

SKRIPSI

**ANALISIS BEBAN PENDINGINAN AC SENTRAL
PADA GEDUNG D4 TEKNOLOGI POLITEKNIK
NEGERI BALI MENGGUNAKAN PERANGKAT
LUNAK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

FERI IRAWAN
NIM 2115234007

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besarnya beban pendinginan pada Gedung D4 Politeknik Negeri Bali menggunakan perangkat lunak. Pendekatan yang digunakan bersifat analitis dengan memasukkan data lapangan melalui observasi langsung dan pengukuran parameter bangunan, antara lain dimensi ruang, jenis material dinding, luas kaca jendela, serta orientasi bangunan terhadap radiasi matahari. Simulasi menggunakan perangkat lunak menghasilkan total coil load sebesar 311,6 kW yang terbagi menjadi tiga zona termal: lantai 1 = 82,3 kW, lantai 2 = 113,1 kW, dan lantai 3 = 116,2 kW. Analisis beban menunjukkan dominasi beban sensibel sebesar 65% dibanding beban laten 35%, puncak harian terjadi pada pukul 14.00 WITA, puncak tahunan tercatat pada bulan Desember sebesar 382,1 kW, dan beban terendah pada bulan April sebesar 277,1 kW. Distribusi heat gain mengidentifikasi perpindahan panas melalui envelope bangunan dan infiltrasi udara sebagai kontributor utama, sedangkan kontribusi internal relatif lebih kecil. Jika dibandingkan dengan kapasitas AC yang terpasang pada gedung sebesar total 376 kW, dengan pembagian lantai 1 sebesar 144 kW, lantai 2 sebesar 116 kW, dan lantai 3 sebesar 116 kW, maka kapasitas terpasang lebih tinggi daripada hasil simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem AC yang digunakan telah memadai untuk mencukupi kebutuhan beban pendinginan bahkan saat beban puncak, sekaligus memberikan margin cadangan untuk mengantisipasi fluktuasi beban. Temuan ini menegaskan pentingnya optimalisasi performa termal envelope dan manajemen ventilasi sebagai strategi utama dalam menekan kebutuhan pendinginan.

Kata kunci: beban pendinginan, perangkat lunak, beban pendinginan sensibel, beban pendinginan laten

COOLING LOAD ANALYSIS OF CENTRAL AIR CONDITIONING IN THE D4 TECHNOLOGY BUILDING OF BALI STATE POLYTECHNIC USING SOFTWARE APPLICATION

ABSTRACT

This study aims to calculate the cooling load of the D4 Building at Politeknik Negeri Bali using software-based simulation. An analytical approach was employed by incorporating field data obtained through direct observation and measurement of building parameters, including room dimensions, wall material types, window glazing area, and building orientation toward solar radiation. The simulation results indicate a total coil load of 311.6 kW, distributed across three thermal zones: floor 1 = 82.3 kW, floor 2 = 113.1 kW, and floor 3 = 116.2 kW. The load analysis reveals that sensible load dominates at 65%, compared to 35% latent load. The daily peak occurs at 14:00 WITA, with the annual peak recorded in December at 382.1 kW, while the lowest load appears in April at 277.1 kW. Heat-gain distribution identifies heat transfer through the building envelope and air infiltration as the main contributors, whereas internal loads are relatively smaller. When compared to the installed air-conditioning capacity of 376 kW (floor 1 = 144 kW, floor 2 = 116 kW, floor 3 = 116 kW), the installed capacity exceeds the simulated demand. This indicates that the existing air conditioning system is sufficient to meet cooling requirements even during peak conditions, while also providing a reserve margin to accommodate load fluctuations. These findings emphasize the importance of optimizing thermal-envelope performance and ventilation management as key strategies to minimize cooling demand.

