

SKRIPSI

RESPON FISIOLOGIS DAN KUALITAS TIDUR ORANG TROPIS YANG TIDUR PADA RUANGAN DENGAN MENGUNAKAN SISTEM SENSOR PENGKONDISIAN UDARA CERDAS

Disusun dan diajukan oleh:

**ZAKIAH NOVACASTRY NISWAR
D071 19 1014**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

SKRIPSI

RESPON FISIOLOGIS DAN KUALITAS TIDUR ORANG TROPIS YANG TIDUR PADA RUANGAN DENGAN MENGUNAKAN SISTEM SENSOR PENGKONDISIAN UDARA CERDAS

Disusun dan diajukan oleh:

**ZAKIAH NOVACASTRY NISWAR
D071 19 1014**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RESPON FISIOLOGIS DAN KUALITAS TIDUR ORANG TROPIS YANG TIDUR PADA RUANGAN DENGAN MENGUNAKAN SISTEM SENSOR PENGKONDISIAN UDARA CERDAS

Disusun dan diajukan oleh

Zakiah Novacastry Niswar
D071191014

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 23 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST. M.Sc, IPM
NIP. 1975029 199903 1 002

Pembimbing Pendamping,



Ir. Megasari Kurnia, ST. MT
NIP. 19950729 202201 6 001

Ketua Program Studi,



Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU
NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Zakiah Novacastry Niswar

NIM : D071191014

Program Studi : Teknik Industri

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Respon Fisiologis Dan Kualitas Tidur Orang Tropis Yang Tidur Pada Ruangan Dengan Menggunakan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 23 Januari 2024

Yang Menyatakan,



Zakiah Novacastry Niswar

ABSTRAK

ZAKIAH NOVACASTRY NISWAR. *Respon Fisiologis dan Kualitas Tidur Orang Tropis Yang Tidur Pada Ruangan Dengan Menggunakan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas* (dibimbing oleh Ilham Bakri dan Megasari Kurnia)

Lingkungan termal di kamar tidur sangat penting untuk tidur yang berkualitas tinggi. Di daerah tropis, khususnya Indonesia yang memiliki musim kemarau dengan karakteristik udara panas dan berkelembaban tinggi yang dapat berlangsung selama lebih dari 7 bulan, penggunaan pengkondisian udara atau *Air Conditioner* (AC) cukup membantu masyarakat untuk memberikan lingkungan temperatur yang nyaman saat tidur. Namun, tidak sedikit orang yang terganggu akibat terbangun karena kedinginan/kepanasan dengan temperatur AC yang mereka tetapkan sebelum tidur. Sehingga hal ini dapat mengganggu kualitas tidur seseorang. Maka dari itu, tengah dikembangkan sistem pengkondisian udara yang diharapkan dapat menyesuaikan temperatur outputnya dengan kebutuhan termoregulasi serta kenyamanan penggunaannya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa respon fisiologis dan mengukur kualitas tidur seseorang yang tidur di sebuah ruangan yang menggunakan sistem pengkondisian udara cerdas. Sistem sensor pengkondisian udara cerdas merupakan sistem yang dapat menyesuaikan temperatur *output* AC dengan kebutuhan termoregulasi serta kenyamanan pengguna. Sistem ini menggunakan sensor *thermal camera* sebagai pendeteksi temperatur tubuh partisipan. Partisipan pada penelitian ini merupakan kelompok usia dewasa awal (20 – 27 tahun) yang terdiri dari 8 orang laki-laki yang memenuhi kriteria partisipan.

Hasil penelitian menunjukkan respon fisiologis (denyut jantung, temperatur *tympani*, temperatur kulit dan temperatur dahi) partisipan yang tidur pada ruangan dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas relatif menurun saat memasuki fase tidur. Penurunan denyut jantung ditandai dengan rata-rata denyut jantung awal 69,27 bpm dan cenderung menurun hingga menyentuh 51,07 bpm dan penurunan temperatur tubuh ditandai dengan temperatur *setting* AC yang cenderung meningkat dari 22°C hingga 26°C selama tidur. Sedangkan kualitas tidur partisipan didominasi oleh *light sleep* (57%) dan diperoleh persentase efisiensi tidur 91,01% dengan kategori “SANGAT BAIK”. Adapun hasil analisa korelasi, ditemukan dari ke-empat respon fisiologis (temperatur *tympani*, temperatur kulit, temperatur dahi dan denyut jantung) secara parsial dengan efisiensi tidur, hanya temperatur dahi yang memiliki hubungan “kuat” dengan efisiensi tidur. Adapun hubungan antar respon fisiologis secara simultan dengan efisiensi tidur menunjukkan hubungan yang “kuat” pula. Penggunaan AC dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas ini dapat menghemat konsumsi listrik Indonesia sebesar kurang lebih 7,25%/tahun atau setara dengan Rp. 245 miliar/tahun.

Kata Kunci: *Kualitas Tidur, Respon Fisiologis, Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas*

ABSTRACT

ZAKIAH NOVACASTRY NISWAR. *Physiological Response and Sleep Quality of Tropical People Who Sleep in a Room Using an Intelligent Air Conditioning Sensor* (supervised by Ilham Bakri and Megasari Kurnia)

The thermal environment in the bedroom is essential for high-quality sleep. In tropical areas, especially Indonesia which has a dry season that can last for more than 7 months, the use of air conditioning (AC) is enough to help people provide a comfortable temperature environment while sleeping. However, quite a few people wake up cold/hot at the AC temperature they set before going to bed. So this can disrupt a person's sleep quality. Therefore, an air conditioning system is being developed which is expected to be able to adjust its output temperature to the thermoregulation needs and comfort of its users.

This study aims to analyze physiological responses and measure the sleep quality of people who sleep in a room that uses an intelligent air conditioning system. An intelligent air conditioning sensor system is a system that can adjust the AC output temperature to a person's thermoregulation and comfort needs. This system uses a thermal camera sensor to detect participants' body temperature. Participants in this study were the early adult age group (20 – 27 years) consisting of 8 men who met the participant criteria.

The results showed that the physiological responses (heart rate, tympanic temperature, skin temperature and forehead temperature) of participants who slept in a room with an intelligent air conditioning sensor system relatively decreased when they entered the sleep phase. A decrease in heart rate is indicated by an average initial heart rate of 69.27 bpm and tends to decrease to 51.07 bpm and a decrease in body temperature is indicated by the AC setting temperature which tends to increase from 22°C to 26°C during sleep. Meanwhile, participants' sleep quality was dominated by light sleep (57%) and a sleep efficiency percentage of 91.01% was obtained in the "VERY GOOD" category. As for the results of the correlation analysis, of the four physiological responses (tympanic temperature, skin temperature, forehead temperature, and heart rate) partially related to sleep efficiency, only forehead temperature has a "strong" relationship with sleep efficiency. The relationship between simultaneous physiological responses and sleep efficiency also shows a "strong" relationship. Using an air conditioner with a smart air conditioning sensor system can save Indonesian electricity consumption by 7.25%/year or the equivalent of Rp. 245 billion/year.

Keywords: *Sleep Quality, Physiological Responses, Smart Air Conditioner Sensor System*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Respon Fisiologis dan Kualitas Tidur Orang Tropis Yang Tidur Pada Ruangan Dengan Menggunakan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas” Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana untuk program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih atas bantuan yang telah diberikan dari semua pihak dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang tak henti-hentinya memberikan doa dan dukungan serta kasih sayang yang tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST. M.Sc, IPM selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ir. Megasari Kurnia, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir ini atas bimbingan, arahan, dan masukan berharga yang diberikan sepanjang penulisan skripsi ini. Terima kasih juga atas kesabaran dan dorongan yang diberikan dalam menghadapi setiap tantangan.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT selaku Dosen Penguji I dan Ibu Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tugas akhir penulis.
5. Ibu Ir. Nadzirah Ikasari, ST., MT., IPM yang telah membimbing penulis selama melakukan penelitian pada Lab Ergonomi, terima kasih atas ide, arahan dan masukan serta motivasi yang diberikan kepada penulis.
6. Seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

7. Josafat, Jimmy, Tegar, Fahryl, Izul, Bobby, Harry, Niko, Aaron selaku partisipan pada penelitian ini yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
8. Pemilik NIM B011191288 yang telah berkontribusi banyak dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Teman-teman OTW Sarjana (Ghafy, Nini, Jasqim, Una, Caca, Fera, Steph, Fadhia, Dayin, Fahryl, Josafat, Izzul, Zaky, dan Appi) yang telah membantu dan kebersamai penulis dari awal masuk kuliah hingga penyelesaian tugas akhir ini.
10. Team *Sleep Quality* (Ila, Imam, dan Sahdan) selaku *partner* dalam penelitian ini yang telah membantu penulis saat pengambilan data.
11. Teman-teman CCS (Sifah, Nisa, Titah, Yumna, dan Ningsih) yang saya cintai dan senantiasa kebersamai sejak SMP sampai sekarang.
12. Teman-teman Sederet (Ismy, Tari, Sarah, Ainul, Lani, Ain dan Aulia) yang senantiasa kebersamai sejak SMA sampai sekarang.
13. Teman-teman Cookinity (Nisa dan Itty) yang senantiasa kebersamai sejak SD sampai sekarang.
14. Teman-teman seperjuangan HEURIZTIC19 yang sudah membantu saya dalam dunia perkuliahan maupun keseharian saya.
15. Teman-teman Asisten Laboratorium Perancangan Sistem Kerja, Ergonomi dan K3 yang bersama-sama dalam menyusun penelitian, terima kasih atas dukungan dan kerjasama yang diberikan kepada penulis.
16. Keluarga besar HMTI FT-UH yang telah menjadi wadah untuk berproses guna mencapai satu salam, yaitu *salam unity*. Terima kasih atas pengalaman dan pelajaran berharga yang diberikan selama perkuliahan.
17. Beserta semua pihak yang tidak bisa saya tuliskan satu per satu yang telah mendukung dan membantu serta menyemangati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat dengan baik untuk saya pribadi dan para pembaca.

