

SKRIPSI

**ANALISIS TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RANCANGAN DI
MAKASSAR**



**Oleh :
NURKHAFIDZAH
D021 18 1022**

DEPARTEMEN MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

SKRIPSI

**ANALISIS TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RANCANGAN DI
MAKASSAR**

OLEH :

NURKHAFIDZAH

D0211 18 1022

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

DEPARTEMEN MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mengikuti ujian akhir guna memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

**ANALISIS TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RANCANGAN DI
MAKASSAR**

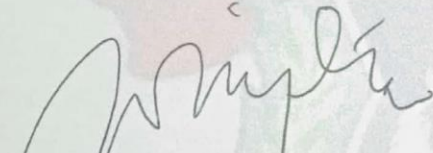
NURKHAFIDZAH

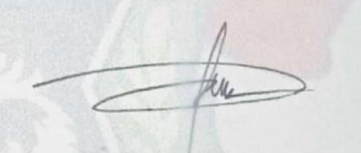
D021 18 1022

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Prof. Dr. Eng. Erwin Eka Putra, ST., MT
NIP. 19711221 199802 1 001


Gerard Antonini Duma, ST., MT
NIP. 19920226 201903 1 009

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT

NIP. 19720825 20003 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : NURKHAFIDZAH

NIM : D021181022

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS TEMPERATUR DAN KELEMBABAN
RANCANGAN DI MAKASSAR

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Gowa, Oktober 2022

Yang membuat pernyataan.



NURKHAFIDZAH

ABSTRAK

Kondisi cuaca di suatu wilayah dapat ditentukan oleh sejumlah faktor, antara lain curah hujan, kelembaban udara, dan suhu udara. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka perlu untuk mengetahui persyaratan yang diperlukan dalam menciptakan kenyamanan lingkungan terhadap data karakteristik cuaca atau sifat-sifat udara di wilayah tersebut. Karakteristik udara atau sifat-sifat udara dapat diperoleh dengan parameter udara yang menjadi tinjauan terhadap unjuk kerja psikrometri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik udara serta temperatur dan kelembaban rancangan di Makassar. Data pengukuran berupa temperatur udara, kelembaban relatif dan tekanan udara untuk tahun 2000–2021 telah diolah dengan menggunakan psikometri untuk mencari kondisi rata-rata karakteristik udara lokal. Penelitian ini menganalisis karakteristik udara berupa, rasio kelembaban (ω), entalpi udara (h), volume spesifik (v), temperatur rancangan (θ_{ranc}), perubahan temperatur harian (ΔT). Di Makassar, musim panas berlangsung selama 7 bulan yaitu dari bulan Mei – November sedangkan musim hujan berlangsung selama 5 bulan yaitu dari bulan Desember – April. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata temperatur di Makassar yaitu 27,7 °C, kelembaban relatif (ϕ) rata-rata 80% , rasio kelembaban (ω) rata-rata 0.0187 kg/kg', entalpi (h) rata-rata 75,63 kJ/kg.udara kering, ketiga karakteristik udara tersebut meningkat pada musim hujan (Desember–Mei), dan volume spesifik (v) rata-rata 0.8805 m³/kg.udara kering, sedangkan temperatur rancangan (θ_{ranc}) adalah 29,4 °C, dan kelembaban rancangan (ϕ_{ranc}) adalah 69%, serta perubahan temperatur harian (ΔT) adalah 9,2 °C.

Kata kunci : psikrometri, temperatur rancangan, kelembaban rancangan, perubahan temperatur harian

ABSTRACT

Weather conditions in an area can be determined by a number of factors, including rainfall, humidity, and air temperature. Based on these factors, it is necessary to know the requirements needed to create environmental comfort for data on weather characteristics or air characteristics in the area. Air characteristics or air properties can be obtained by air parameters that are a review of psychrometric performance. The purpose of this study was to determine the characteristics of the air and the design temperature and humidity in Makassar. The measurement data in of air temperature, relative humidity and air pressure for years 2000-2021 have been calculated using psychometrics to find the average of local air characteristics condition. This research analyzes air characteristics of air, that is, humidity ratio (ω), enthalpy of air (h), specific volume (υ), device temperature (θ), daily temperature change (ΔT). In Makassar, summer lasts for 7 months, that is from May to November, while the rainy season lasts for 5 months, that is from December to April. The results of this research indicate that the average temperature in Makassar is 27.7 °C, relative humidity (ϕ) is 80%, humidity ratio (ω) is 0.0187 kg/kg', enthalpy (h) is 75,63 kJ/kg_{dry air}, the third air characteristics increase in the rainy season (December–May), and specific volume (υ) is 0.8805 m³/kg_{dry air}, while the device temperature (θ) is 29,4 °C, and device humidity is 69%, and the daily temperature change (ΔT) is 9,2 °C.

