

**DESAIN SISTEM PENCAHAYAAN RUANG OPERASI UNTUK
MENINGKATKAN KENYAMANAN DENGAN PENDEKATAN
ERGONOMI MIKRO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri Program Sarjana - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Nurdiyana Sofi

No. Mahasiswa : 20522278

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui karya tulis tugas akhir ini yang berjudul “Desain Sistem Pencahayaan Ruang Operasi Untuk Meningkatkan Kenyamanan Dengan Pendekatan Ergonomi Mikro” merupakan hasil karya gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang sudah saya jelaskan beserta sumbernya. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Insya Allah jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam tugas akhir dan hak intelektual, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai norma yang berlaku dan bersedia ijazah yang saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 10 Agustus 2024



(Nurdiyana Sofi)
20522278

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT. UNISIA EDU MEDIKA
Rumah Sakit
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Srandakan Km. 5,5 Wijirejo, Pandak, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta,
55761 Telp. (Hotline), 1500-204, Website: www.rsuii.co.id Email: contact@rsuii.co.id



Nomor : 268/1/08/VII/2024
Lampiran : -
Perihal : **Keterangan Selesai Penelitian**

Kepada Yth.
Sekertaris Prodi S1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
di tempat

Assalamu'alaikum wr wb,

Dengan hormat,
Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat yang kita rasakan sehingga dapat beraktivitas dengan lancar.

Menanggapi surat dari Sekertaris Prodi S1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Nomor 34/penelitian Ta/Sek.Prodi.S1/20/VI/2023 tertanggal 07 Mei 2024 perihal Penelitian yang dilaksanakan di Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia oleh:

Nama Mahasiswa : Nurdiana Sofi
NIM : 20522278
Program Studi : S1 Teknik Industri
Judul Penelitian : **Desain Sistem Pencahayaan Ruang Operasi Untuk Meningkatkan Kenyamanan Dengan Pendekatan Ergonomi Mikro**

Bersama surat ini kami menginformasikan bahwa yang bersangkutan telah **SELESAI** melakukan penelitian di Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia.

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr wb.

Yogyakarta, 01 Juli 2024

Direktur, Utami

dr. Mulyo Hartana, Sp.PD.



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**DESAIN SISTEM PENCAHAYAAN RUANG OPERASI UNTUK
MENINGKATKAN KENYAMANAN DENGAN PENDEKATAN
ERGONOMI MIKRO**



Yogyakarta, 10 Agustus 2024

Dosen Pembimbing

(Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**DESAIN SISTEM PENCAHAYAAN RUANG OPERASI UNTUK
MENINGKATKAN KENYAMANAN DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI
MIKRO****TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Nurdiyana Sofi

No. Mahasiswa : 20522278

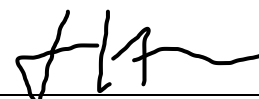
Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Agustus 2024

Tim Penguji

Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.

Ketua



Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.

Anggota I



Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU.

Anggota II

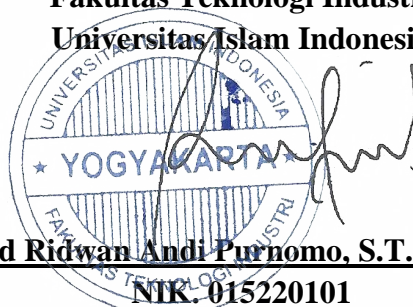


Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

**Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM**

NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya

Saya persembahkan skripsi ini teruntuk kedua orang tua,

Ayah H. Usman Junaedi

Ibu Hj. Sulkiyah S.Pd

Teruntuk adik tercinta saya,

Nisrina Zalfa

*Teruntuk seluruh keluarga besar, para sahabat dan pihak lain yang telah membantu,
mendukung, memotivasi, mendo'akan dan memberikan semangat kepada saya baik secara
langsung maupun tidak langsung*