Gowa, 23 Januari 2024

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tidur.....	5
2.2 Kualitas Tidur	7
2.3 Kualitas Tidur Orang Tropis	10
2.4 Termoregulasi Tubuh Manusia	13
2.5 Temperatur Tubuh	14
2.6 Denyut Jantung	16
2.7 Saturasi Oksigen	17
2.8 <i>Body Mass Index (BMI)</i>	18
2.9 <i>Body Surface Area (BSA)</i>	18
2.10 <i>Thermal camera</i>	19
2.11 Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	28
3.2 Partisipan Penelitian.....	28
3.3 Cara Kerja Penelitian	29
3.4 Alat Pengumpulan Data	30
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.6 Teknik Analisis	42
3.7 Alur Penelitian	43
3.8 Kerangka Pikir	43
3.9 Prosedur Penelitian	44
3.10 Aktifitas Pengambilan Data	47
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....	49
4.1 Karakteristik Partisipan Penelitian.....	49
4.2 Denyut Jantung (<i>Heart Rate</i>)	49
4.3 Variabilitas Denyut Jantung.....	50
4.4 Saturasi oksigen darah (<i>SpO2</i>).....	51

4.5	Temperatur Tubuh dan Temperatur Ruang.....	51
4.4	Hasil Kualitas Tidur menggunakan Sistem sensor pengkondisian udara cerdas	52
4.5	Kuesioner <i>Post sleep</i>	57
4.6	Hubungan Respon Fisiologis dengan Efisiensi Tidur menggunakan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	58
4.7	Konsumsi Listrik Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	60
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		65
5.1	Respon Fisiologis Partisipan Pada Ruangan Dengan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	65
5.2	Kualitas Tidur Partisipan Pada Ruangan Dengan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	67
5.3	Hubungan antara Respon Fisiologis dan Efisiensi Tidur Dengan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	69
5.4	Penggunaan Listrik Dengan Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		72
6.1	Kesimpulan	72
6.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN.....		77



DAFTAR TABEL

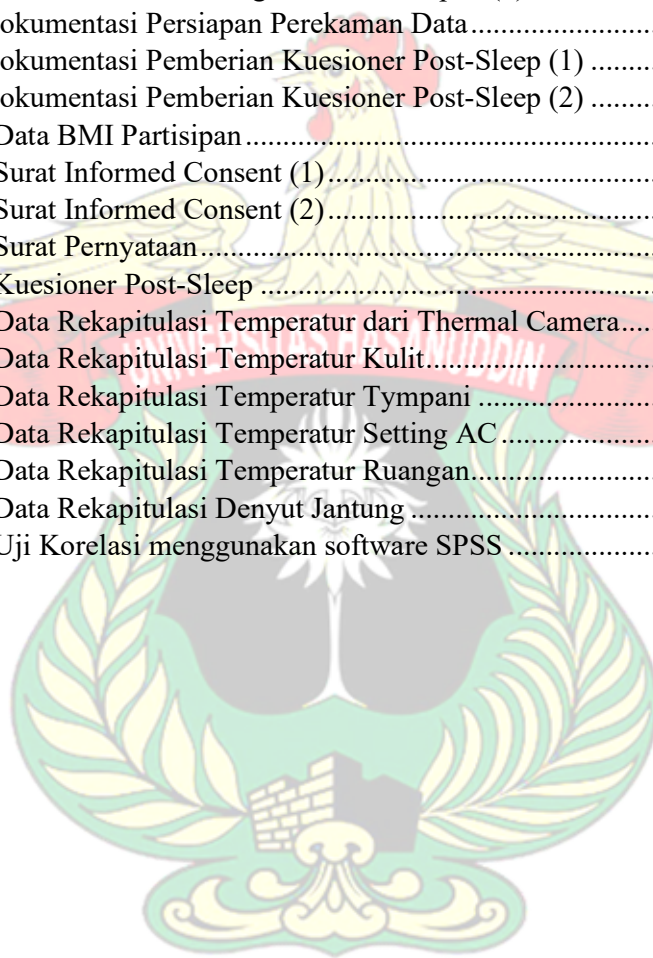
Tabel 1 Jumlah Kebutuhan Tidur Manusia.....	7
Tabel 2 Klasifikasi Saturasi Oksigen.....	17
Tabel 3 Kategori BMI di Indonesia	18
Tabel 4 Spesifikasi Sensor MLX90640	20
Tabel 5 Penelitian Terdahulu.....	21
Tabel 6 Prosedur Penelitian Tahap Pra Tidur.....	44
Tabel 7 Prosedur Penelitian Tahap Tidur	46
Tabel 8 Prosedur Penelitian Tahap Pasca Tidur	46
Tabel 9 Karakteristik Partisipan.....	49
Tabel 10 Data Respon Fisiologis, Temperatur Setting AC dan Temperatur Ruang	52
Tabel 11 Fase Tidur	55
Tabel 12 Efisiensi Tidur.....	57
Tabel 13 Kuesioner <i>Post-Sleep</i>	58
Tabel 14 Tingkat Keeratan Koefisien Korelasi Pearson.....	59
Tabel 15 Hasil Uji Korelasi Pearson.....	60
Tabel 13 Rata-rata Arus Per-Temperatur.....	60
Tabel 14 Penggunaan Listrik R1.....	61
Tabel 15 Penggunaan Listrik R2.....	62
Tabel 16 Penggunaan Listrik R3.....	62
Tabel 17 Penggunaan Listrik R4.....	62
Tabel 18 Penggunaan Listrik R5.....	62
Tabel 19 Penggunaan Listrik R6.....	63
Tabel 20 Penggunaan Listrik R7.....	63
Tabel 21 Penggunaan Listrik R8.....	63
Tabel 22 Rata-rata Biaya Penggunaan Listrik	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Termoregulasi Tubuh Manusia	14
Gambar 2 Tempat Penelitian	28
<i>Gambar 3</i> Alur Kerja Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	31
Gambar 4 Tampak Luar dan Dalam Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas	32
Gambar 5 Air Conditioner	33
Gambar 6 Biostrap Evo	35
Gambar 7 Aplikasi Biostrap	35
Gambar 8 Skin Thermistors	36
Gambar 9 <i>Tympani Thermistors</i>	37
Gambar 10 LT-8 Series	38
Gambar 11 Software Gram Corporation	38
Gambar 12 Alat Pengukur Temperatur dan kelembaban Ruang	39
Gambar 13 Power Meter	39
Gambar 14 Titik Tubuh yang Direkat oleh Skin Termistors	41
Gambar 15 Alur Penelitian	43
Gambar 16 Kerangka Pikir	44
Gambar 17 Aktivitas Pengambilan Data	47
Gambar 18 Data Denyut Jantung Per-10 Menit	50
Gambar 19 Data Variabilitas Denyut Jantung Per-10 Menit	50
Gambar 20 Data Saturasi oksigen darah Per-10 Menit	51
Gambar 21 Data Respon Fisiologis, Temperatur Setting AC dan Temperatur Ruang Per-10 Menit	51
Gambar 22 Fase Tidur R1	53
Gambar 23 Fase Tidur R2	53
Gambar 24 Fase Tidur R3	53
Gambar 25 Fase Tidur R4	54
Gambar 26 Fase Tidur R5	54
Gambar 27 Fase Tidur R6	54
Gambar 28 Fase Tidur R7	55
Gambar 29 Fase Tidur R8	55
Gambar 30 Persentase Fase Tidur	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengukuran BMI Partisipan (1)	77
Lampiran 2 Dokumentasi Pengukuran BMI Partisipan (2)	77
Lampiran 3 Dokumentasi Pengisian Surat Persetujuan Partisipan	78
Lampiran 4 Dokumentasi Pemasangan Alat Partisipan (1)	78
Lampiran 5 Dokumentasi Pemasangan Alat Partisipan (2)	78
Lampiran 6 Dokumentasi Pemasangan Alat Partisipan (3)	78
Lampiran 7 Dokumentasi Persiapan Perekaman Data	79
Lampiran 8 Dokumentasi Pemberian Kuesioner Post-Sleep (1)	79
Lampiran 9 Dokumentasi Pemberian Kuesioner Post-Sleep (2)	80
Lampiran 10 Data BMI Partisipan	80
Lampiran 11 Surat Informed Consent (1)	81
Lampiran 12 Surat Informed Consent (2)	82
Lampiran 13 Surat Pernyataan	83
Lampiran 14 Kuesioner Post-Sleep	84
Lampiran 15 Data Rekapitulasi Temperatur dari Thermal Camera	85
Lampiran 16 Data Rekapitulasi Temperatur Kulit	86
Lampiran 17 Data Rekapitulasi Temperatur Tympani	87
Lampiran 18 Data Rekapitulasi Temperatur Setting AC	88
Lampiran 19 Data Rekapitulasi Temperatur Ruangan	89
Lampiran 20 Data Rekapitulasi Denyut Jantung	90
Lampiran 21 Uji Korelasi menggunakan software SPSS	90



