

TUGAS AKHIR

ANALISIS BEBAN PENDINGIN UNTUK PENGKONDISIAN UDARA

PADA LANTAI 7 GEDUNG PERPUSTAKAAN NASIONAL RI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan tugas akhir jenjang pendidikan derajat strata satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

OLEH

NAMA : MUHAMMAD ABIRAFDI NAKSABANDI

NIM : 173112700150015

PEMINATAN : KONVERSI ENERGI



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS NASIONAL

JAKARTA

2022



LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS BEBAN PENDINGIN UNTUK PENGKONDISIAN UDARA
PADA LANTAI 7 GEDUNG PERPUSTAKAAN NASIONAL RI**

OLEH

NAMA : MUHAMMAD ABIRAFDI NAKSABANDI
NIM : 173112700150072
PEMINATAN : KONVERSI ENERGI

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar derajat kesarjanaan strata satu (S.T.) di Program Studi S-I Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional. Tugas Akhir ini dapat disetujui, untuk diajukan dalam sidang.

Jakarta, 3 Februari 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Djarot S W., M. Sc
NID. 040006085

Dosen Pembimbing II

Wismanto S., S.T., M.T
NID. 0201202666



LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS BEBAN PENDINGIN UNTUK PENGKONDISIAN UDARA
PADA LANTAI 7 GEDUNG PERPUSTAKAAN NASIONAL RI**

OLEH

NAMA : MUHAMMAD ABIRAFDI NAKSABANDI
NIM : 173112700150072
PEMINATAN : KONVERSI ENERGI

Telah memperbaiki sesuai saran dari Dosen Penguji dalam Sidang Tugas Akhir yang dilaksanakan pada tanggal 3 Maret 2022.

Jakarta, 21 Maret 2022

Menyetujui,

Penguji I

Basori, S.T, M.T
NID. 0102130822

Penguji II

Cahyono Heri P., S.T., M.T
NID. 0711070772

Penguji III

Ir. Sungkono., MT
NID. 040005087



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS BEBAN PENDINGIN UNTUK PENGKONDISIAN UDARA
PADA LANTAI 7 GEDUNG PERPUSTAKAAN NASIONAL RI**

OLEH

NAMA : MUHAMMAD ABIRAFDI NAKSABANDI
NIM : 173112700150015
PEMINATAN : KONVERSI ENERGI

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji dalam sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, yang dilaksanakan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 3 Maret 2022

Jakarta, 3 Maret 2022

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Mesin**

**Basori, S.T, M.T.
NID.0102130822**



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Abirafdi Naksabandi
NIM : 173112700150072
Program Studi : S-1 Teknik Mesin
Peminatan : Konversi Energi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang telah saya buat ini dengan judul “**Analisis Beban Pendingin Untuk Pengkondisian Udara Pada Lantai 7 Gedung Perpustakaan Nasional RI**” adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip seluruhnya dari karya ilmiah orang lain, kecuali yang sudah disebutkan sumbernya.

Jakarta, 3 Februari 2022

Penulis,

Muhammad Abirafdi Naksabandi

ANALISIS BEBAN PENDINGIN UNTUK PENGKONDISIAN UDARA PADA LANTAI 7 GEDUNG PERPUSTAKAAN NASIONAL¹⁾

Muhammad Abirafdi Naksabandi²⁾
173112700150072

Abstrak,

Analisis Beban Pendingin Untuk Pengkondisian Udara Pada Lantai 7 Gedung Perpustakaan Nasional RI. Penulisan penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban pendingin udara agar diketahui kecukupan dari energi mesin pengkondisian udara untuk menghasilkan suhu udara yang sesuai dengan kapasitas ruangan tersebut, karena kebutuhan akan pendingin dalam suatu ruangan sangat dibutuhkan untuk menimbulkan rasa nyaman ketika sedang berada didalam ruangan tersebut. Kondisi didalam maupun luar ruangan sangat mempengaruhi kebutuhan mesin pendingin yang tersedia. Gedung perpustakaan pada lantai 7 menggunakan jenis *ac central* dengan 1 AHU (*Air Handling Unit*) per lantai yang berasal dari mesin chiller, dimana mesin tersebut harus mencukupi kapasitas beban pendingin yang ditanggung dalam lantai tersebut. Dalam analisa ini juga dilakukan perhitungan beban-beban yang ditanggung oleh lantai tersebut yaitu pada ruang perpustakaan lansia, perpustakaan anak, *Exhibition space*, *back office* dan musholah, yang masing-masing terdiri dari beban pendingin eksternal dan internal. Beban eksternal terdiri dari beban transmisi kaca, beban radiasi kaca, beban transmisi dinding dan beban infiltrasi, sedangkan beban internal yang terdiri dari beban penghuni, beban penerangan, dan beban peralatan. Dari total beban tersebut dihasilkan beban pendinginan sebesar 212,060.558 Btu/hr sementara kapasitas AHU yang terpasang diketahui sebesar 280,099.29 Btu/hr. Dengan kapasitas AHU tersebut dapat disimpulkan bahwa beban pendinginan pada kondisi maksimum masih dapat tercukupi.