*Dan saya persembahkan skripsi ini untuk diri saya yang selalu semangat berjuang serta
sabar dalam menyelesaikan skripsi hingga akhir*

MOTTO

“Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(Q.S Al-Baqarah: 153)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(Q.S Ar-Ra'd: 11)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim,

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berbagai nikmat dan berkah kepada hamba-Nya, termasuk iman, nikmat islam, kebaikan, kesehatan dan nikmat luang sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas yang semestinya diselesaikan. Shalawat serta salam tak lupa untuk dihaturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang berkat perjuangannya, saya dapat merasakan, menjalin, dan menikmati pengetahuan di masa sekarang ini.

Alhamdulillahirabbil'alamin, atas rahmat, ridho, hidayah dan pertolongannya Allah SWT Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Desain Sistem Pencahayaan Ruang Operasi Untuk Meningkatkan Kenyamanan Dengan Pendekatan Ergonomi Mikro**”.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan kesempatan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo., M.T., IPU., ASEAN.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc.,Ph.D.,IPU.,ASEAN.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan ilmu serta memberikan arahan dan motivasi yang sangat besar dalam melakukan bimbingan sehingga seluruh proses pengerjaan Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan lancar.
4. Kedua orang tua penulis yaitu Ayah Usman Junaedi, Ibu Sulkiyah dan adik Nisrina Zalfa yang selalu mendo'akan, mendukung, serta memberikan semangat secara langsung maupun tidak langsung selama masa studi.
5. Adik kandung tercinta, Nisrina Zalfa yang telah memeberikan dukungan semangat dan doa kepada penulis.
6. Sahabat penulis dari awal kuliah hingga akhir, Indah Permata Hati yang selalu memberikan dukungan, semangat, tenaga, kesabaran dan mengajarkan untuk berjuang dalam menyelesaikan studi dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan rasa bangga.
7. Teman grup Bukber Gengss, Melly, Arip, Vito, Zuhdi, Fikri, Dwi, dan Husen yang telah mendukung dengan canda tawa, mendoakan, menemani nugas dan memberikan semangat dalam proses penyelesaian Tugas Akhir Ini.
8. Teman-teman Cimingit, Muhammad Taufiq Alhaj dan Indah Permata Hati yang telah mendukung dan memberikan semangat dalam mengerjakan laporan Tugas Akhir ini.
9. Kepala Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi yaitu Bapak Chancard Basumerda, S.T., M.Sc. dan Laboran Lab.DSKE yang telah memberikan dukungan dan membantu dalam melakukan proses eksperimen.
10. Pihak Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia dan PT Putra Medikaltek Indonesia yang tidak dapat disebutkan satu persatu, telah memberikan kesempatan dalam melakukan pengambilan data.
11. Teman-teman asisten Lab. DSKE 2019, 2020, 2021 dan 2022 yang telah memberikan semangat, ilmu dan pengalaman kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.

12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah mendukung, membantu dan membimbing penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 10 Agustus 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'S' followed by a vertical line and a small flourish at the bottom right.