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tidur adalah proses fisiologis yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Tidur merupakan periode ketika tubuh dan otak kita beristirahat, pulih, dan mempersiapkan diri untuk menjalani aktivitas sehari-hari. Selama tidur, berbagai sistem dalam tubuh mengalami pemulihan, termasuk sistem saraf, sistem kekebalan tubuh, dan sistem kardiovaskular. Saat tidur, otak kita mengkonsolidasikan ingatan, memproses informasi, dan mengatur berbagai fungsi penting seperti pengaturan temperatur tubuh dan pelepasan hormon tertentu (Hotijah, 2019). Denyut jantung normal orang dewasa rata-rata 70-80 denyut per menit. Namun, saat seseorang tidur denyut jantung turun menjadi 60 denyut per menit. Hal inilah yang membuat tidur bermanfaat dalam mempertahankan fungsi jantung. Fungsi biologis lainnya yang menurun saat seseorang dalam kondisi tidur adalah pernapasan, tekanan darah, dan otot (Sudayasa & Eddy, 2021). Kualitas tidur yang baik adalah ketika seseorang dapat tidur dengan nyenyak dan mendalam selama durasi waktu yang cukup. Seorang individu merasa segar ketika bangun dari tidur dan tidak mengalami perasaan gelisah, lelah ataupun rasa kantuk. Kondisi tidur yang optimal dapat menunjukkan tingginya kualitas tidur seseorang.

Menurut Sulistiyani (2012), kualitas tidur seseorang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu kondisi lingkungan, fisik, aktivitas, dan gaya hidup. Kebiasaan olahraga merupakan bentuk aktivitas fisik yang dapat mempengaruhi tidur seseorang. Pada tahun 2011, survei rutin dilakukan sejak 1991 oleh *National Sleep Foundation* itu melibatkan 1.508 partisipan. Partisipan dibagi dalam 4 kelompok yakni usia 13-18 tahun, 19-29 tahun, 30-45 tahun dan 46-64 tahun. Sebagian besar partisipan mengaku tidak pernah atau jarang tidur pulas pada hari bekerja atau sekolah, dengan prosentase tertinggi yakni sekitar 51% pada usia 19-29 tahun. Menurut *National Sleep Foundation* di Amerika, lebih dari sepertiga (36%) dewasa muda usia 18-29 tahun dilaporkan mengalami kesulitan untuk bangun pagi (dibandingkan dengan 20% pada usia 30-64 tahun

dan 9% di atas usia 65 tahun). Hampir seperempat dewasa muda (22%) sering terlambat masuk kelas atau bekerja karena sulit bangun (dibandingkan dengan 11% pada pekerja usia 30-64 tahun dan 5% di atas usia 65 tahun). Sebesar 40% dewasa muda juga mengeluhkan kantuk saat bekerja sekurangnya 2 hari dalam seminggu atau lebih (*National Sleep Foundation*, 2011). Jika melihat dari negara dengan iklim tropis, khususnya Indonesia, kualitas tidur remaja Indonesia berkisar antara 6 jam 46 menit sampai 7 jam 25 menit. Biasanya, remaja Indonesia mulai tidur agak larut namun bangunnya juga tergolong sedikit siang. Mereka mulai tidur pada pukul 11.56 malam sampai 11.45 malam. Sedangkan bangun tidur pada pukul 06.27 pagi sampai 07.15 pagi (Setyanti, 2015).

Kualitas tidur seseorang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah temperatur ruangan. Menurut Ngarambe, Dkk., (2019), lingkungan termal di kamar tidur penting untuk tidur yang berkualitas tinggi. Bahkan selama tidur, tubuh manusia tetap sensitif terhadap suhu udara sekitar. Faktor yang berhubungan dengan lingkungan termal orang yang sedang tidur juga menjadi penyebab utama gangguan tidur karena ritme sirkadian manusia juga dipengaruhi oleh temperatur inti tubuh (Refinetti, 1992). Dimana temperatur ruang yang panas akan menimbulkan kegerahan, sedangkan temperatur yang dingin akan menimbulkan rasa kedinginan pada seorang individu. Sehingga akan mengakibatkan rasa ketidaknyamanan yang akan berpengaruh pada kualitas tidur seseorang. Di daerah tropis, khususnya Indonesia, penggunaan pengkondisian udara atau *Air Conditioner* (AC) cukup membantu masyarakat untuk memberikan lingkungan temperatur yang nyaman saat melakukan aktivitasnya. Selain itu, tidak sedikit yang menggunakan AC pada saat tidur. AC membantu mereka agar tidak merasa kepanasan saat tidur. Oleh karena itu, di daerah tropis, penggunaan AC pada malam hari diperlukan untuk menjaga lingkungan tidur yang nyaman secara termal. Namun, tak jarang yang terbangun atau terganggu saat tidur karena merasa kedinginan atau merasa tidak nyaman dengan pengaturan temperatur yang mereka tentukan. Sebuah penelitian di Indonesia melaporkan bahwa sekalipun penghuni menetapkan temperatur AC yang mereka inginkan sebelum tidur, tetapi mereka mengalami keluhan kesehatan di tengah malam akibat temperatur rendah yang mereka tetapkan sebelumnya (Ekasiwi, Dkk., 2012). Maka dari itu

pengaturan temperatur ruangan tidur sesuai dengan kenyamanan dan kebutuhan termoregulasi penggunaannya menjadi sesuatu yang penting. Saat ini, tengah dikembangkan sistem pengkondisian udara yang diharapkan dapat menyesuaikan temperatur outputnya dengan kebutuhan termoregulasi serta kenyamanan penggunaannya. Sistem ini menggunakan sensor *thermal camera* untuk mendeteksi temperatur tubuh penggunaannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas tidur seseorang yang tidur di sebuah ruangan yang menggunakan sistem pengkondisian udara cerdas. Selain itu, analisa respon fisiologis tubuh partisipan terhadap kualitas tidur dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas pun akan dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana respon fisiologis (temperatur *tympani*, temperatur kulit rata-rata, denyut jantung) penduduk yang bermukim di daerah tropis yang tidur pada ruangan dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas?
- b. Bagaimana kualitas tidur penduduk yang bermukim di daerah tropis yang tidur pada ruangan dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas?
- c. Bagaimana hubungan antara respon fisiologis dengan efisiensi tidur penduduk yang bermukim di daerah tropis yang tidur pada ruangan dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas?
- d. Bagaimana besar potensi penghematan energi pada sistem sensor pengkondisian udara cerdas?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Menganalisis respon fisiologis penduduk yang bermukim di daerah tropis yang tidur pada ruangan dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas.
- b. Menentukan kualitas tidur penduduk yang bermukim di daerah tropis yang tidur pada ruangan dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas.
- c. Menganalisa hubungan antara respon fisiologis dengan efisiensi tidur penduduk yang bermukim di daerah tropis yang tidur pada ruangan dengan sistem sensor pengkondisian udara cerdas.

- d. Menganalisis besar potensi penghematan energi pada sistem sensor pengkondisian udara cerdas.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, ialah:

- a. Bagi Peneliti

Penelitian bertujuan memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Strata 1 pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penelitian dapat digunakan sebagai proses pembelajaran bagaimana mengembangkan keterampilan dan menerapkan ilmu yang selama ini diperoleh di bangku kuliah dalam kehidupan nyata.

- b. Bagi Universitas

Penelitian dapat bermanfaat sebagai bahan rujukan dan pengembangan penelitian pada Departemen Teknik Industri Universitas Hasanuddin.

1.5 Ruang Lingkup

- a. Penelitian ini mengukur kualitas tidur individu pada kategori usia dewasa 1 (20 tahun-27 tahun).
- b. Sistem sensor pengkondisian udara cerdas mengambil acuan temperatur manusia pada bagian dahi.
- c. Pengukuran kualitas tidur dilakukan menggunakan *Biostrap Evo* dan data rekaman kualitas tidur diolah menggunakan *software excel*.
- d. Data rekaman yang diperoleh dari sistem sensor pengkondisian udara cerdas berupa temperatur dahi dan temperatur AC selama tidur diolah menggunakan *software excel*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tidur

Menurut Ambarwati (2017), tidur merupakan salah satu cara untuk melepaskan kelelahan jasmani dan kelelahan mental. Melalui tidur, semua keluhan hilang atau berkurang dan akan kembali mendapatkan tenaga serta semangat untuk menyelesaikan persoalan yang dihadapi. Tidur merupakan proses fisiologis yang penting dan diperlukan untuk kelangsungan hidup yang dapat membantu tubuh manusia untuk menghilangkan rasa lelah dan memulihkan energi. Kualitas tidur yang baik sangat penting untuk kesehatan karena dapat meningkatkan fungsi kognitif yang lebih baik dan meningkatkan efektivitas sistem kekebalan tubuh sehingga mengurangi risiko infeksi (Yandkk, 2023).