Key words : psychrometry, device temperature, device humidity, daily temperature change

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Salam serta shalawat kepada Nabi Muhammad SAW sebagai teladan bagi seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Adapun judul tugas akhir ini yaitu **“Analisis Temperatur dan Kelembaban Rancangan di Makassar”**. Perjalanan dalam mengerjakan tugas akhir ini bukanlah hal yang mudah untuk dilalui. Berbagai macam dinamika dan ujian yang terjadi menjadi tantangan tersendiri bagi penulis. Namun bagaimanapun apa yang telah penulis lakukan dan kerjakan dalam penyusunan tugas akhir ini, akan selalu menjadi bagian sejarah dalam hidup penulis.

Terwujudnya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis baik segi tenaga, pikiran, doa, maupun materi. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan doanya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta serta saudara (i) penulis Nurinayah Magfirah, Nayzilla Cahyadi, dan Muh. Kafkah Cahyadi yang tiada hentinya mendoakan, mendampingi dan memberi dukungan.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Erwin Eka Putra, ST., MT., selaku Pembimbing I yang telah membimbing, mendampingi, serta mengarahkan penulis dengan sabar sampai selesai mengerjakan tugas akhir.
3. Bapak Gerard Antonini Duma, ST., MT., selaku pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Ibu Ir. Zuriyati Djafar, ST., MT. dan Bapak Asriadi Sakka, ST., M.Eng., selaku anggota tim penguji yang memberikan pengarahannya, koreksi, dan saran dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
5. Saudari Erina Dwi Ramadhani teman seperjuangan penulis yang sangat banyak membantu dan menjadi tempat berbagi suka duka dalam menjalani perkuliahan dan kehidupan.
6. Teman-teman REACTOR'18 terkhusus teman cewek yang banyak memberikan dorongan, kekuatan, dan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Motor Bakar semoga senantiasa dilancarkan segala urusannya.
8. Sahabat-sahabat penulis yang telah kebersamaian sejak SMP hingga sekarang yang juga senantiasa mendoakan dan memberi semangat.
9. Bapak/Ibu staff Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis untuk segala urusan administrasi.
10. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa apa yang dibahas dalam tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Dalam penulisan tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kesulitan dan hambatan mulai dari persiapan hingga selesainya. Kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian selanjutnya.

Gowa, Oktober 2022

Nurkhafidzah

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Psikometri	5
2.2 Sifat-sifat Udara.....	6
2.2.1 Temperatur	6
2.2.2 Kelembaban Relatif.....	7
2.2.3 Rasio Kelembaban	7
2.2.4 Enthalpi	8
2.2.5 Volume Spesifik.....	8
2.3 Sistem Pengkondisian Udara.....	8
2.4 Kenyamanan Termal	10
2.5 Cuaca dan Iklim.....	11
2.6 Unsur-unsur yang Mempengaruhi Cuaca dan Iklim	12
2.6.1 Suhu Udara.....	12
2.6.2 Tekanan Udara	13
2.6.3 Kelembaban Udara.....	13
2.6.4 Awan	14
2.6.5 Curah Hujan	14
2.6.6 Angin.....	14
2.6.7 Penguapan	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Tempat Penelitian.....	16
3.2 Jenis dan Sumber Data	16
3.3.1 Jenis Data	16
3.3.2 Sumber Data.....	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1 Studi Literatur	16
3.3.2 Pengumpulan Data	16
3.3.3 Pengolahan Data.....	17
3.4 Flowchart Penelitian.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Temperatur Rata-rata.....	19
4.1.1 Temperatur Rata-rata Harian.....	19
4.1.2 Temperatur Rata-rata Bulanan	22
4.2 Kelembaban Relatif Rata-rata	23
4.3 Rasio Kelembaban Rata-rata	24
4.4 Enthalpi Rata-rata.....	25
4.5 Volume Spesifik Rata-rata	26
4.6 Perubahan Temperatur Harian Rata-rata	27
4.7 Temperatur dan Kelembaban Rancangan.....	28
4.7.1 Temperatur Rancangan	29
4.7.2 Perbandingan Temperatur Rancangan Per Lima Tahun	30
4.7.3 Kelembaban Rancangan.....	30
4.7.4 Perbandingan Kelembaban Rancangan Per Lima Tahun.....	31
4.8 Uji Statistik.....	31
BAB V PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	36

DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Psikrometri	5
Gambar 4.1.	Tren Suhu Pukul 07.00	19
Gambar 4.2.	Tren Suhu Pukul 13.00	20
Gambar 4.3.	Tren Suhu Pukul 18.00	20
Gambar 4.4.	Perbandingan Rata-rata Suhu pada Masing-masing Waktu	21
Gambar 4.5.	Grafik Temperatur Rata-rata Bulanan.....	22
Gambar 4.6.	Grafik Kelembaban Relatif Rata-rata Bulanan.....	23
Gambar 4.7.	Grafik Rasio Kelembaban Rata-rata Bulanan	24
Gambar 4.8.	Grafik Enthalpi Rata-rata Bulanan.....	25
Gambar 4.9.	Grafik Volume Spesifik Rata-rata Bulanan.....	26
Gambar 4.10.	Grafik Perubahan Temperatur Per Tahun.....	28
Gambar 4.11.	Hasil Temperatur Rancangan.....	29
Gambar 4.12.	Perbandingan Temperatur Rancangan Per Lima Tahun	30
Gambar 4.13.	Hasil Kelembaban Rancangan	30
Gambar 4.14.	Perbandingan Kelembaban Rancangan Per Lima Tahun	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Temperatur dan Kelembaban	9
Tabel 4.1. Uji Statistik Data Temperatur Rata-rata.....	32
Tabel 4.2. Uji Statistik Data Kelembaban Rata-rata	33
Tabel 4.3. Uji Statistik Data Tekanan Rata-rata.....	33

DAFTAR SIMBOL

T	Temperatur	[°C]
ϕ	Kelembaban relatif	[%]
P	Tekanan atmosfer	[kPa]
P _s	Tekanan parsial uap air	[kPa]
P _j	Tekanan jenuh uap air	[kPa]
ω	Rasio kelembaban	[kg/kg]
h	Enthalpi	[kJ/kg _{uk}]
C _p	Panas spesifik tekanan konstan	[kJ/kg.K]
ν	Volume spesifik	[m ³ /kg _{uk}]
R _a	Gas konstan	[J/kg.K]
ΔT	Perubahan temperatur	[°C]
T _{min}	Temperatur minimum	[°C]
T _{max}	Temperatur maksimum	[°C]
Sig	Nilai signifikan	-

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pengkondisian udara merupakan suatu sistem yang bekerja untuk mengatur kondisi udara (temperatur dan kelembaban) dalam suatu ruangan, agar didapatkan kualitas udara yang bagus dan nyaman bagi penghuni di dalam ruangan tersebut (Mochamad. R, 2021). Seperti yang didefinisikan oleh standar ISO (*International Standard Organization*) 7730, Kenyamanan termal adalah hubungan yang kompleks antara temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara. Kondisi kenyamanan juga diartikan sebagai kenetralan termal, yang berarti bahwa seseorang merasa tidak terlalu dingin atau panas (ISO-7730, 1994).

Indonesia merupakan Negara yang berada di antara Benua Australia dan Benua Asia, serta berada di antara Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Secara geografis, Indonesia terletak di antara 6° LU (Lintang Utara) – 11° LS (Lintang Selatan) dan 95° BT (Bujur Timur) – 141° BT (Bujur Timur) yang mempunyai dua iklim yaitu hujan dan panas atau biasa disebut dengan iklim tropis. Iklim adalah keadaan cuaca yang terjadi di suatu tempat atau daerah. Iklim merupakan karakter kecuaan suatu tempat atau daerah, dan bukan hanya merupakan cuaca rata-rata (Wirjomidjojo dan Swarinoto, 2010). Iklim merupakan fenomena alam yang digerakkan oleh gabungan beberapa unsur, yaitu radiasi matahari, temperatur, kelembaban, awan, hujan, evaporasi, tekanan udara, dan angin (Kertasapoetra, 2004).