Nurdyana Sofi
NIM 20522278

ABSTRAK

Modular Operating Theater (MOT) merupakan komponen penting dalam rumah sakit yang berperan dalam kelancaran prosedur operasi dan perawatan pasien. Pencahayaan dalam ruang operasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja tenaga medis dan keselamatan pasien. Observasi di sebuah rumah sakit besar di Daerah Yogyakarta, diketahui bahwa intensitas cahaya yang ada tidak sesuai dengan standar yang diatur dalam PERMENKES No. 2 Tahun 2023. Intensitas cahaya yang terukur lebih dari 500 lux, dengan luas ruangan 7,6 x 5,4 meter dan jumlah lampu sebanyak 13 buah. Hasil wawancara mengungkapkan permasalahan terkait pencahayaan yang digunakan saat ini, yang menyebabkan mata cepat lelah, penglihatan buram, dan sakit kepala. Hal ini menunjukkan bahwa ada kekurangan dalam penerapan standar pencahayaan yang ditetapkan, terutama karena belum adanya spesifikasi yang jelas mengenai "Pencahayaan Sejuk". Metode yang digunakan dalam penelitian adalah pendekatan *Design of Experiment* Taguchi, Uji Friedman, dan Uji *Marginal Homogeneity*. Metode Taguchi untuk menentukan kombinasi terbaik dari intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai guna mencapai pencahayaan sejuk yang optimal. Uji Friedman mengevaluasi pengaruh signifikan dari variabel-variabel tersebut, sementara Uji *Marginal Homogeneity* menilai kesesuaian indikator terhadap *Voice of Customer* (VOC). Penelitian ini bertujuan merancang konsep pencahayaan sejuk yang ergonomis di ruang operasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan dengan intensitas 500 lux, dinding hijau (R:0, G:125, B:230), dan lantai biru muda (R:173, G:216, B:230) memberikan hasil terbaik dengan SNR -0,33 dan persepsi sejuk sebesar 22,85%. Selain itu, diketahui bahwa spesifikasi desain pencahayaan sejuk yang diusulkan telah sesuai dengan kebutuhan pengguna yang meliputi tidak mudah mengakibatkan mata merah atau lelah, mata buram, dan sakit kepala.

Kata Kunci: Lux, Pencahayaan Sejuk, MOT, Warna Dinding, Warna Lantai

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
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 Batasan Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Empiris	6
2.2 Kajian Teoritis	15
2.2.1 <i>Modular Operating Theater (MOT)</i>	15
2.2.2 Ergonomi	15
2.2.3 Sejuk	15
2.2.4 Lingkungan Kerja Fisik	16
2.2.5 Pencahayaan	18
2.2.6 Pengaruh Pencahayaan	20
2.2.7 Jenis-jenis Pencahayaan (Jenis dan Daya Lampu)	20
2.2.8 Metode Pengukuran Pencahayaan	21
2.2.9 Standar Pencahayaan	23
2.2.10 Warna Pencahayaan	24
2.2.11 Psikologi Warna Dinding	24
2.2.12 Taguchi	26
2.2.13 Uji Friedman	27
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Subjek Penelitian	28
3.2 Objek Penelitian	28
3.3 Jenis Data Penelitian	28
3.3.1 Data Primer	28
3.3.2 Data Sekunder	28
3.4 Metode Pengumpulan Data	29
3.4.1 Wawancara dan Observasi	29
3.4.2 Kuesioner	29
3.4.3 Studi Pustaka	29