Tidur adalah proses fisiologis yang berputar dan bergantian, dengan periode jaga yang lebih lama. Siklus tidur-bangun mempengaruhi dan mengatur fungsi fisiologis dan respons perilaku. Menurut Saputra (2013) tidur dapat diartikan sebagai kondisi ketika seseorang tidak sadar, tetapi dapat dibangunkan oleh stimulus atau sensori yang sesuai. Kondisi ini ditandai dengan aktivitas fisik yang minim, tingkat kesadaran bervariasi, terjadi perubahan proses fisiologis dan terjadi penurunan respons stimulus eksternal. Menurut Hidayat (2012) tidur merupakan kondisi tidak sadar dimana individu dapat dibangunkan oleh stimulus atau sensori yang sesuai atau juga dapat dikatakan sebagai keadaan tidak sadarkan diri yang relatif, bukan hanya keadaan penuh ketenangan tanpa kegiatan, tetapi lebih merupakan suatu urutan siklus yang berulang, dengan ciri adanya aktivitas yang minim, memiliki kesadaran yang bervariasi, terdapat perubahan proses fisiologi dan terjadi penurunan respons terhadap rangsangan dari luar.

2.1.1 Fisiologi Tidur

Fisiologi tidur merupakan pengaturan kegiatan tidur yang melibatkan hubungan mekanisme serebral secara bergantian agar mengaktifkan dan menekan pusat otak untuk dapat tidur dan bangun (Potter & Perry, 2010).

Menurut Kozier & Glenora (2004), tidur terdiri atas dua tahap, yakni:

1. Tahap Non-REM (*Non-Rapid Eye Movement*)

a. Tingkat 1 (*drowsiness*)

Tahap Non-REM pada tingkat 1 merupakan transisi dari waktu bangun ke tidur sehingga tubuh mudah terbangun akibat stimulasi ringan, seperti suara dengan volume yang kecil atau sentuhan ringan. Pada tingkat ini, otot spingter berkontraksi untuk mencegah miksi dan defekasi saat tidur. Pandangan mata mulai kabur dan otot relaksasi. Frekuensi denyut jantung dan pernapasan juga akan menurun. Jika dilakukan pemeriksaan EEG (elektroensefalografi), didapatkan gelombang alfa berkurang dan muncul gelombang beta dan teta.

b. Tingkat 2 (*light sleep*)

Terjadi penurunan proses dalam tubuh, seperti denyut jantung, frekuensi napas, temperatur tubuh, dan metabolisme. Gerakan bola mata masih ada. Pada pemeriksaan EEG, didapatkan adanya gelombang tidur (*sleep spindle*).

c. Tingkat 3 (*moderate sleep*)

Tingkat ini merupakan 3-4% dari seluruh rangkaian tahap tidur. Tingkat ini terjadi selama 30-45 menit setelah tidur dimulai dan relatif sulit dibangunkan. Denyut jantung dan frekuensi pernapasan menurun akibat kerja sistem saraf parasimpatis. Pada pemeriksaan EEG, terdapat gelombang delta dan teta yang sudah mencapai 50% pada rekaman.

d. Tingkat 4 (*deep sleep*)

Tingkat ini merupakan kondisi tidur yang lelap dan sulit untuk dibangunkan. Mata mulai berhenti bergerak, tonus otot hilang, dan terjadi penurunan pernapasan dan denyut jantung. Di tahap ini, akan didapatkan lebih dari 50% gelombang delta dan *sleep spindle* juga akan berkurang.

2. Tahap REM (*Rapid Eye Movement*)

Fase ini biasa disebut juga fase S atau fase mimpi. Pada tahap REM, tonus otot akan kembali, terutama pada bagian ekstremitas dan rahang bawah. Bola mata bergerak dalam kecepatan tinggi dalam keadaan tertidur. Tahap ini berlangsung antara 70 – 90 menit setelah tidur. Durasinya bervariasi. Sudah

tidak didapatkan gelombang delta dan spindle sleep, tetapi dalam tahap ini didapatkan gelombang teta di otak bagian hipokampus.

2.1.2 Fisiologi Tidur

Menurut Syarifudin (2016) kebutuhan tidur manusia tergantung pada tingkat perkembangan. Adapun waktu tidur yang dibutuhkan oleh manusia berdasarkan usianya adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Jumlah Kebutuhan Tidur Manusia

Umur	Tingkat Perkembangan	Jumlah Kebutuhan Tidur
0-1 bulan	Bayi baru lahir	14-18 jam/hari
1-18 bulan	Masa bayi	12-14 jam/hari
18 bulan-3 tahun	Masa kanak-kanak	11-12 jam/hari
3-6 tahun	Masa prasekolah	11 jam/hari
6-12 tahun	Masa sekolah	10 jam/hari
12-18 tahun	Masa remaja	8,5 jam/hari
18-40 tahun	Masa dewasa	7-8 jam/hari
40-60 tahun	Masa muda paruh baya	7 jam/hari
60 tahun ke atas	Masa dewasa tua	6 jam/hari

2.2 Kualitas Tidur

Kualitas tidur merupakan suatu keadaan tidur yang dialami seorang individu menghasilkan kesegaran dan kebugaran saat terbangun. Kualitas tidur mencakup aspek kuantitatif dan kualitatif tidur, seperti durasi tidur, latensi tidur, serta aspek subjektif dari tidur (Hastuti, dkk, 2016). Menurut Maas (2002), Kualitas tidur adalah suatu keadaan di mana kesadaran seseorang akan sesuatu menjadi turun, namun aktivitas otak tetap memainkan peran yang luar biasa dalam mengatur fungsi pencernaan, aktivitas jantung dan pembuluh darah, serta fungsi kekebalan, dalam memberikan energi pada tubuh dan dalam pemrosesan kognitif, termasuk dalam penyimpanan, penataan, dan pembacaan informasi yang disimpan dalam otak, serta perolehan informasi saat terjaga.

Kebutuhan tidur setiap individu berbeda-beda, tergantung usia setiap individu tersebut, dan setiap individu harus memenuhi kebutuhan tidurnya agar dapat menjalankan aktifitas dengan baik. Pola tidur yang buruk dapat berakibat kepada gangguan keseimbangan fisiologi dan psikologi. Dampak fisiologi meliputi penurunan aktifitas sehari-hari, rasa lelah, lemah, penurunan daya tahan tubuh dan ketidakstabilan tanda-tanda vital (Sarfriyanda, dkk, 2015).

2.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Tidur

Menurut Alimul (2012), banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tidur diantaranya suatu penyakit, kondisi lingkungan fisik, aktivitas fisik, stress psikologi, obat-obatan dan zat kimia serta diet dan kalori. Faktor lainnya yang secara tidak langsung memengaruhi kualitas tidur seseorang yaitu mengonsumsi minuman yang mengandung kafein. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tidur menurut Foulkes, McMillan, & Gregory (2019), status kesehatan, gaya hidup, diet, dan stres akademik. Lingkungan tempat tinggal mahasiswa berpengaruh terhadap tidur, semakin tinggi tingkat keributan lingkungan semakin sulit mahasiswa untuk tidur dan mahasiswa tertarik untuk berkumpul maupun melakukan permainan hingga larut malam. Menurut Syarifudin (2016) faktor-faktor yang mempengaruhi tidur yaitu:

a. Cahaya

Keadaan mengantuk dan tidur berhubungan dengan irama sirkadian dalam pengaturan siang dan malam. Keadaan terbangun berkaitan dengan cahaya matahari atau kondisi yang terang (Timby, 2009). Cahaya mempengaruhi tidur dan aktivitas otak selama terbangun, sedangkan cahaya, irama sirkadian, dan homeostasis mempengaruhi regulasi tidur manusia (Djik, 2009). Cahaya mempengaruhi produksi melatonin. Melatonin merupakan hormon dalam setiap organisme dengan tingkat berbeda tergantung siklus hidup dan paparan cahaya. Melatonin dihasilkan oleh kelenjar pineal di otak manusia. Melatonin berperan besar dalam membantu kualitas tidur, mengatasi penyimpangan-penyimpangan, depresi, dan sistem kekebalan yang rendah. Penelitian menunjukkan bahwa hormon ini membantu orang tidur lebih nyenyak, mengurangi jumlah bangun mendadak di malam hari serta meningkatkan kualitas tidur (Djik, 2009).

b. Aktivitas fisik

Aktivitas dan latihan fisik dapat meningkatkan kelelahan dan kebutuhan untuk tidur. Latihan fisik yang melelahkan sebelum tidur membuat tubuh mendingin dan meningkatkan relaksasi. Individu yang mengalami kelelahan menengah (moderate) biasanya memperoleh tidur yang tenang terutama setelah bekerja atau melakukan aktivitas yang menyenangkan (Potter & Perry, 2006). Masalah

umum yang biasa terjadi pada usia remaja sampai dewasa awal adalah kelelahan yang berlebihan akibat kerja yang melelahkan dan penuh stress sehingga menimbulkan kesulitan tidur (Potter & Perry, 2006).