Kondisi cuaca di suatu wilayah dapat ditentukan oleh sejumlah faktor, antara lain curah hujan, kelembaban udara, dan suhu udara. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka perlu untuk mengetahui persyaratan yang diperlukan dalam menciptakan kenyamanan lingkungan terhadap data

karakteristik cuaca atau sifat-sifat udara di wilayah tersebut (JS, A.P, 2017). Karakteristik udara atau sifat-sifat udara dapat diperoleh dengan parameter udara yang menjadi tinjauan terhadap unjuk kerja psikrometri.

Temperatur, kelembaban, dan kecepatan udara merupakan hal paling penting dalam kondisi lingkungan yang dimana banyak mempengaruhi keadaan sekitar seperti pertumbuhan tanaman, keadaan ternak, dan kenyamanan manusia. Temperatur adalah suatu ukuran dingin atau panasnya keadaan atau sesuatu lainnya (Sarsinta, 2008). Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara atau atmosfer (Fadholi, 2013). Angin adalah setiap gerakan udara relatif terhadap permukaan bumi. Angin mempunyai arah dan kecepatan yang dapat ditentukan ketika adanya perbedaan tekanan udara dipermukaan bumi. Semakin besar perbedaan tekanan udara, maka semakin besar pula kecepatan angin (Banodin, 2011). Ketiga sifat udara ini memiliki peran penting untuk pengkondisian udara sehingga dapat menciptakan kenyamanan termal yang dimaksudkan.

Dikarenakan tidak menentukannya iklim di suatu wilayah tropis, maka sangat sulit untuk menentukan tingkat kenyamanan termal. Kondisi yang nyaman di dalam ruangan yang menggunakan sistem penyejukan udara sangat tergantung pada karakteristik udara pada tempat dimana bangunan tersebut berada. Begitupun dengan kondisi wilayah bergantung pada karakteristik udara pada wilayah tersebut. Akibat kenaikan suhu, temperatur udara juga sangat berkaitan dengan kelembaban udara di suatu wilayah yang juga akan mempengaruhi cuaca. Sehingga peramalan yang tepat akan temperatur udara sangat dibutuhkan (Machmudin, 2012).

Berdasarkan gambaran diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai **“Analisis Temperatur dan Kelembaban Rancangan di Makassar”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa masalah yang dapat diusulkan yaitu:

1. Bagaimana karakteristik udara di Makassar?
2. Berapa hasil temperatur dan kelembaban rancangan di Makassar?
3. Bagaimana perubahan temperatur harian yang terjadi di Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Menentukan karakteristik udara di Makassar.
2. Menentukan temperatur dan kelembaban rancangan di Makassar.
3. Menentukan perubahan temperatur harian yang terjadi di Makassar.

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini adalah:

1. Temperatur dan kelembaban rancangan yang di analisis adalah temperatur dan kelembaban di Makassar.
2. Data yang akan dianalisis diolah dengan menggunakan unjuk kerja psikrometri untuk mencari kondisi rata-rata dan karakteristik udara lokal serta temperatur dan kelembaban rancangan.
3. Uji statistik dilakukan untuk menguji normalitas data yang dianalisis.