Keywords: *cooling load, software, sensible cooling load, latent cooling load*

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan Oleh Pembimbing.....	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum.....	3
1.4.2 Tujuan khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat bagi penulis	4
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali	4
1.5.3 Manfaat bagi pihak umum	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Klasifikasi Sistem Pengkondisian Udara.....	5
2.2 <i>Central Station System</i>	5
2.3 <i>Unitary System</i>	7
2.4 Pertimbangan dan Perencanaan Awal AC Sentral	9

2.4.1	Kondisi umum bangunan	9
2.4.2	Kondisi kenyamanan ASHRAE	10
2.5	Faktor–Faktor Dalam Menghitung Beban Pendinginan	10
2.6	Perhitungan Beban Pendinginan.....	13
2.6.1	Perhitungan beban melalui dinding.....	14
2.6.2	Perhitungan beban melalui lantai	16
2.6.3	Perhitungan beban melalui atap	17
2.6.4	Perhitungan beban melalui kaca.....	18
2.6.5	Perhitungan beban manusia.....	19
2.6.6	Perhitungan beban lampu	20
2.6.7	Perhitungan beban peralatan elektronik	21
2.6.8	Beban <i>infiltrasi</i>	22
2.6.9	Beban <i>ventilasi</i>	23
2.7	Kapasitas Pendinginan.....	24
2.8	<i>Hourly Analysis Program (HAP) Software</i>	25
2.9	Diagram Psikrometri.....	26
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Jenis Penelitian	31
3.2	Alur Penelitian	32
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	33
3.4	Penentuan Sumber Data.....	33
3.5	Sumber Daya Penelitian	34
3.6	Instrumen Penelitian	39
3.7	Prosedur Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Model dan Metode Simulasi.....	41
4.1.1	Data Geometri Bangunan	41
4.1.2	Data Geografis dan Data Cuaca	43
4.1.3	Beban Internal	44
4.1.4	Parameter Operasional dan Asumsi HAP	48
4.2	Hasil Perhitungan Coil Load	50