c. Lingkungan

Lingkungan tempat seseorang tidur berpengaruh terhadap kemampuan seseorang untuk tidur dan tetap tidur (Potter & Perry, 2006). Lingkungan yang tidak mendukung seperti terpapar banyak suara menyebabkan seseorang kesulitan untuk memulai tidur. Lingkungan yang tidak nyaman seperti lembab juga dapat mempengaruhi tidur.

d. Umur

Umur menjadi salah faktor yang mempengaruhi tidur dan kebutuhan tidur seseorang. Kebutuhan tidur berkurang sesuai dengan pertambahan usia. Kebutuhan tidur anak-anak berbeda 14 dengan kebutuhan tidur dewasa. Kebutuhan tidur dewasa juga akan berbeda dengan kebutuhan tidur lansia.

e. Gaya hidup

Rutinitas seseorang mempengaruhi pola tidur. Individu yang bekerja bergantian atau rotasi seringkali mempunyai kesulitan menyesuaikan perubahan jadwal tidur (Potter & Perry, 2006). Individu yang melakukan aktivitas di malam hari akan memiliki kesulitan untuk memenuhi kebutuhan tidurnya. Perubahan rutinitas dan melakukan aktivitas di malam hari menyebabkan perubahan gaya hidup yang dapat mempengaruhi tidur seseorang.

f. Pola tidur

Kebiasaan tidur pada siang hari mempengaruhi kualitas tidur seseorang di malam hari (Potter & Perry, 2006). Pola tidur siang yang berlebihan dapat mempengaruhi keterjagaan dan kualitas tidur. Potter & Perry (2006) juga menyebutkan bahwa pola tidur yang berlebihan pada siang hari seringkali menyebabkan kerusakan fungsi terjaga, penampilan kerja, kecelakaan saat mengemudi, dan masalah perilaku atau emosional. Pola tidur seseorang baik tidur pada siang dan malam hari mempengaruhi tidur seseorang.

g. Stress emosional

Kecemasan tentang masalah pribadi atau situasi dapat mengganggu tidur seseorang (Potter & Perry, 2006). Kecemasan 15 menyebabkan seseorang menjadi terjaga. Keadaan terjaga terus menerus ini dapat mengakibatkan kekurangan tidur dan kualitas tidur yang buruk.

h. Penyakit fisik

Penyakit fisik dapat membuat klien terpaksa tidur dengan posisi yang tidak biasa sehingga klien tidak mengalami kualitas tidur yang optimal (Potter & Perry, 2006). Penyakit fisik menyebabkan nyeri, ketidaknyamanan dan kecemasan. Ketidaknyamanan dan kecemasan dapat menyebabkan masalah pemenuhan tidur.

i. Asupan makanan dan konsumsi obat-obatan

Kebiasaan makan yang baik penting untuk kesehatan dan tidur (Potter & Perry, 2006). Konsumsi kafein dan alkohol dapat menyebabkan gangguan tidur. Efek dari kafein dapat bertahan selama dua belas jam setelah dikonsumsi. Alkohol dapat menyebabkan insomnia jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar. Mengantuk dan deprivasi tidur merupakan salah satu efek samping medikasi yang umum (Potter & Perry, 2006). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa makanan dan obat yang dikonsumsi seseorang dapat mempengaruhi tidur seseorang.

2.3 Kualitas Tidur Orang Tropis

Menurut Tsuzuki dkk (2008), Haskell dkk (1981) dan Okamoto dkk (1999) mengatakan bahwa pengaruh parameter termal di lingkungan tidur terhadap kualitas tidur telah banyak diteliti. Hasil penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ketika lingkungan termal di kamar tidur sangat menyimpang dari apa yang disebut 'zona nyaman termal', kualitas tidur dapat terganggu atau bahkan memburuk segera setelah respon termoregulasi muncul. Akibatnya, saat ini ada beberapa pendekatan baru guna mengontrol lingkungan termal yang berbeda, seperti produk selimut listrik (Fletcher dkk, 1999) dan (Okamoto dkk, 2005) dan termosuit perfusi air (Raymann dkk, 2008), digunakan untuk menjaga lingkungan tidur tetap berada di 'zona nyaman termal', sehingga kualitas tidur tidak terpengaruh. Selain itu, terdapat juga upaya-upaya meningkatkan insulasi

termal dari sistem tempat tidur di lingkungan tidur yang dingin, atau menurunkan temperature di lingkungan tidur yang panas dapat membantu mencapai zona kenyamanan termal dengan konsumsi energi yang lebih rendah, karena sistem tempat tidur memainkan peran yang luar biasa dalam menjaga kenyamanan termal di lingkungan tidur (Liz & Deng, 2008) dan (Pan dkk, 2010). Namun demikian, upaya-upaya tersebut tidak cukup untuk mempertahankan lingkungan termal dalam ruangan yang nyaman tanpa pengkondisian udara bagi daerah tropis dan sub-tropis, seperti Indoneisa, di mana musim kemaraunya panas dan lembab, dan dapat berlangsung selama lebih dari 7 bulan. Oleh karena itu, di daerah tropis tersebut, penggunaan AC pada malam hari diperlukan untuk menjaga lingkungan tidur yang nyaman secara termal

2.3.1 Kenyamanan Termal Saat Tidur Orang Tropis

Untuk memahami hubungan antara kualitas tidur manusia dan lingkungan termal tidurnya, dalam bidang medis atau bidang studi terkait lainnya, 'zona kenyamanan termal' didefinisikan sebagai kisaran suhu lingkungan di sekitar suhu netral termal, di mana ukuran kuantitatif tidur, seperti latensi tahap tidur, waktu yang dihabiskan di setiap tahap tidur, jumlah dan durasi bangun (Muzet dkk, 1983).

Penelitian-penelitian tentang pengaruh parameter termal di lingkungan tidur pada kualitas tidur telah lama diinisiasi. Beberapa peneliti seperti Haskell dkk (1981), Karacan dkk (1978), Sewithec dkk (1986), dan Palca dkk (1986) melakukan studi eksperimental tentang efek suhu lingkungan yang tinggi dan rendah pada tahap tidur manusia dan mengadopsi suhu netral termal yang berbeda untuk tidur di kisaran 20-32°C. Dalam studi oleh Haskell dkk (1981) dimana subjek dalam keadaan tidak menggunakan pakaian tidur, terungkap bahwa suhu netral termal adalah 29 °C. Caddick dkk (2018) menunjukkan bahwa kisaran suhu netral termal adalah sekitar 22,3°C melalui survei kuesioner dan mengukur suhu dan kelembaban udara di kamar tidur serta suhu kerongkongan (*esophageal temperature*) lima siswa SMP selama 214 hari. Dalam sebagian besar penelitian yang berkaitan dengan tidur, hanya suhu udara ambien pada kamar tidur yang dirujuk, namun suhu pancaran rata-rata atau suhu operasi dan kecepatan udara jarang diperhitungkan. Dalam kasus di mana suhu netral termal 20-25°C dipilih,

subjek uji ditutupi dengan alas tidur, sementara dalam kasus lain, subjek tidak menggunakan pakaian. Meskipun suhu netral termal yang ditentukan oleh peneliti yang berbeda-beda karena kondisi percobaan yang berbeda (misalnya, menggunakan selimut atau tanpa pakaian), dapat terlihat dengan jelas bahwa suhu netral termal yang ditentukan ($20-25^{\circ}\text{C}$ pada kondisi menggunakan selimut; $28-32^{\circ}\text{C}$ pada kondisi tanpa pakaian) di lingkungan termal tidur berbeda dari suhu udara ($24-26^{\circ}\text{C}$) yang biasanya terlihat di ruangan kerja di musim panas/kemarau. Selain suhu udara ruangan, parameter lingkungan termal lainnya seperti kecepatan udara dan kelembaban udara juga berperan penting dalam kualitas tidur.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Tsuzuki dkk (2008), 17 subjek laki-laki mengenakan piyama pendek tidur di tempat tidur ditutupi dengan selimut kapas di bawah tiga kondisi pengujian: (1) suhu udara 26°C , kelembaban 50% dan kecepatan udara 0,2 m/s; (2) suhu udara 32°C , kelembaban 80% dan kecepatan udara 1,7 m/s; (3) suhu udara 32°C , kelembaban udara 80% dan kecepatan udara 0,2 m/s. Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa memiliki kecepatan udara yang tepat di dalam lingkungan tidur dapat membantu mengurangi durasi terjaga, serta kehilangan massa tubuh dalam kondisi hangat dan lembab. Okamoto-Mizuno dkk (1999) menemukan bahwa paparan kelembaban yang tinggi untuk orang yang sedang tidur pada suhu udara yang tinggi pada malam hari meningkatkan beban termal untuk menekan penurunan suhu rektal, dan sehingga membuat seseorang mudah terbangun.

