisa, Achmad Novian Vadilla selaku adik-adik, dan Hasan Zahid Al-Ghazi selaku keponakan yang mendukung dan menyemangati penulis dalam berbagai keadaan;
13. Rekan-rekan mahasiswa seangkatan terutama kelompok diskusi yang senantiasa berbagi informasi dan menyemangati selama proses perkuliahan terutama pada penyelesaian laporan Tugas Akhir;
14. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses pengambilan data observasi lapangan dan pengerjaan laporan ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca semua.

Harapan penulis semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada penulis pada khususnya dan kepada pembaca pada umumnya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

MERCU BUANA

Jakarta, 14 Februari 2025

Penulis

(Ayuwati Citra Pertiwi)

ABSTRAK

Bandar Udara Soekarno Hatta yang merupakan pintu gerbang nasional domestik antar negara dan ibu kota negara Indonesia yang mana memerlukan fasilitas pendukung yang harus terjaga keandalannya. Perkembangan jumlah penumpang yang meningkat tiap tahunnya menyebabkan sering terjadi complain dari pengguna jasa tata udara dengan suhu udara yang dirasa kurang nyaman pada area Terminal khususnya *Boarding Lounge*, disisi lain masih terdapat peralatan pendukung *air conditioning* yang belum tersedia menjadi poin yang perlu dipertimbangkan. Untuk itu penulis disini akan melakukan penelitian pada Area *Boarding Lounge* Gedung Terminal 2 Bandara Soekarno Hatta yaitu perhitungan kembali pada kapasitas pengkondisian udara untuk mengetahui kondisi kapasitas mesin pendingin yang terpasang apakah masih sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan dan standar SNI, sehingga dapat mengetahui kondisi ruangan mencapai tingkat kenyamanan yang baik dan tidak ada pemborosan energi. Metode yang dilakukan yaitu dengan observasi lapangan dan kajian pustaka kemudian perhitungan bebannya menggunakan rumus CLTD (*Cooling Load Temperature Difference*) berdasarkan studi literatur dan data premier dan sekunder yang hasilnya dibandingkan dengan kapasitas pendingin (AHU/FCU) yang terpasang pada bangunan tersebut.

Kata Kunci: *CLTD, Bandara Soekarno Hatta, Terminal 2 – Boarding Lounge, Suhu udara, Air Conditioning*

ANALYSIS OF COOLING LOAD WITH CLTD METHOD IN THE BOARDING LOUNGE AREA OF SOEKARNO HATTA AIRPORT TERMINAL 2 BUILDING

ABSTRACT

Soekarno Hatta Airport, which is the national domestic gateway between countries and the capital city of Indonesia, requires supporting facilities whose reliability must be maintained. The increasing number of passengers every year causes frequent complaints from users of air conditioning services regarding the air temperature being uncomfortable in the Terminal area, especially the Boarding Lounge. On the other hand, there is still air conditioning support equipment that is not yet available, which is a point that needs to be considered. For this reason, the author here will conduct research on the Boarding Lounge Area of the Terminal 2 Building at Soekarno Hatta Airport, namely recalculating the air conditioning capacity to determine whether the condition of the installed cooling machine capacity is still in accordance with the required capacity and SNI standards, so that we can find out if the condition of the room has reached the level good comfort and no waste of energy. The method used is field observation and literature review, then calculating the load using the CLTD (Cooling Load Temperature Difference) formula based on literature studies and primary and secondary data, the results of which are compared with the cooling capacity (AHU/FCU) installed in the building.

Keywords: CLTD, Soekarno Hatta Airport, Terminal 2 – Boarding Lounge, Air temperature, Air Conditioning

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR DIAGRAM	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP & BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 TEMPERATUR	6
2.2 SIKLUS & PROSES THERMODINAMIKA PADA SISTEM PENDINGINAN UDARA	6
2.2.1 Prinsip Dasar Thermodinamika	6
2.2.2 Siklus Kerja Sistem Pendingin	7
2.3 PERALATAN UTAMA SISTEM TATA UDARA SENTRAL	7
2.3.1 Peralatan Sistem Plan	7