4.3	Analisis Beban Sensibel dan Laten.....	51
4.4	Profil Fluktuasi Beban Pendinginan Per Jam Sepanjang Tahun.....	53
4.5	Distribusi Heat Gain di Setiap Zona.....	54
4.6	Representasi Psikrometrik Beban Pendinginan.....	56
BAB V PENUTUP		58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....		60
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahanan termal permukaan Ri dan Ro	13
Tabel 2.2 Konduktivitas termal bahan penyusun dinding.....	13
Tabel 2.3 <i>Wall construction group description</i>	14
Tabel 2.4 <i>Latitude Month</i>	16
Tabel 2.5 Koefisien Warna	16
Tabel 2.6 Standard $U_{\text{value roof}}$	17
Tabel 2.7 Koefisien Warna	18
Tabel 2.8 <i>Value factor for roof</i>	18
Tabel 2.9 <i>Cooling load factor for glass</i>	18
Tabel 2.10 <i>Solar heat gain factor for glass</i>	19
Tabel 2.11 <i>Standards sensible and latent heat gain for people</i>	20
Tabel 2.12 <i>Ballast factor for lamp</i>	21
Tabel 2.13 <i>Heat gain from equipment</i>	21
Tabel 2.14 Nilai ketetapan CLF <i>electrical equipment</i>	22
Tabel 2.15 <i>Typical allowable design air infiltration rates through windows and doors</i>	23
Tabel 2.16 <i>Infiltration rate ventilation</i>	24
Tabel 3.1 Kegiatan penelitian.....	33
Tabel 4.1 Karakteristik Geometri dan Material Envelope per Lantai	41
Tabel 4.2 Pembagian Ruangan Pada Lantai 1	42
Tabel 4.3 Pembagian Ruangan Pada Lantai 2	42
Tabel 4.4 Pembagian Ruangan Pada Lantai 3	43
Tabel 4.5 Kapasitas Orang Tiap Ruangan	45
Tabel 4.6 Beban Peralatan Elektronik per Ruang	46
Tabel 4.7 Beban Pencahayaan per Ruang	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Kerja <i>Constant Air Volume</i> (CAV)	6
Gambar 2.2 Sistem Kerja <i>Variable Air Volume</i> (VAV)	6
Gambar 2.3 <i>Self-contained air conditioning</i>	8
Gambar 2.4 <i>Split system air conditioning</i>	9
Gambar 2.5 Diagram Psikrometrik	27
Gambar 2.6 Garis <i>Dry Bulb Temperature</i> pada Diagram Psikrometri	28
Gambar 2.7 Garis <i>Wet Bulb Temperature</i> pada Diagram Psikrometri	29
Gambar 2.8 Garis <i>Relative Humidity</i> pada Diagram Psikrometri	29
Gambar 2.9 Garis <i>Enthalpy</i> pada Diagram Psikrometri	30
Gambar 2.10 Garis <i>Dew Point</i> pada Diagram Psikrometri	30
Gambar 3.1 Flowchart dari Perhitungan Beban Pendinginan	32
Gambar 3.2 Lantai 1 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali	35
Gambar 3.3 Lantai 2 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali	36
Gambar 3.4 Lantai 3 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali	37
Gambar 3.5 Roof Top Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali	38
Gambar 3.6 Aplikasi HAP <i>Software</i>	39
Gambar 4.1 Denah Lantai 1 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali	41
Gambar 4.2 Denah Lantai 2 Gedung D4 Politeknik Negeri Bali	42
Gambar 4.3 Denah Lantai 3 Gedung D4 Politeknik Negeri Bali	43
Gambar 4.4 Pemilihan Database Cuaca BMKG pada HAP <i>Software</i>	44
Gambar 4.5 Jadwal Thermostat Saat Weekday	48
Gambar 4.6 Jadwal Thermostat Saat Weekend	49
Gambar 4.7 Tampilan Antarmuka Penetapan Setpoint Pada Ruangan	49
Gambar 4.8 Penambahan Safety Factor Pada HAP <i>Software</i>	50
Gambar 4.9 Hasil Perhitungan <i>Cooling Load</i> Menggunakan HAP <i>Software</i>	51
Gambar 4.10 Grafik Distribusi Beban Sensibel dan Laten per Ruang	52
Gambar 4.11 Grafik Beban Pendinginan per Jam Dalam Setahun	53
Gambar 4.12 Persebaran Beban Kalor Pada Bangunan	55
Gambar 4.13 Diagram Psikrometrik Sistem FCU	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan Coil Load HAP Software	62
Lampiran 2 Hasil Perhitungan Beban Ruang dan Aliran Udara	63
Lampiran 3 Hasil Perhitungan Sebaran Beban Kalor Per Ruangan Lantai 1	64
Lampiran 4 Hasil Perhitungan Sebaran Beban Kalor Per Ruangan Lantai 2	74
Lampiran 5 Hasil Perhitungan Sebaran Beban Kalor Per Ruangan Lantai 3	83
Lampiran 6 Distribusi Beban Per Jam Selama Periode Satu Bulan.....	92

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan fenomena yang terjadi akibat anomali kondisi alam terhadap keadaan normalnya dalam jangka waktu tertentu. Salah satu tanda perubahan iklim adalah meningkatnya suhu udara secara signifikan serta perubahan pola musim yang tidak terduga (Sandi et al., 2024). Kondisi ini menjadikan sistem tata udara sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang nyaman dan sesuai dengan preferensi penghuninya. Sistem tata udara, atau dikenal sebagai sistem pengatur udara, dirancang untuk mengatur temperatur, kelembaban, dan sirkulasi udara dalam suatu ruangan sehingga memenuhi standar kenyamanan termal. Sistem ini menjadi semakin relevan terutama ketika temperatur lingkungan eksternal tidak mendukung kenyamanan penghuni bangunan (Sitanggang, et al., 2024).