2.3.2 Sistem AC untuk Lingkungan Tidur di Daerah Tropis dan/atau Sub-Tropis

Menurut Wang (1993) pada awal tahun 1900-an, AC pertama kali dikembangkan oleh Willis H. Carrier. Sebelum tahun 1922, AC terutama digunakan untuk proses industri, seperti memproduksi permen, permen karet, keju, korek api dan tekstil, dll. Gedung perkantoran bertingkat tinggi ber-AC yang paling awal adalah Gedung Milam di San Antonio, Texas, dibangun pada tahun 1928 (Pauken, 1999). Saat ini, penggunaan AC terutama ditujukan untuk menjaga lingkungan termal dalam ruangan yang nyaman tidak hanya di tempat kerja pada siang hari, tetapi

juga di kamar tidur tempat tinggal, kamar tamu di hotel dan bangsal di rumah sakit, pada malam hari.

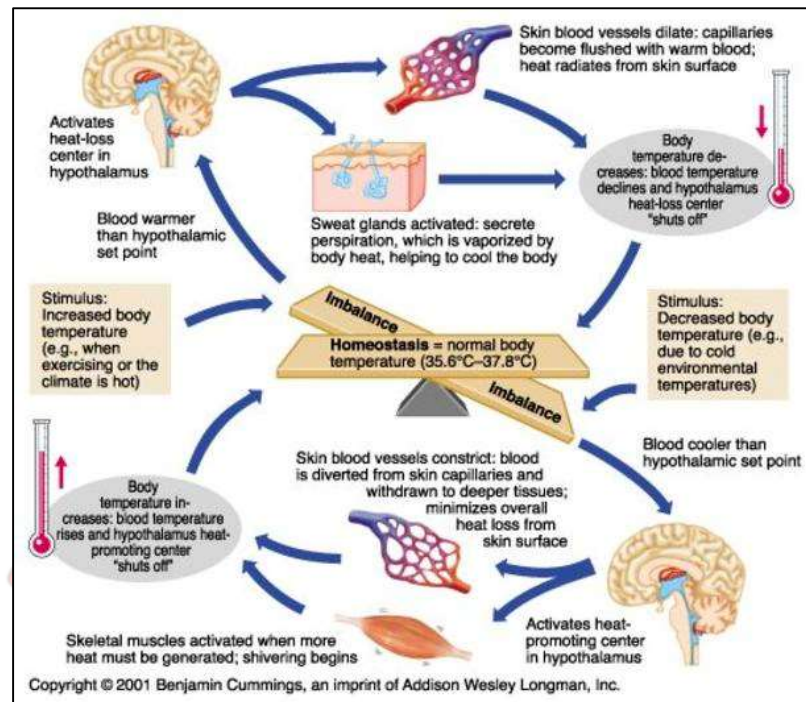
Dengan peningkatan standar hidup dan kebutuhan akan kenyamanan termal, penggunaan AC tersebar luas di bangunan-bangunan tempat tinggal baik di rumah tapak maupun di apartemen-apartemen. Kempton dkk (1992) mempelajari pengoperasian AC untuk memahami bagaimana konsumsi energi dan permintaan daya puncak dipengaruhi oleh kebutuhan, persepsi, dan perilaku pengguna melalui pengukuran lapangan dan wawancara. Mengingat sebagian besar bangunan tempat tinggal biasanya ditempati di luar jam kantor, yaitu sore/malam hari selama hari kerja dan sepanjang hari pada akhir pekan/hari libur, untuk bangunan tempat tinggal yang berlokasi di daerah subtropis, AC perumahan berfungsi untuk menjaga tidak hanya lingkungan termal dalam ruangan di siang hari, tetapi juga lingkungan termal tidur yang sesuai di kamar tidur pada malam hari. Hal ini juga menjadi temuan dalam survei yang dilakukan di Malaysia Kubota (2011) bahwa sebagian besar responden memasang AC perumahan kamar tidur dan mengoperasikannya di malam hari. Hanya 10% responden yang mengoperasikan AC pada siang hari. Namun, persentasenya mulai meningkat dari jam 7 malam dan mencapai 80% pada jam 11 malam. Lebih dari 50% pemilik terus menggunakan AC sepanjang malam sampai jam 5 pagi.

2.4 Termoregulasi Tubuh Manusia

Sistem adaptasi tubuh manusia terhadap perubahan temperatur adalah suatu pengaturan fisiologis tubuh manusia mengenai keseimbangan produksi panas dan kehilangan panas sehingga temperatur tubuh dapat dipertahankan secara konstan. Termoregulasi merupakan suatu mekanisme yang terjadi pada makhluk hidup untuk mempertahankan temperatur internal agar berada dikisaran yang dapat ditorelir. Sistem termoregulasi dikendalikan oleh hipotalamus di otak, yang berfungsi sebagai termostat tubuh.

Hipotalamus sebagai pusat integrasi termoregulasi tubuh, menerima informasi mengenai temperatur di berbagai bagian tubuh dan memulai penyesuaian penyesuaian yang sangat rumit dalam mekanisme penambahan atau

pengurangan panas sesuai dengan keperluan untuk mengoreksi setiap penyimpangan temperatur inti dari patokan normal (Daruwati, dkk, 2018).



Gambar 1 Termoregulasi Tubuh Manusia

2.5 Temperatur Tubuh

Temperatur tubuh ialah kemampuan tubuh dalam memproduksi dan membuang jumlah panas ke area luar dan dipengaruhi oleh faktor umur, aktifitas, hormon, tingkat stress, dan jenis obat yang telah dikonsumsi. Temperatur tubuh manusia terdiri dari temperatur inti dan temperatur kulit. Temperatur tubuh orang dewasa yang normal berkisar antara 36°C -37°C. Untuk menjaga temperatur tubuh dalam keadaan stabil, diperlukan regulasi temperatur tubuh. Temperatur tubuh manusia diatur dengan metode *feedback* yang dilakukan oleh pusat pengaturan di hipotalamus. Apabila pusat temperatur hipotalamus mendeteksi temperatur tubuh yang panas, maka tubuh akan melakukan metode *feedback*. Metode *feedback* ini terjadi bila temperatur pada inti tubuh telah melampaui batas dari toleransi tubuh untuk menjaga temperatur yang disebut titik tetap (Kukus, dkk., 2009).

2.4.1 Pengukuran Temperatur Tubuh

Menurut Darwis, Dkk., (2018), Temperatur tubuh dapat diukur pada beberapa tempat yang mudah diakses, antara lain di ketiak (aksila), mulut (oral), telinga (timpani), dubur (rektal), dan di dahi (forehead). Namun, temperatur pada dahi hanya dapat diukur dengan termometer arteri/termometer dahi.

1. Pengukuran Temperatur Aksila

Dalam sejarahnya pengukuran temperatur di ketiak telah digunakan untuk memperkirakan temperatur inti, meskipun temperatur lingkungan, aliran darah lokal, keringat ketiak, penempatan bagian probe termometer, penutupan kavitas aksila (menjepit termometer di ketiak), dan waktu yang dibutuhkan untuk membaca sangat mempengaruhi akurasi. Selain itu, telah dilaporkan bahwa terdapat perbedaan temperatur antara ketiak kanan dan ketiak kiri hingga $1,4^{\circ}\text{C}$ dalam kondisi stabil.

2. Pengukuran Temperatur Oral

Temperatur oral yang diukur dibagian posterior sublingual mendapatkan perfusi dari cabang arteri karotis eksterna, oleh karena itu disebut bahwa perubahan temperatur oral sangat erat dengan perubahan temperatur inti. Aktivitas vasomotor di daerah sublingual mempengaruhi temperatur, misalnya penurunan temperatur oral selama terjadi demam dapat terjadi karena berkurangnya aliran darah. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi pembacaan temperatur oral antara lain air liur, asupan sebelumnya seperti makanan atau minuman yang panas atau dingin, permen karet, merokok dan bernafas cepat.

3. Pengukuran Temperatur Telinga

Membran timpani dan hipotalamus berbagi suplai darah mereka dari arteri karotis internal dan eksternal dan daerah ini relatif tanpa aktivitas metabolik. Temperatur telinga tidak terpengaruh oleh perubahan temperatur kulit akibat pendinginan wajah ataupun mengipasi wajah, dan juga beberapa penelitian menyatakan bahwa serumen tidak berpengaruh terhadap pengukuran temperatur telinga.

4. Pengukuran Temperatur Rektal

Temperatur rektal lebih tinggi daripada temperatur yang diukur di tempat lain, hal ini mungkin disebabkan oleh aliran darah yang rendah dan isolasi tinggi

dari rektal, sehingga proses kehilangan panas relatif rendah. Pengukuran temperatur rektal dapat dipengaruhi oleh tinja yang keras, adanya inflamasi sekitar rektal, dan aktivitas produksi panas oleh mikroorganisme yang ada di dalam feses. Selain itu, ada risiko terjadi ruptur dinding rektum. Setiap insersi termometer sebanyak 2,54 cm kedalam rektum terjadi peningkatan temperatur sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$, standar insersi termometer ke rektum pada orang adalah 4 cm.