1.5 Manfaat Penelitian

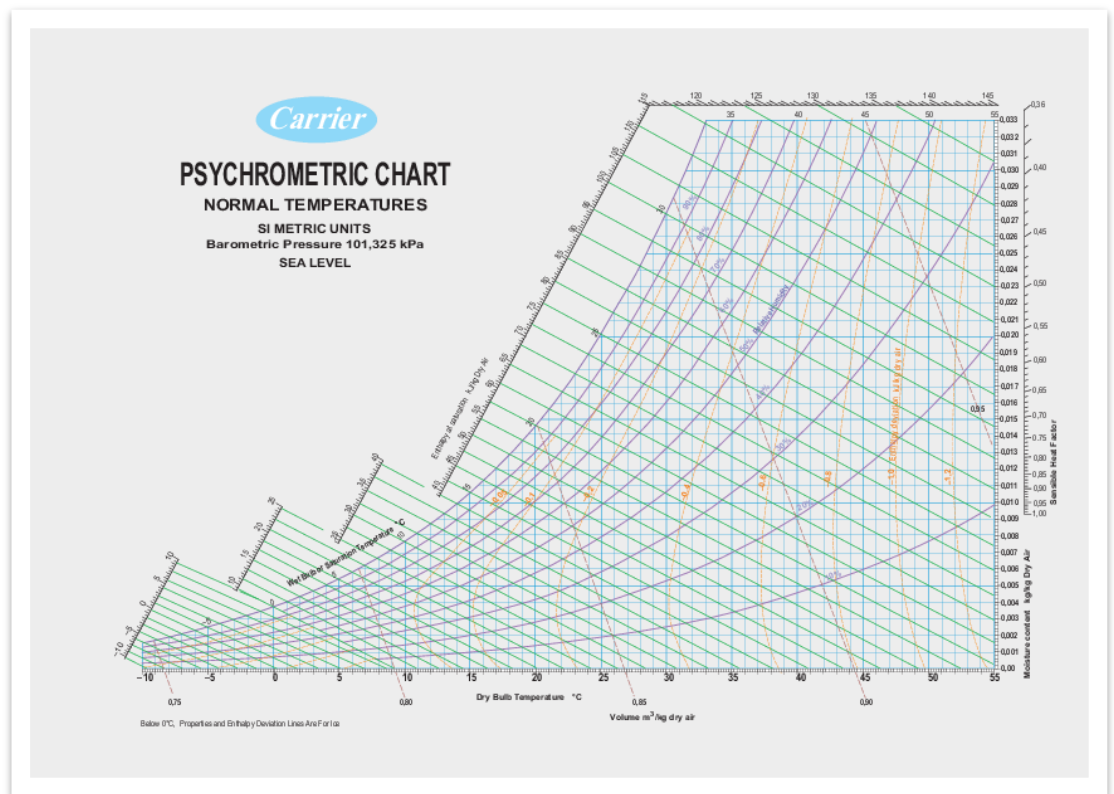
1. Mengetahui temperatur dan kelembaban rancangan di Makassar yang memiliki pengaruh pada kenyamanan manusia, material atau kegiatan proses industri serta produk yang dihasilkan.
2. Menjadi bahan informasi untuk penelitian selanjutnya yang kemudian bisa dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Psikrometri

Psikrometri adalah ilmu yang mempelajari sifat dari termodinamika yaitu perpaduan udara dengan uap air pada kenyamanan manusia. Hampir sebagian proses pengkondisian udara, kandungan air sengaja dihilangkan dari udara, sedangkan pada beberapa kasus air dapat dimasukkan di dalam udara. Pada diagram psikometri dapat digunakan untuk menentukan dari rasio kelembaban dengan memperhatikan nilai dari temperatur dan kelembaban yang ada di gedung atau ruangan tersebut (Carrier, 1965).



Gambar 2.1 Diagram Psikrometri (Carrier,1965)

Diagram psikrometri dapat menjelaskan perubahan sifat-sifat udara yang penting, seperti suhu, rasio kelembaban, dan entalpi. Setiap titik pada diagram menunjukkan temperatur bola kering, temperatur bola basah, kelembaban relatif, dan tekanan uap (*vapour pressure*). Selisih suhu bola kering dan bola basah menunjukkan kelembaban udara. Jika suhu kedua bola sama berarti kelembaban relatifnya 100%. Pada saat itu uap air akan segera mengembun (Bradshaw, 1993).

Psikrometri adalah segala hal yang berkaitan dengan perilaku kandungan uap air di dalam udara atmosfer. Udara atmosfer terdiri dari udara kering dan kandungan uap air. Udara kering mengandung (dalam volume) 78,03% Nitrogen, 20,99% Oksigen, dan selebihnya Karbondioksida, Argon dan lain-lain. Udara atmosfer mengikuti hukum Gibbs-Dalton. Tekanan barometer P_b merupakan jumlah tekanan parsial dari semua unsur pokok yang membentuk udara, Nitrogen, Oksigen, dan uap air (Bradshaw, 1993). Untuk campuran udara-uap air:

$$P_b = P_a + P_v \quad (1)$$

2.2 Sifat-sifat Udara

Sifat-sifat udara yang menjadi tinjauan terhadap unjuk kerja psikrometri adalah sebagai berikut:

2.2.1 Temperatur

Temperatur adalah suatu ukuran dingin atau panasnya keadaan atau sesuatu lainnya. Satuan ukur dari temperatur yang banyak di Indonesia adalah °C (derajat Celcius). Pengertian temperatur udara adalah panas atau dinginnya suatu udara. Perubahan temperatur udara disebabkan oleh adanya kombinasi kerja antara udara, perbedaan kecepatan proses pendinginan dan pemanasan suatu daerah, serta jumlah kadar air dan

permukaan bumi. Alat untuk mengukur temperatur udara ini adalah *thermometer*.