Pemanfaatan *Air Conditioner* (AC) pada bangunan telah menjadi solusi utama sekaligus kebutuhan pokok untuk menunjang kenyamanan termal. AC tidak hanya memberikan kenyamanan bagi penghuni bangunan, tetapi juga meningkatkan produktivitas dan kualitas aktivitas di dalam ruangan. Penggunaan AC di kota-kota besar Indonesia terus meningkat, terlihat dari penerapannya yang meluas pada tempat tinggal, fasilitas umum, dan infrastruktur lainnya. Peningkatan ini dipengaruhi oleh dampak pemanasan global (*global warming*) yang menyebabkan temperatur iklim di Indonesia semakin tinggi (Anam & Hariyanto, 2021). Dalam memenuhi kebutuhan kenyamanan, faktor kesesuaian antara kapasitas mesin pendingin dengan beban pendinginan ruangan menjadi aspek penting. Hal ini tidak hanya bertujuan untuk menciptakan kenyamanan, tetapi juga untuk memastikan efisiensi energi dan menghindari pemborosan energi yang dapat merugikan secara ekonomi maupun lingkungan.

Sejalan dengan upaya efisiensi energi, berbagai inovasi dan kemajuan telah dikembangkan dalam teknologi pengkondisian udara. Kondisi udara dalam ruangan yang direncanakan harus sesuai dengan fungsi dan persyaratan penggunaan ruangan

yang diatur dalam standar tertentu. Berdasarkan SNI 6390:2011 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung, sistem tata udara harus dirancang untuk memenuhi kenyamanan termal penghuni secara efisien dan berkelanjutan (Maryadi, 2019).

Penggunaan perangkat lunak seperti HAP (*Hourly Analysis Program*) telah mempermudah proses perhitungan beban pendinginan dan pemanasan pada bangunan. HAP yang dikembangkan oleh Carrier, merupakan alat bantu yang digunakan oleh profesional teknik mekanikal untuk merancang sistem tata udara (HVAC) secara efisien dan akurat. Perangkat lunak ini mampu menganalisis beban pendinginan dan pemanasan secara detail dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti jenis material bangunan, orientasi bangunan, suhu lingkungan, kelembaban, dan radiasi matahari. Hasil analisis HAP memberikan gambaran kebutuhan energi yang diperlukan untuk menjaga kenyamanan termal di dalam ruangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban pendinginan pada gedung D4 Politeknik Negeri Bali menggunakan perangkat lunak HAP (*Hourly Analysis Program*). Hasil dari perhitungan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan implementasi sistem AC sentral yang efisien. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu mencapai keseimbangan antara kenyamanan termal dan efisiensi energi dalam operasional gedung.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diambil pada penulisan skripsi ini terdapat dua poin, sebagai berikut :

1. Berdasarkan spesifikasi gedung dan parameter operasional gedung D4 Teknologi. Berapakah beban pendinginan yang dihasilkan untuk perencanaan sistem AC Sentral ?
2. Berapakah hasil perhitungan *coil load* untuk masing-masing lantai beserta perhitungan beban sensibel dan beban latennya ?
3. Bagaimana distribusi *heat gain* yang dihasilkan dari simulasi tersebut dan analisis psikrometrik yang dihasilkan ?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam skripsi ini tidak terlalu luas dan jauh dari topik yang telah ditentukan maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Data cuaca yang digunakan berasal dari data historis rata-rata wilayah Bali dan tidak mencakup variasi iklim yang ekstrem atau perubahan iklim jangka panjang dalam kurun waktu 1 tahun.
2. Perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan asumsi bahwa sistem AC beroperasi dalam kondisi normal dan sesuai jadwal penggunaan gedung. Beban termal akibat perubahan suhu lingkungan di luar jadwal operasional tidak dianalisis secara mendalam.
3. Data struktur bangunan yang tidak bisa dijangkau dan diukur langsung dilapangan, penulis menggunakan asumsi berdasarkan standar ASHRAE, skripsi, dan jurnal ilmiah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan umum

- 1) Sebagai syarat untuk memenuhi kriteria kelulusan Jurusan Teknik Mesin.
- 2) Sebagai pengaplikasian materi yang telah didapatkan selama menjadi Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

- 1) Untuk dapat menentukan total beban pendinginan pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali menggunakan HAP *Software*
- 2) Untuk mengidentifikasi sumber beban pendinginan dan sebaran sumber panas pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.
- 3) Untuk menggambarkan fluktuasi beban pendinginan pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali berdasarkan hasil perhitungan dari HAP *Software*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini bagi penulis, bagi institusi Politeknik Negeri Bali dan pihak umum sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat bagi penulis