2.4.2 Jenis-jenis Temperatur Tubuh

Menurut (Chris Brooker, 2008). Temperatur tubuh pada manusia dibagi menjadi 2 jenis yaitu sebagai berikut :

1. *Core Temperatur* (Temperatur inti)

Temperatur pada jaringan dalam dari tubuh, seperti kranium, thorax, rongga abdomen dan rongga pelvis.

2. *Surface Temperature*

Temperatur pada kulit, jaringan subcutan, dan lemak. Temperatur ini berbeda, naik turunnya tergantung respon terhadap lingkungan. Menurut Kukus, dkk, (2009), Terdapat perbedaan yang cukup besar (sekitar 4°C) antara temperatur inti dan temperatur permukaan tubuh. Bagi individu yang beristirahat tanpa baju temperatur ruang ideal adalah sekitar $28-30^{\circ}\text{C}$. Dalam keadaan tersebut temperatur kulit berkisar sekitar 33°C , sedangkan temperatur inti berkisar sekitar 37°C . Lokasi pengukuran *surface body temperature* yang umum digunakan adalah sublingual, aksila, selangkangan, leher, telinga (membran timpani maupun saluran auditorius eksternal), toraks, dahi, dan permukaan tubuh lainnya (Chen, 2019).

2.6 Denyut Jantung

Jantung bekerja melalui mekanisme secara berulang dan berlangsung terus menerus yang juga disebut sebagai sebuah siklus jantung sehingga secara visual terlihat atau disebut sebagai denyut jantung. Melalui mekanisme berselang - selang, jantung berkonstraksi untuk mengosongkan isi jantung dan melakukan relaksasi guna pengisian darah. Secara siklus, jantung melakukan sebuah periode sistol yaitu periode saat berkontraksi dan mengosongkan isinya (darah), dan

periode diastol yaitu periode yang melakukan relaksasi dan pengisian darah pada jantung. Kedua serambi mengendur dan berkontraksi secara bersamaan, dan kedua bilik juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan pula untuk melakukan mekanisme tersebut (Harahap, dkk, 2013).

Denyut jantung normal dewasa rata-rata 70-80 denyut per menit. Namun, saat seseorang tidur denyut jantung turun menjadi 60 denyut per menit. Hal inilah yang membuat tidur bermanfaat dalam mempertahankan fungsi jantung. Fungsi biologis lainnya yang menurun saat seseorang dalam kondisi tidur adalah pernapasan, tekanan darah, dan otot (Sudayasa & Eddy, 2021).

2.7 Saturasi Oksigen

Saturasi oksigen (SpO_2) adalah rasio atau jumlah oksigen aktual yang terikat oleh hemoglobin terhadap kemampuan total hemoglobin darah mengikat oksigen (Fadlilah dkk, 2020). Saturasi oksigen adalah jumlah oksigen yang terikat oleh hemoglobin di dalam darah arteri. Menurut Utara dkk (2023) dalam Mayanti dkk (2022) sel sel bergantung pada suplai oksigen secara terus menerus oleh karena itu tanpa oksigen berbagai aktifitas pemeliharaan dan pertumbuhan sel akan berhenti dengan cepat. Saturasi oksigen adalah ukuran seberapa banyak persentase oksigen yang mampu dibawa oleh hemoglobin (Anggraini, 2023).

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, menurut Septia dkk (2016) maka dapat disimpulkan bahwa saturasi oksigen adalah seberapa banyak total oksigen yang diikat oleh hemoglobin. Nilai normal saturasi oksigen yang diukur menggunakan oksimetri nadi berkisaran antara 95-100%. Nilai saturasi dibawah 85% menunjukkan bahwa jaringan tidak mendapatkan cukup oksigen. Penurunan saturasi oksigen pada pasien asma dapat menyebabkan terjadinya hipoksemia dan berlanjut menjadi hipoksia. Hipoksemia adalah suatu keadaan yang menggambarkan terjadinya penurunan saturasi oksigen dibawah normal (Anggraini, 2023).

Tabel 2 Klasifikasi Saturasi Oksigen

Nilai Oksimetri	Kategori
96-100%	Normal
91-95%	Hipoksia ringan sampai sedang
86-90%	Hipoksia sedang sampai berat
<85%	Hipoksia berat mengancam jiwa

***Hipoksia** : kondisi kurangnya pasokan oksigen bagi tubuh untuk menjalankan fungsinya.

(Anggraini, 2023)

2.8 *Body Mass Index (BMI)*

Body mass index (BMI) atau indeks massa tubuh (IMT) merupakan suatu pengukuran yang menghubungkan atau membandingkan berat badan dengan tinggi badan. BMI digunakan untuk mengetahui status gizi bagi orang dewasa. Sebenarnya BMI dapat digunakan juga untuk menilai status gizi anak pada masa pertumbuhan, tetapi nilai idealnya berbeda untuk setiap usia anak. Berbeda dengan BMI pada orang dewasa, dimana nilai rujukan BMI-nya adalah sama antara jenis kelamin dan usia. Berikut rumus perhitungan BMI:

$$BMI = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}} \quad (1)$$

Di Indonesia, batas ambang dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Pada akhirnya diambil kesimpulan batas ambang BMI/IMT untuk Indonesia menurut Departemen Kesehatan RI tahun 1996 adalah sebagai berikut dengan adapun batas ambang normal laki-laki dan perempuan terdapat perbedaannya di mana batas ambang normal untuk laki-laki adalah 20,1–25,0 dan untuk perempuan adalah 18,7–23,8.

Tabel 3 Kategori BMI di Indonesia

Kategori	Ambang Batas
Kategori dan Ambang Batas BMI di Indonesia	$\leq 17,0$
Kategori Kurus Tingkat Ringan	17,1 – 18,5
Kategori Normal	18,6 – 25,0
Kategori Berat Tingkat Ringan	25,1 – 27,0
Kategori Berat Tingkat Berat	$\geq 27,1$

(Darsono, dkk, 2018)

2.9 *Body Surface Area (BSA)*

Menurut Alfian, Dkk., (2019), *Body Surface Area* (BSA) adalah luas permukaan tubuh yang digunakan dalam mengetahui berat badan seseorang melalui persamaan tabung elips dengan mencari titik yang diperlukan dalam

melakukan perhitungan. Ada banyak cara untuk menghitung luas permukaan tubuh. Diantaranya adalah formula dari Dubois & Dubois, Mosteller, Haycock, Boyd dan Gehan & George. Berikut merupakan formula dari beberapa ahli (*website FoxCalculators*) :

Formula Dubois & Dubois :

$$BSA = 0,20247 \times H (m)^{0,725} \times W (kg)^{0,425} \quad (2)$$

Formula Mosteller :

$$BSA = \frac{\sqrt{H (cm) \times W (kg)}}{60} \quad (3)$$

Formula Gehan & George :

$$BSA = 0,0235 \times H (cm)^{0,42246} \times W (kg)^{0,51456} \quad (4)$$

Formula Haycock :

$$BSA = 0,024265 \times H (cm)^{0,3964} \times W (kg)^{0,5378} \quad (5)$$

Formula Boyd :

$$BSA = 0,0003207 \times H (cm)^{0,3} \times W (g)^{0,7285 - (0,0188 \times \log(W))} \quad (6)$$

Dimana :

H = *Height* (Tinggi Badan)

W = *Weight* (Berat Baadan)

Pada penelitian ini, untuk memperoleh BSA partisipan, peneliti meratakan hasil dari seluruh formula formula dari para ahli yang ada.

2.10 Thermal camera

Thermal Imager adalah salah satu cara pendeteksian secara visual menangkap radiasi inframerah dari benda yang menjadi objek sehingga bisa didapat besar pancaran radiasi inframerah. Sedangkan *thermal camera* adalah

perangkat yang berisi beberapa sensor pendeteksi radiasi inframerah berupa *thermophile* yang tersusun secara berjajar. Banyaknya sensor yang digunakan akan mempengaruhi besarnya resolusi yang dihasilkan (Jati dan Tivai, 2020). *Thermal camera* ini perangkat sensor non-kontak yang dapat mendeteksi energi panas atau inframerah dan mengubahnya menjadi energi listrik atau sinyal elektronik, yang kemudian dapat diproses sehingga menghasilkan gambar termal.

Sensor *thermal camera* pada penelitian ini diaplikasikan pada Sistem Sensor Pengkondisian Udara Cerdas. Jenis sensor *thermal camera* yang digunakan adalah MLX90640. Table 4 merupakan spesifikasi MLX90640 :

Tabel 4 Spesifikasi Sensor MLX90640

Item	Value
Operating voltage	3.3V/5V
Operating current	<23mA
Communication interface	I2C (Adress 0x33)
Field of view (Horizontal×Vertical)	MLX90640-D55 <i>Thermal camera</i> : 55°×35° (narrow angle FOV, suit for long range measuring) MLX90640- D110 <i>Thermal camera</i> : 110°×75° (wide angle FOV, suit for short range measuring)
Operating temperature	-40°C~85°C
Target temperature	-40°C~300°C
Resolution	±1°C
Refresh rate	0.5Hz~64Hz (programmable)
Dimensions	28mm×16 mm
Mounting hole size	2.0mm

Satriyo, dkk., (2021) menyatakan MLX90640 dapat digunakan untuk pengukuran temperatur tubuh dan kesalahan pengukuran temperatur tubuh MLX90640 sebesar 3,7 % jika dibandingkan dengan IR *Thermometer* FT-1008. Jika dibandingkan

dengan sensor jenis lain yaitu AMG8833, kesalahan pengukuran temperatur MLX90640 lebih rendah.