2.3.2 Peralatan Sistem Distribusi Udara	8
2.4 PROSES PENGKONDISIAN UDARA PADA SISTEM TATA UDARA SENTRAL.....	9
2.5 KENYAMANAN THERMAL	11
2.6 BEBAN PENDINGINAN	11
2.7 <i>COOLING LOAD TEMPERATURE DIFFERENCE</i>	13
2.8 PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN	14
2.9 STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI)	18
BAB III	28
METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 DIAGRAM PENELITIAN	28
3.2 METODE PENULISAN.....	31
BAB IV	37
HASIL & PEMBAHASAN	37
4.1 HASIL PENELITIAN.....	37
4.2 PENGHITUNGAN BEBAN	38
4.3 DATA HASIL PENGHITUNGAN BEBAN.....	40
4.4 ANALISA EFISIENSI.....	46
BAB V	47
PENUTUP.....	47
5.1 KESIMPULAN.....	47
5.2 SARAN.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1; Skema Sederhana Mesin Refrigerasi	18
Gambar 2.2; Skema Sederhana Mesin AHU	18
Gambar 2.3; Skema Sederhana Mesin <i>Chiller</i>	20
Gambar 3.1; <i>Lay Out</i> Terminal 2	40
Gambar 3.2; <i>Lay Out</i> tampak atas	40
Gambar 3.3; <i>Lay Out</i> ruangan & sudut kemiringan atap	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1; Data Kelembaban Udara Jabodetabek Tahun 2024	33
Tabel 2.2; Data Suhu Udara Jabodetabek Tahun 2024	34
Tabel 3.1; ASHRAE Koefisien perpindahan kalor rancangan untuk partisi, langit-langit, atau lantai = U	44
Tabel 3.2; ASHRAE Nilai faktor warna dinding luar = K	44
Tabel 3.3; ASHRAE <i>Siding Coeffisien</i> = SC	44
Tabel 3.4; ASHRAE Role of Tam; SHG & LHG	44
Tabel 3.5; ASHRAE Role of Tam; Aktifitas Ruangan	45
Tabel 3.6; Data Hasil Observasi dan Analisa Lapangan	46
Tabel 3.7; Data peralatan <i>supply existing</i> ;	47
Tabel 4.1; Data Bangunan Ruang Boarding Lounge	48
Tabel 4.2; Data Hasil Perhitungan Beban Pendinginan	51
Tabel 4.3; Total Hasil Penghitungan Beban Pendinginan	52
Tabel 4.4; Hasil Analisa Pengukuran dan Perhitungan COP	54
Tabel 4.5; SNI untuk COP	56

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$q_{e,\theta}$	Perolehan panas melalui dinding dan atap pada waktu θ
A	Luas permukaan
δ	Selang waktu
n	Indeks penjumlahan
trc	Nilai constant suhu ruang dalam
b_n, c_n, d_n	Koefisien konduksi fungsi transfer
Q	Beban pendinginan dinding
U	Koefisien perpindahan kalor
CLTDc	Nilai CLTD yang dikoreksi
LM	Faktor koreksi untuk bulan dan posisi lintang
K	Faktor kesesuaian warna dinding
t _a	Temperatur udara luar rata-rata (°F)
t _r	Temperatur ruangan (°F)
t _o	Temperatur udara luar (°F)
DR	<i>Daily range</i> / kisaran temperatur harian
SHGF	<i>Maximum solar heat gain factor</i> (Btu/h.ft ²)
CLF	<i>Cooling load factor</i>
SC	<i>Shading coefficient</i>
Q _s	Kalor <i>sensible</i> (Btu/h)
Q _l	Kalor <i>laten</i> (Btu/h)
CFM	Nilai laju udara masuk infiltrasi (CFM/ft ²)
ΔT	Selisih antara temperatur udara luar dan dalam (°F)
ω_o, ω_i	Selisih rasio kelembaban udara (g/kg)
W	Daya lampu (watt)
BF	<i>Ballast factor</i>
BF	1,25 (lampu neon /TL/LED)
BF	1 (lampu pijar/bohlam)
q _s , q _l	Perolehan panas <i>sensible</i> dan <i>laten</i>

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 3.1; Diagram Alir Penelitian	38
Diagram 3.2; Diagram Alir Perhitungan Beban Pendinginan	39



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ASHRAE	<i>American Society Of Heating Refrigerating and Air Conditioner Engineers</i>
CLTD	<i>Cooling Load Temperature Difference</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
AHU	<i>Air Handling Unit</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>
AC	<i>Air Conditioning</i>
FCU	<i>Fan Coil Unit</i>
TFM	<i>Total Flow Method</i>
TETD	<i>Total Equivalent Temperature Difference</i>
BSN	Badan Standar Nasional
CFFT	<i>Complex Finite Fourier Transform</i>
SHGF	<i>Solar Heat Gain Factor</i>
CLF	<i>Cooling Load Factor</i>
SC	<i>Shading Coefficient</i>
DOE	<i>Department of Energy</i>
ASEAM	<i>A Simplified Energy Analysis Method</i>
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
VAV	<i>Variable Air Volume</i>
BMKG	<i>Badan dan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika</i>
CFM	<i>Cubic Feet per Minute</i>
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
BL	<i>Boarding Lounge</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1; Grafik Beban Pendingin	53
Grafik 4.2; Grafik Performa Flow Rate Udara AHU	55
Grafik 4.3; Grafik COP Carnott	56