3.4.4	Metode Eksperimen	29
3.5	Metode Pengolahan dan Analisis Data	30
3.5.1	Metode Taguchi	30
3.5.2	Uji Friedman	31
3.5.3	Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	34
3.6	Instrumen Penelitian	34
3.7	Alur Penelitian	35
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		40
4.1	Pengumpulan Data	40
4.1.1	Karakteristik Responden	40
4.1.2	Identifikasi Kebutuhan Pengguna	40
4.2	Penentuan Variabel	41
4.3	Penentuan Faktor dan Level	43
4.4	Matriks <i>Full Factorial</i>	43
4.4.1	Hasil Eksperimen	44
4.5	Pengolahan Data	51
4.5.1	Menilai Indikator Akibat dan Tingkat Sejuk	51
4.5.2	<i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR)	53
4.5.3	Ranking Eksperimen yang Paling Sejuk	54
4.5.4	Perhitungan Uji Friedman	55
4.5.5	Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	61
BAB V PEMBAHASAN		75
5.1	Analisis Kebutuhan Pengguna	75
5.2	Analisis Uji SNR Dalam Menentukan Kombinasi Pencahayaan Sejuk	76
5.3	Analisis Uji Statistik Signifikansi	77
5.3.1	Analisis Uji Friedman	77
5.3.2	Analisis Uji Kesesuaian	78
5.4	Spesifikasi Desain Usulan	79
BAB VI PENUTUP		81
6.1	Kesimpulan	81
6.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur	12
Tabel 2. 2 Pengaruh Tingkatan Temperatur	17
Tabel 2. 3 Standar Pencahayaan.....	23
Tabel 2. 4 Hubungan Tingkat Cahaya Dengan Tampilan Warna	24
Tabel 2. 5 Hubungan Suhu Warna Dengan Tampilan Warna	24
Tabel 2. 6 Kelebihan dan Kekurangan Metode Taguchi.....	26
Tabel 2. 7 Karakteristik Taguchi.....	26
Tabel 3. 1 Karakteristik Responden	28
Tabel 4. 1 Karakteristik Responden Observasi	40
Tabel 4. 2 Karakteristik Responden Eksperimen	40
Tabel 4. 3 Variabel Independen	41
Tabel 4. 4 Variabel Dependen.....	42
Tabel 4. 5 Faktor-Faktor dan Level-Level	43
Tabel 4. 6 Matriks <i>Full Factorial</i>	43
Tabel 4. 7 Hasil Penilaian Eksperimen	44
Tabel 4. 8 Rata-Rata Nilai Tiap Responden.....	52
Tabel 4. 9 Hasil SNR.....	53
Tabel 4. 10 <i>Ranking</i> Eksperimen Dari SNR.....	55
Tabel 4. 11 Kontribusi Intensitas Cahaya	56
Tabel 4. 12 Kontribusi Warna Dinding.....	57
Tabel 4. 13 Kontribusi Warna Lantai	58
Tabel 4. 14 Persentase Kontribusi Keseluruhan.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Denah Luas Ruangan Kurang Dari 10 m ²	22
Gambar 2. 2 Denah Luas Ruangan Kurang Dari 10 m ² – 100 m ²	22
Gambar 2. 3 Denah Luas Ruangan Lebih Dari 100 M ²	23
Gambar 2. 4 Skema Warna.....	25
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Tahap Kesatu.....	35
Gambar 3. 2 Alur Penelitian Tahap Kedua	37
Gambar 3. 3 Alur Penelitian Tahap Ketiga	38
Gambar 4. 1 Grafik Penilaian Cahaya.....	53
Gambar 4. 2 <i>Ranks</i> Intensitas Cahaya.....	56
Gambar 4. 3 <i>Output</i> Uji Friedman Intensitas Cahaya	56
Gambar 4. 4 <i>Ranks</i> Warna Dinding.....	57
Gambar 4. 5 <i>Output</i> Uji Friedman Warna Dinding.....	57
Gambar 4. 6 <i>Ranks</i> Warna Lantai	58
Gambar 4. 7 <i>Output</i> Uji Friedman Warna Lantai.....	58
Gambar 4. 8 <i>Ranks</i> Keseluruhan Variabel	59
Gambar 4. 9 Hasil Uji Friedman Keseluruhan Variabel	60
Gambar 4. 10 Uji <i>Marginal Homogeneity</i>	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Modular Operating Theater (MOT) adalah komponen penting dan sangat bermanfaat bagi rumah sakit, karena menjadi sistem ruangan yang kritis untuk kelancaran proses operasi serta perawatan pasien (Andiyan et al., 2022). Ruang operasi memerlukan penanganan khusus terhadap berbagai komponen atau faktor-faktor lingkungan kerja fisik yang menjadi penentu kenyamanan dan keselamatan tenaga medis. Komponen atau faktor-faktor yang mempengaruhi meliputi pencahayaan ruangan, sistem pengkondisian sirkulasi udara, getaran, kebisingan, kelembapan, suhu, dan warna (Barnes, 1980). Setiap komponen atau faktor-faktor ini memiliki peran penting dalam menciptakan lingkungan kerja secara maksimal, yang mampu mendukung kinerja tenaga medis dan meningkatkan hasil bedah. Tanpa adanya pengelolaan yang tepat, aktivitas bedah atau operasi tidak dapat berlangsung secara maksimal, sehingga efektivitas operasi menurun dan berpotensi membahayakan keselamatan pasien.