Kata kunci: Beban Pendingin, AHU (*Air Handling Unit*), AC Central, Pengkondisian Udara

1) Judul Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin dan Sains Universitas Nasional
2) Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin dan Sains Universitas Nasional.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu dan tanpa adanya halangan.

Dalam tugas akhir ini penulis mengambil judul **“Analisis Beban Pendingin Untuk Pengkondisian Udara Pada Lantai 7 Gedung Perpustakaan Nasional RI”** ini dibuat dengan tujuan untuk melengkapi syarat tugas akhir di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional. Selanjutnya penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Novi Azman, S.T., M.T. Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains.
2. Bapak Basori, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
3. Bapak Ahmad Zayadi, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
4. Bapak Masyhudi, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
5. Bapak Dr. Ir. Djarot S W., M. Sc. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
6. Bapak Wismanto S., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
7. Seluruh staf pengajar Program dan staf tata usaha sekretariat Studi Teknik Mesin Universitas Nasional, berkat ilmu yang telah di berikan kepada penulis selama penulis menjalani masa studi di perkuliahan.
8. Afif Muchayattullah, S.T. selaku pembimbing saat penelitian berlangsung di Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia.

9. Madinah dan Rubyhatul Andawiyah, selaku orang tua penulis. Terimakasih telah banyak memberikan semangat serta doa, selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir hingga selesai.
10. Aditya Rafi Muhamad, selaku teman seperjuangan dalam peminatan konversi energi yang telah memberikan banyak semangat dan masukan dalam pembuatan Tugas Akhir ini hingga selesai.
11. Shela Oktavia, yang telah memberikan semangat serta membantu memberikan saran-saran dalam pembuatan Tugas Akhir ini hingga selesai.
12. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir yang telah bersama-sama menempuh pendidikan di Universitas Nasional dengan suka dan duka.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Jakarta, 3 Maret 2022

Penulis,



Muhammad Abirafdi Naksabandi

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR | i |
| LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iv |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Metode Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II TINJAUAN LITERATUR | 6 |
| 2.1 Tinjauan Literatur | 6 |
| 2.2 Sistem Pengkondisian Udara | 7 |
| 2.3 Pengkondisian Udara Terpusat (AC Central) | 8 |
| 2.3.1 Mesin Pengkondisian udara | 8 |

| | | |
|--------------------------------------|--|----|
| 2.4 | Beban Pendingin (<i>Cooling Load</i>) | 10 |
| 2.5 | Beban Pendingin Eksternal | 12 |
| 2.5.1 | Beban Transmisi | 13 |
| 2.5.2 | Beban Radiasi Matahari Melalui Kaca | 14 |
| 2.5.3 | Beban Pendinginan Melalui Ventilasi dan Infiltrasi | 15 |
| 2.6 | Beban Pendingin Internal | 15 |
| 2.6.1 | Beban Pendingin Melalui Partisi | 16 |
| 2.6.2 | Beban Penghuni | 16 |
| 2.6.3 | Beban Penerangan | 17 |
| 2.6.4 | Beban Peralatan | 18 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 19 |
| 3.1 | Metodologi Penelitian | 19 |
| 3.2 | Diagram Alir Penelitian | 19 |
| 3.3 | Prosedur Penelitian | 21 |
| 3.4 | Metode Pengambilan Data | 21 |
| 3.4 | Cara mendapatkan Hasil Penelitian | 23 |
| 3.4.1 | Keterangan Gedung | 23 |
| 3.4.2 | Denah | 23 |
| 3.4.3 | Kondisi Ruang | 24 |
| 3.4.4 | Temperatur Luar Gedung | 24 |
| 3.4.5 | Konstruksi Atap | 25 |
| 3.4.6 | Konstruksi Dinding | 25 |
| 3.4.7 | Pintu | 26 |
| 3.4.8 | Kapasitas AHU | 27 |