- 1) Mengimplementasikan ilmu yang didapat penulis selama kuliah dan penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan penulis mengenai sistem tata udara pada gedung.
- 2) Meningkatkan pengetahuan dalam mengoperasikan *software* HAP.
- 3) Meningkatkan pengetahuan mengenai hal yang menjadi sumber beban pendinginan.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Bagi perguruan tinggi, kegiatan ini merupakan wujud nyata dari tri dharma perguruan tinggi yang ketiga, kepercayaan dan keyakinan masyarakat akan kemampuan kinerja industri Politeknik Negeri Bali pada rekayasa teknologi juga menjadi semakin kuat. Kedekatan Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Bali dengan masyarakat sekitarnya juga semakin erat.

1.5.3 Manfaat bagi pihak umum

Adapun manfaat penelitian ini bagi pihak umum adalah hasil dari penelitian ini memberikan referensi mengenai bagaimana fungsi perangkat lunak HAP (*Hourly Analysis Program*) dalam menghitung beban pendinginan dan juga untuk membantu memudahkan menganalisis beban pendinginan pada gedung bertingkat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi perhitungan beban pendinginan menggunakan perangkat lunak pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali, diperoleh total *coil load* sebesar 311,6 kW yang terbagi ke dalam tiga zona termal, yakni zona lantai 1 (82,3 kW), lantai 2 (113,1 kW), dan lantai 3 (116,2 kW). Hasil ini mencerminkan estimasi beban sensibel dan laten yang sudah mencakup kontribusi perpindahan panas eksternal (melalui dinding, atap, kaca) dan internal (okupansi, peralatan, pencahayaan) pada kondisi iklim daerah Jimbaran yang diambil dari data BMKG selama 8.760 jam.

Analisis beban sensibel dan laten menunjukkan bahwa rata-rata beban sensibel mencapai 65 % dari total *cooling load* per ruang, sedangkan beban laten menyumbang 35 %, menandakan prioritas kapasitas coil pada pendinginan suhu lebih tinggi dibandingkan dehumidifikasi. Profil fluktuasi beban harian memperlihatkan puncak beban sistem FCU pada pukul 14.00 WITA, sedangkan beban puncak tahunan terjadi pada bulan Desember sebesar 382,1 kW dan beban terendah pada bulan April sebesar 277,1 kW.

Distribusi heat gain mengidentifikasi envelope bangunan (dinding 23 %, atap 16 %, lantai 12 %, kaca 12 %) dan infiltrasi udara (11 %) sebagai komponen dominan (> 63 %) yang paling signifikan dalam peningkatan beban pendinginan. Sementara kontribusi internal seperti penghuni 22 %, lampu dan peralatan masing-masing 2 % menunjukkan pentingnya optimalisasi termal envelope dan manajemen ventilasi untuk menekan beban pendinginan.

Jika dibandingkan dengan kapasitas AC yang terpasang pada gedung tersebut, yaitu total 376 kW yang terbagi pada lantai 1 sebesar 144 kW, lantai 2 sebesar 116 kW, dan lantai 3 sebesar 116 kW, terlihat bahwa kapasitas terpasang masih lebih tinggi dibandingkan hasil simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem AC yang

ada sudah mencukupi kebutuhan beban pendinginan, bahkan memberikan margin kapasitas cadangan untuk mengantisipasi fluktuasi beban.