Istilah temperatur yang dipakai, utamanya dalam psikrometri adalah temperatur bola kering (*dry bulb temperature, Tdb*) dan temperatur bola basah (*Wet bulb temperature, Twb*). Temperatur bola kering adalah temperatur yang ditunjukkan oleh termometer biasa, sedangkan temperatur bola basah yang ditunjukkan dengan termometer yang dibalut oleh kain basah.

2.2.2 Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif adalah perbandingan antara tekanan parsial uap air yang ada di dalam udara dan tekanan jenuh uap air pada temperatur air yang sama.

$$\phi = \frac{P_s}{P_j} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

P_s = Tekanan parsial uap air (kPa)

P_j = Tekanan jenuh uap air (kPa)

2.2.3 Rasio Kelembaban

Rasio kelembaban adalah perbandingan massa uap air dan massa udara kering yang ada di dalam udara lembab. Hubungan antara tekanan uap parsial dengan rasio kelembaban (ω) adalah:

$$\omega = 0,622 \times \frac{P_s}{P - P_s} \quad (3)$$

Dimana :

P_s = Tekanan parsial uap air (kPa)

P = Tekanan atmosfer (kPa)

2.2.4 Enthalpi

Enthalpi merupakan energi yang dimiliki oleh udara kering dan uap air. Karena udara atmosfer terdiri dari udara kering dan uap air, maka enthalpinya adalah jumlah enthalpi udara dan enthalpi uap air.

Enthalpi dalam satuan per udara kering:

$$h = C_p \cdot T + \omega \cdot h_g \quad (4)$$

Dimana :

C_p = Panas spesifik udara pada tekanan konstan (1,0 kJ/kg. K)

h_g = Enthalpi pada temperature uap air campuran (kJ/kg)

2.2.5 Volume Spesifik

Volume spesifik (udara lembab) merupakan volume udara lembab per 1 kg udara kering.

$$v = \frac{R_a \cdot t}{P - P_s} \quad (5)$$

Dimana :

R_a = Gas konstan = 287 (J/kg.K)

T = Temperatur absolut (°C)

P = Tekanan atmosfer (kPa)

P_s = Tekanan parsial uap air (kPa)

2.3 Sistem Pengkondisian Udara

Sistem pengkondisian udara merupakan suatu sistem yang bekerja untuk mengatur kondisi udara (temperatur dan kelembaban) dalam suatu ruangan,

agar didapatkan kualitas udara yang bagus dan nyaman bagi penghuni di dalam ruangan tersebut (Mochamad. R, 2021). Menurut Standar nasional Indonesia (SNI) disebutkan bahwa standar kenyamanan dalam suatu ruangan berkisar antara 24-27°C serta nilai kelembaban udara berkisar 55-56%. Untuk dapat memenuhi standar kriteria kenyamanan bagi suatu ruangan maka diperlukan peralatan tambahan agar kondisi ruangan dapat digunakan dengan nyaman yaitu sistem pengkondisian udara (*Air Conditioning*) (SNI, 2001).

Kenyamanan termal dalam ruang dapat diciptakan dan dipertahankan dengan menggunakan sistem penghawaan yang dapat menyediakan kebutuhan udara segar yang sesuai dengan kebutuhan kenyamanan dalam ruang. Sistem penghawaan dapat dilakukan secara mekanis yang disebut pengkondisian udara (*Air Conditioning*), yaitu proses perlakuan terhadap udara di dalam bangunan untuk menciptakan kenyamanan bagi penghuninya (Budhyowati dkk, 2016).

Untuk mendapatkan standar suhu, kelembaban dan tekanan udara yang sesuai dengan suatu ruangan, maka perlu mengikuti standar yang sudah ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI-6389, 2011) yang mengatur tentang konservasi energi pada sistem tata udara bangunan gedung.

Tabel 2.1 Standar Temperatur dan Kelembaban

No.	Kriteria	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)
1	Ruang Kerja	24 – 27	60
2	Lobi, Koridor	27 – 30	60
3	Ruang Perawatan	24 – 27	60

*) (Suhendar dkk, 2013)

2.4 Kenyamanan Termal

Indonesia merupakan negara yang mempunyai dua iklim yaitu, hujan dan panas oleh karena itu Indonesia disebut sebagai negara beriklim tropis. Dikarenakan tidak menentukannya iklim di suatu negara tropis sangat sulit untuk menentukan tingkat kenyamanan termal. Kondisi ini juga sangat tidak menguntungkan bagi penghuni yang sedang melakukan aktivitas di dalam ruangan dikarenakan kondisi laju perpindahan udara yang tidak sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan oleh SNI. Langkah mudah yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kenyamanan termal sesuai dengan standar yang ditetapkan adalah dengan menggunakan sistem pengkondisian udara (AC). Akan tetapi dengan penggunaan alat tersebut akan memakan banyak energi listrik. Hal lain yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kenyamanan termal dan menghemat penggunaan energi listrik adalah dengan pengoptimalan dan mempertimbangkan efisiensi dari penggunaan alat pengkondisian udara (AC) pada suatu ruangan.