2.11 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi landasan teori pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Imam Sasongko Jati, Muhammad Rivai	Implementasi <i>Thermal camera</i> pada Pengaturan Pendingin Ruangan	Sistem yang dibuat bekerja dengan melakukan estimasi jumlah orang dalam ruangan lalu mengubah set point dari pendingin ruangan agar menyesuaikan kondisi lokasi.	<i>Thermal camera</i> dapat digunakan untuk merepresentasikan temperatur dalam ruangan, sehingga berdasarkan perubahan temperatur yang terjadi dapat mengestimasi jumlah orang dalam ruangan. Penggunaan distribusi frekuensi dari histogram <i>Thermal camera</i> cukup efektif untuk mengestimasi jumlah orang dengan presentasi keberhasilan sebesar 81,25%.
2.	Cicik Sulistiyani	Beberapa Faktor Yang Berhubungan Dengan Kualitas Tidur Pada	Jenis penelitian dalam penulisan ini adalah analitik dengan menggunakan pendekatan cross sectional.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kondisi temperatur kamar tidur dengan kualitas tidur.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang		
3.	Xiaojun Fan, Huiqi Shao, Mitsuharu Sakamoto, Kazuki Kuga, Li Lan, David P, Wyon, Kazuhide Ito, Mariya P.Bivolarov, Chenxi Liao, Pawel Wargocki	<i>The effects of ventilation and temperature on sleep quality and next-day work performance: pilot measurements in a climate chamber</i>	Metode Greenhouse- Geisser digunakan untuk mengatur pelanggaran sphericity, Analisis post hoc dilakukan dengan menggunakan uji Bonferroni.	Kualitas tidur yang dinilai secara subyektif menurun secara signifikan. Penurunan kelelahan dan kantuk yang dinilai secara subyektif secara signifikan berkurang setelah tidur pada temperatur 28°C dibandingkan dengan 24°C.
4.	Huiwen Xu, Antonio Martinez- Nicolas, Wendy D. Martinez- Avila, Juan M.A.	<i>Impact of an intermittent and localized cooling intervention on skin temperature, sleep quality</i>	Hasil disajikan sebagai rata-rata $\pm$ standar deviasi, kecuali jika dinyatakan lain. ANOVA model campuran umum digunakan untuk menguji apakah	Studi ini menunjukkan bahwa rangsangan dingin ringan intermiten dan lokal yang diberikan selama 3,5 hari mengurangi temperatur kulit distal tetapi tidak menyebabkan modifikasi yang dapat diukur dari

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	Alcantara, Juan Corral-Perez, David Jimenez-Pavon, Francisco M. Acosta, Jonatan R, Ruiz, Borja Martinez-Tellez	<i>and energy expenditure in free-living, young, healthy adults</i>	temperatur kulit dan persepsi temperatur kulit berbeda di bawah kondisi pengujian dan kontrol.	persepsi temperatur kulit, kualitas tidur, REE, atau tingkat oksidasi nutrisi dalam kelompok ini.
5.	Li Lan, Li Pan, Zhiwei Lian, Hongyuan Huang, Yanbing Lin	<i>Experimental study on thermal comfort of sleeping people at different air temperatures</i>	Data yang diukur terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan uji W ShapiroWilk. Data yang terdistribusi normal menjadi sasaran analisis varians dalam desain pengukuran berulang dan uji Paired Samples T test. Data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan Friedman's analysis of variance dan uji Wilcoxon Signed Ranks.	kualitas tidur manusia sensitif terhadap perubahan temperatur udara dan bagi manusia temperatur netral termalnya lebih tinggi saat tidur dibandingkan dengan saat terjaga. Temuan dari penelitian ini menyiratkan bahwa nilai yang ditetapkan dalam standar saat ini mungkin gagal memberikan lingkungan tidur yang nyaman secara termal.
6.	Jack	<i>Effects of</i>	Penelitian	Hasilnya menunjukkan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	Ngarambe, Geun Young Yun, Kisup Lee, Yeona Hwang	<i>Changing Air Temperature at Different Sleep Stages on the Subjective Evaluation of Sleep Quality</i>	eksperimental di dua lingkungan tidur yang identik dengan sistem kontrol termal yang berbeda yaitu sistem kontrol berbasis IoT yang menyesuaikan temperatur udara dalam ruangan sesuai tidur antara kedua dengan tahap tidur dan lingkungan tidur secara sistem kontrol tetap umum signifikan secara statistik dibandingkan ruangan dengan kontrol termal berbasis IoT. Sepuluh subjek berpartisipasi dalam penelitian dan menyelesaikan kuesioner tentang kualitas tidur mereka.	bahwa, secara keseluruhan, subjek mengalami tidur yang lebih baik di ruangan dengan sistem kontrol berbasis IoT dibandingkan di ruangan dengan kontrol termal tetap. Perbedaan rata-rata tingkat kepuasan tidur antara kedua lingkungan tidur secara umum signifikan secara statistik dibandingkan ruangan dengan kontrol termal berbasis IoT.
8.	Yanfeng Liu, Cong Song, Yingying Wang, Dengjia Wang, Jiaping Liu	<i>Experimental study and evaluation of the thermal environment for sleeping</i>	Dalam percobaan ini, suhu kulit subjek dan suhu iklim tempat tidur diukur pada suhu operasi dalam ruangan (to) yang berbeda, yaitu 11,6 °C, 13,8 °C, 15,8 °C, 18,3 °C, dan 20,6 °C. Iklim tempat tidur (BC), lingkungan	Berdasarkan pengaruh iklim tempat tidur, suhu nyaman lingkungan dalam ruangan relatif rendah, dan suhu netral termal untuk laki-laki 1,5 °C lebih rendah dibandingkan suhu untuk perempuan. Kondisi termal yang memuaskan dan nyaman dapat dicapai

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			termal dalam ruangan sebelum tidur (pra-) dan pasca-tidur (pasca-) dievaluasi, termasuk suara sensasi termal (TSV), suara kenyamanan termal (TCV) dan suara preferensi termal (TPV) , dan kualitas tidur diselidiki.	ketika suhu rata-rata iklim tempat tidur (MBT) berada pada kisaran 30,2 °C–31,0 °C dan suhu rata-rata kulit (MST) tetap pada 34,5 °C untuk pria dan 34,9 °C untuk perempuan.
9.	E.H Haskell, J.W Palca, J.M Walker, R.J Berger, H.C Heller	<i>Effets de températures ambiantes élevées basses sur les stades de sommeil chez l'homme</i>	Enam subjek laki-laki tidur telanjang kecuali celana pendek di atas tempat tidur yang terbuat dari anyaman nilon pada 5 suhu lingkungan (Tas) yang berbeda: 21, 24, 29 (termoneutralitas), 34 dan 37°C. Rekaman elektrofisiologi standar diperoleh dan dianalisis untuk tahapan tidur.	Suhu menunjukkan tren kuadrat yang signifikan untuk hampir setiap variabel tidur, sehingga Tas di atas atau di bawah termoneutralitas memiliki efek serupa pada pola tidur. Berbagai perbandingan menunjukkan bahwa suhu 21°C adalah kondisi yang paling mengganggu, dan suhu dingin umumnya lebih mengganggu tidur dibandingkan suhu hangat. Ada perbedaan nyata dalam sensitivitas tidur terhadap dingin. Penurunan tidur REM pada manusia yang disebabkan oleh panas atau

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				dingin mungkin disebabkan oleh gangguan proses tidur secara umum dan bukan secara khusus berkaitan dengan status sistem termoregulasi selama tidur REM.
10.	Zachary A. Caddick a, Kevin Gregory a, Lucia Arsintescu a, Erin E. Flynn-Evans	<i>A review of the environmental parameters necessary for an optimal sleep environment</i>	Melakukan pencarian literatur untuk mengidentifikasi makalah penelitian yang menggambarkan hasil tidur untuk parameter lingkungan yang diminati. Mengingat prevalensi homograf dalam istilah penelusuran yang diminati (misalnya istilah “light” dan “sleep” memberikan banyak hasil pada “light sleep”), kami mengambil pendekatan tiga tingkat untuk memasukkan literatur yang paling beragam.	Suhu lingkungan optimal bervariasi berdasarkan kelembapan dan iklim mikro tempat tidur, berkisar antara 17°C dan 28°C pada kelembapan relatif 40–60%. Kegelapan total adalah waktu yang optimal untuk tidur dan cahaya biru harus dihindari selama kesempatan tidur. Kualitas udara di permukaan laut, dengan ventilasi yang optimal untuk tidur dan tambahan oksigen merupakan tindakan pencegahan yang berguna untuk meningkatkan kualitas tidur di ketinggian. Desain arsitektur yang menggabungkan elemen-elemen ini ke dalam desain kamar tidur dapat

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				meningkatkan kualitas tidur seseorang.