| | | |
|------------------------------------|---|----|
| 3.4.9 | Beban Penghuni | 27 |
| 3.4.10 | Beban Penerangan | 28 |
| 3.4.11 | Beban Peralatan Elektronik | 28 |
| 3.5 | Metode Perhitungan Beban Eksternal | 29 |
| 3.6 | Perhitungan Beban Pendinginan Internal | 30 |
| 3.7 | Beban Pendingin Total | 31 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 33 |
| 4.1 | Perhitungan Beban Pendingin | 33 |
| 4.2 | Perhitungan Beban Pendinginan Eksternal | 34 |
| 4.2.1 | Beban Tranmisi Melalui Kaca | 34 |
| 4.2.2 | Beban Radiasi Matahari Melalui Kaca | 36 |
| 4.2.3 | Beban Transmisi Pada Dinding | 37 |
| 4.2.4 | Beban Infiltrasi Pada Pintu | 39 |
| 4.3 | Perhitungan Beban Internal | 40 |
| 4.3.1 | Beban Penghuni | 41 |
| 4.3.2 | Beban Penerangan | 42 |
| 4.3.3 | Beban Peralatan Elektronik | 42 |
| 4.4 | Beban Total Pendinginan | 43 |
| 4.5 | Analisa Beban Pendinginan Udara | 44 |
| 4.6 | Perbandingan beban pendingin dengan kapasitas AHU | 47 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 48 |
| 5.1 Kesimpulan | 48 |
| 5.2 Saran | 49 |
| DAFTAR PUSTAKA | 50 |
| LAMPIRAN | 52 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Skema dan komponen sistem pengkondisian udara | 9 |
| Gambar 2.2 | Proses siklus penyerapan kalor dan pelepasan kalor pada mesin chiller | 10 |
| Gambar 2.3 | Ilustrasi beban pendinginan ruangan | 13 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir proses penelitian | 21 |
| Gambar 3.2 | Denah lantai 7 Perpustakaan Nasional RI | 23 |
| Gambar 3.3 | Spesifikasi AHU Lantai 7 | 27 |
| Gambar 4.1 | Grafik Perbandingan Total Pendingin Lantai 7 Perpustakaan Nasional | 46 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman | |
|------------|--|----|
| Tabel 3.1 | Luas ruangan | 24 |
| Tabel 3.2 | Kondisi Udara Luar Gedung | 24 |
| Tabel 3.3 | Konstruksi Bahan Dinding 1 (D1) | 25 |
| Tabel 3.4 | Konstruksi Bahan Dinding 2 (D2) | 25 |
| Tabel 3.5 | Luas dinding tiap ruangan pada lantai 7 | 25 |
| Tabel 3.6 | Luas pintu <i>emergency exit</i> pada lantai 7 gedung perpustakaan | 26 |
| Tabel 3.7 | Jumlah penghuni di tiap ruangan lantai 7 perpustakaan nasional | 27 |
| Tabel 3.8 | Jumlah Lampu Pada Lantai 7 Gedung Perpustakaan | 28 |
| Tabel 3.9 | Beban Peralatan Elektronik Perpustakaan Lansia di jam 09.00 | 28 |
| Tabel 3.10 | Beban Peralatan Elektronik Perpustakaan Lansia di jam 12.00 | 28 |
| Tabel 3.11 | Beban Peralatan Elektronik Perpustakaan Lansia di jam 15.00 | 29 |
| Tabel 4.1 | kondisi lingkungan Perpustakaan Nasional | 33 |
| Tabel 4.2 | Hasil Penyesuaian Arah Mata Angin | 34 |
| Tabel 4.3 | CLTD (°F) untuk kaca | 35 |
| Tabel 4.4 | <i>Heat gain</i> yang dihasilkan dari kegiatan pada lantai 7 | 41 |
| Tabel 4.5 | Jumlah dan Spesifikasi Lampu Yang Digunakan | 42 |

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 4.6 | Beban Peralatan Elektronik Perpustakaan Lansia di jam 15.00 | 43 |
| Tabel 4.7 | Hasil Dari Perhitungan Beban Pendingin Ruang Perpustakaan Lansia | 44 |
| Tabel 4.8 | Hasil Dari Perhitungan Beban Pendingin Ruang Perpustakaan Anak | 44 |
| Tabel 4.9 | Hasil Dari Perhitungan Beban Pendingin Ruang Exhibition Space | 44 |
| Tabel 4.10 | Hasil Dari Perhitungan Beban Pendingin Ruang Back Office | 44 |
| Tabel 4.11 | Hasil Dari Perhitungan Beban Pendingin Ruang Musholah | 45 |
| Tabel 4.12 | Perbandingan Beban Pendingin Udara (Pukul 15.00) dengan Kapasitas AHU | 47 |