Kenyamanan termal merupakan hubungan yang kompleks antara temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara atau kecepatan angin. Ditambah lagi dengan jenis pakaian dan aktivitas serta tingkat metabolisme manusia yang menimbulkan perasaan kepuasan terhadap kondisi udara di suatu lingkungan (ISO-7730, 1994). Menurut Mannan (2007), untuk menciptakan kondisi kenyamanan termal, ada empat faktor yang mempengaruhi kemampuan tubuh manusia menyalurkan kalor, yaitu temperatur/suhu, kelembaban relatif, kecepatan udara, dan *Mean Radiant Temperature* (MRT).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2001, kenyamanan termal bagi daerah beriklim tropis seperti Indonesia dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Temperatur

Pada daerah tropis seperti Indonesia klasifikasi untuk kenyamanan termal dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

- a. Temperatur berkisar 20,5 – 22,8 °C, dikatakan sejuk nyaman,
- b. Temperatur berkisar 22,8 – 25,8 °C, dikatakan nyaman optimal,
- c. Temperatur berkisar 25,8 – 27,1 °C, dikatakan hangat nyaman.

2. Kelembaban

Bagi daerah yang memiliki dua iklim yaitu hujan dan panas atau sering disebut dengan iklim tropis, kelembaban yang dianjurkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 036572 tahun 2001 berkisar diantara 50 – 60 %.

3. Pergerakan Udara (Kecepatan Udara)

Untuk kondisi dari kecepatan udara telah diatur di dalam SNI tahun 2001 dimana kecepatan udara untuk mendapatkan kenyamanan termal bagi daerah beriklim tropis adalah sebesar 0,25 m/s.

4. *Mean Radiant Temperature* (MRT)

Mean Radiant Temperature merupakan suhu radiasi rata-rata, yang disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah pancaran dari radiasi sinar matahari. Pada umumnya MRT harus dikondisikan agar selalu sesuai dengan suhu udara lingkungan.

2.5 Cuaca dan Iklim

Cuaca merupakan keadaan udara pada saat tertentu dan wilayah tertentu yang relatif sempit dan jangka waktu singkat. Cuaca terbentuk dari gabungan unsur-unsur cuaca yang hanya beberapa jam saja. Misalnya keadaan udara pada pagi hari dapat berubah pada siang hari, sore hari, dan malam hari. Iklim merupakan keadaan cuaca rata-rata dalam waktu yang relatif lama dan meliputi wilayah luas. Proses terjadinya cuaca dan iklim merupakan kombinasi dari variabel-variabel atmosfer yang sama yang disebut unsur-

unsur iklim. Iklim beserta unsurnya adalah hal penting untuk diperhatikan, dipelajari, diantisipasi efeknya, karena pengaruhnya sering menimbulkan masalah bagi manusia serta makhluk hidup lainnya (Miftahuddin, 2016).

2.6 Unsur-unsur yang Mempengaruhi Cuaca dan Iklim

2.6.1 Suhu Udara

Suhu merupakan derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu. Satuan suhu yang biasa digunakan adalah derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$), di Inggris dan beberapa negara lainnya menggunakan $^{\circ}\text{F}$ yang menetapkan titik didih air sebesar 212°F dan titik lebur es adalah 32°F (Kartasapoetra, 2004). Menurut Tanudidjaja (1993), keadaan suhu udara pada suatu tempat di permukaan bumi akan ditentukan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

2.1 Lamanya Penyinaran Matahari

Semakin lama matahari memancarkan sinarnya disuatu daerah, makin banyak panas yang diterima. Keadaan atmosfer yang cerah sepanjang hari akan lebih panas daripada jika hari itu berawan sejak pagi.

2.2 Kemiringan Sinar Matahari

Suatu tempat yang posisi matahari berada tegak lurus di atasnya, maka radiasi matahari yang diberikan akan lebih besar dan suhu ditempat tersebut akan tinggi, dibandingkan dengan tempat yang posisi matahari lebih miring.