5.2 Saran

Berdasarkan perhitungan beban pendinginan AC Sentral menggunakan HAP *Software* yang telah dilakukan pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali, ada beberapa saran yang dapat diberikan, sebagai berikut:

1. Untuk menurunkan beban pendinginan sensibel, disarankan peningkatan performa termal envelope melalui penggunaan insulasi tambahan pada dinding dan atap, serta pemasangan kaca berlapis rendah emisi (*low-e*) untuk mengurangi radiasi matahari masuk.
2. Pengendalian infiltrasi udara harus diperketat, misalnya dengan memperbaiki celah sambungan pada jendela dan pintu, serta memasang sistem pressure balancing untuk menjaga infiltrasi mendekati asumsi 0,5 ACH pada simulasi.
3. Peninjauan ulang *safety factor* 5 % yang digunakan dalam *software* HAP dapat dipertimbangkan sesuai pemantauan beban aktual lapangan. Apabila beban aktual sering di bawah estimasi, faktor keamanan dapat dikurangi untuk efisiensi investasi perangkat pendingin.
4. Pengaturan jadwal operasional HVAC dapat dioptimalkan dengan penerapan *setback temperature* pada akhir pekan atau *non-operational hours*, sehingga sistem tidak beroperasi penuh pada periode beban rendah dan menghemat energi.
5. Pertimbangkan desain sistem pendingin zonal modular untuk menyesuaikan kapasitas pendinginan sesuai karakteristik beban tiap zona, terutama lantai 2 dan 3 yang memiliki beban lebih tinggi, sehingga distribusi kapasitas lebih merata dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameen, A. (2006). *Refrigeration and Air Conditioning*. Neh Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Anam, S., & Hariyanto. (2021). Analisis Beban Pendingin Gedung Kantor Pt . Rga Internasional Lantai 5 Di Jakarta Utara Dengan Ukuran 16M X 15M X 2 , 8M. *Ismetek*, 12(01), 78–84.
- Arismunandar, W., & Saito, H. (1991). *Penyegaran Udara*. Bandung: PT. Pradnya Paramita.
- Arsana, M. E., Midiani, L. I., & Darmawan, A. (2021). Analisa kinerja FCU menggunakan diagram psikrometri. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, 2, 119-122.
- ASHRAE. (1997). Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- ASHRAE. (2009). *ASHRAE Hand Book Fundamentals*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Budhyowati, M. Y. N., Kindangen, J. I., Tungka, A. E., Program, M., Arsitektur, S., Unsrat, P., Staf,), & Program, P. (2016). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BEBAN PENYEJUKAN PADA BANGUNAN YANG MENGGUNAKAN SISTEM PENGKONDISIAN UDARA (Studi kasus Gedung Kantor Pusat Politeknik Negeri Manado). *Universitas Sam Ratulangi*, 5(1), 116–126.
- Carrier Corporation. (2003). *HAP Quick Reference Guide*. USA.
- Eco Cost Sving. (2022). *How Many Watts Does A Laptop Use ? [Actual Usage & Costs Revealed – 1,084 Studied]*. Retrieved from <https://ecocostsavings.com/how-many-watts-does-a-laptop-use/>
- Hidayati, B. H. . M. M. M., & Saputra, L. S. (2019). Rancang Bangun Dehumidifier Dengan Pemanfaatan Kalor Kondensor. Petra. *Jurnal Teknologi Pendingin Dan Tata Udara*, 6(2), 1–8.
- Maryadi, M. (2019). Pengaruh Pemakaian Tipe Kaca pada Bangunan Gedung Terhadap Beban Pendingin dengan Menggunakan Software Hap Versi 4.90. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3, 32. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2910>
- Samnur. (2011). Perancangan Sistem Pengkondisian Udara (AC) pada Ruang Aula Teknol Fakultas Teknik. *Teknologi*, 13(No 4), 227–236.

- Sandi, A. K., Wijaksana, H., Suarnadwipa, I. N., Studi, P., Udayana, U., & Bali, J. (2024). *Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Gedung Advanced Research Laboratory Fakultas Teknik Universitas Udayana dengan Metode Cooling Load Temperature Difference*. 13(1).
- Sitanggang, F. A., Marcellino, A., Petrus, B. R., Khariman, M. N., Alfian, D. G., & Silitonga, D. J. (2024). Analisis Beban Pendinginan Pada Ruangan GK-104 Institut Teknologi Sumatera. *Journal Renewable Energy & Mechanics (REM)*, 7, 12-21.
- Suamir, I. N. (2020). *Desain dan Pengembangan RHVAC Basis Komputer*.