2.3 Keadaan Awan

Adanya awan di atmosfer akan menyebabkan berkurangnya radiasi matahari yang diterima di permukaan bumi. Karena radiasi yang mengenai awan, oleh uap air yang ada di dalam awan akan dipencarkan, dipantulkan, dan diserap.

2.4 Keadaan Permukaan Bumi

Perbedaan sifat darat dan laut akan mempengaruhi penyerapan dan pemantulan radiasi matahari. Permukaan darat akan lebih cepat menerima dan melepaskan panas energi radiasi matahari yang diterima dipermukaan bumi dan akibatnya menyebabkan perbedaan suhu udara di atasnya.

2.6.2 Tekanan Udara

Berat sebuah kolom udara per satuan luas di atas sebuah titik menunjukkan tekanan atmosfer (tekanan udara) pada titik tersebut. Distribusi tekanan horizontal dinyatakan oleh isobar; garis yang menghubungkan tempat yang mempunyai tekanan atmosfer sama pada ketinggian tertentu. Tekanan atmosfer berubah sesuai dengan tempat dan waktu. Tekanan udara diukur berdasarkan tekanan gaya pada permukaan dengan luas tertentu. Satuannya atmosfer (atm) atau mm Hg atau mbar, dimana tekanan udara $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1.013 \text{ mbar}$ (Tjasyono, 2004).

2.6.3 Kelembaban Udara

Kelembaban merupakan banyaknya kadar uap air yang ada di udara. Dalam kelembaban dikenal beberapa istilah. Kelembaban mutlak adalah massa uap air yang berada dalam satu satuan udara, yang dinyatakan gram/m^3 . Kelembaban spesifik merupakan perbandingan massa uap air di udara dengan satuan massa udara, yang dinyatakan gram/kg . Kelembaban relatif merupakan perbandingan jumlah uap air di udara dengan jumlah maksimum uap air yang dikandung udara pada temperatur tertentu, dinyatakan dalam %. Angka kelembaban relatif dari 0–100%, dimana 0% artinya udara kering, sedang 100% artinya udara jenuh dengan uap air dimana akan terjadi titik-titik air (Kartasapoetra, 2004).

2.6.4 Awan

Awan atau kumpulan massa tampak yang terdiri dari udara kering dengan butir air atau kristal es pada ketinggian tertentu di atas muka Bumi. Biasanya dinyatakan dalam satuan *octaf* (Wirjomidjojo, 2010).

2.6.5 Curah Hujan

Curah hujan merupakan butir-butir air atau Kristal es yang jatuh atau keluar dari awan atau kelompok awan. Jika curahan dimaksud dapat mencapai permukaan bumi disebut sebagai hujan (Tjasyono, 2004). Hujan adalah salah satu bentuk presipitasi uap air berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Untuk dapat terjadinya hujan diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu, dan asam belerang. Titik-titik kondensasi ini mempunyai sifat dapat mengambil uap air dari udara. Jumlah curah hujan dicatat dalam inci atau millimeter (1 inci = 25.4mm) (Kartasapoetra, 2004).

2.6.6 Angin

Angin merupakan gerakan atau perpindahan massa udara dari satu tempat ke tempat lain secara horizontal. Massa udara adalah udara dalam ukuran yang sangat besar yang mempunyai sifat fisik (temperatur dan kelembaban) seragam dalam arah yang horizontal. Gerakan angin berasal dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah (Kartasapoetra, 2004).

Angin mempunyai arah yaitu arah dari mana angin bertiup biasanya dinyatakan dalam 16 titik kompas (U, UTL, TL, TTL dan sebagainya) untuk angin-angin permukaan, untuk angin di atas dinyatakan derajat atau 1/10 derajat dari utara, searah jarum jam. Kecepatan angin km/jam, mil/jam, m/det, knot, dimana $1\text{km/jam} = 0.621\text{mil/jam} = 0.278\text{ knot}$, $1\text{knot} = 1.852\text{km/jam} = 1.151\text{mil/jam} = 0.514\text{m/det}$ (Linsley et al.,1986).

2.6.7 Penguapan

Penguapan atau laju uap air yang terbentuk akibat proses pergantian fase cair menjadi uap. Biasanya dinyatakan dalam satuan mm (milimeter) (Wirjomidjojo, 2010).