Diantara komponen atau faktor-faktor di ruang operasi, pencahayaan ruang operasi merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam mempengaruhi kinerja dokter bedah dan tenaga medis, serta keselamatan pasien (Hemm, 2018) dan (Matern & Koneczny, 2007). Dampak dari pencahayaan yang kurang maksimal dapat menyebabkan bayangan dan mengakibatkan pandangan mata buram, kelelahan mata, mata merah, melelahkan mental, sakit kepala, kerusakan mata dan kecelakaan kerja (Suci, 2007). Oleh karena itu, pencahayaan menjadi pendukung keselamatan dan kenyamanan tenaga medis.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pencahayaan yang tepat dapat memberikan kontribusi sebesar 70-90% dalam mendukung pekerjaan, terutama dalam hal konsentrasi, produktivitas, dan kesejahteraan pekerja (Adelia, 2022). Oleh karena itu, rumah sakit perlu dirancang khusus dan hati-hati dengan mempertimbangkan tata letak, bentuk serta pencahayaan yang memenuhi standar peraturan yang berlaku (Wibowo, et.al, 2019).

Di Indonesia, standar dan ketentuan kesehatan rumah sakit diatur oleh beberapa Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) RI. Salah satu peraturan yang relevan adalah PERMENKES No. 2 Tahun 2023 tentang pelaksanaan peraturan pemerintahan No.66 Tahun 2014 mengenai kesehatan, yang menetapkan bahwa pencahayaan ruang operasi harus memiliki warna cahaya sejuk dengan intensitas cahaya 300 – 500 lux. Namun, hingga kini standar

PERMENKES di Indonesia belum memberikan definisi secara spesifik mengenai konsep “Pencahaya-an Sejuk” di ruang operasi. Hal ini menimbulkan tantangan bagi banyak rumah sakit dalam mengimplementasikan pencahayaan yang sesuai dengan standar tersebut.

Berdasarkan hasil observasi langsung yang dilakukan di salah satu rumah sakit besar Daerah Istimewa Yogyakarta, ditemukan bahwa intensitas cahaya yang tersedia tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam PERMENKES. Intensitas cahaya yang tercatat adalah lebih dari 500 lux, dengan ukuran ruangan 7,6 x 5,4 meter dan terdapat total penggunaan jumlah lampu sebanyak 13 lampu. Selain itu, dari hasil wawancara yang telah dilakukan, ditemukan adanya masalah terkait pencahayaan yang saat ini digunakan. Permasalahan yang terjadi meliputi pencahayaan mudah menyebabkan mata merah atau mata lelah, mata buram bahkan sakit kepala. Selain itu, pencahayaan yang ada saat ini menyebabkan perasaan panas yang mengganggu proses operasi akibat penggunaan lampu yang ada. Permasalahan pencahayaan yang tidak sesuai tersebut, menunjukkan bahwa masih ada kekurangan dalam penerapan standar pencahayaan yang ditetapkan, terutama karena belum adanya spesifikasi yang jelas mengenai "Pencahaya-an Sejuk" dalam peraturan tersebut.

Dari permasalahan diatas, peneliti menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan *Design of Experiment* Taguchi, Uji Friedman, dan Uji *Marginal Homogeneity*. Metode *Design of Experiment* Taguchi digunakan untuk menentukan kombinasi faktor-faktor terbaik, seperti intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai, sehingga dokter bedah dan tenaga medis dapat merasakan pencahayaan yang sejuk. Uji Friedman diterapkan untuk mengevaluasi apakah terdapat pengaruh signifikan dalam persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel-variabel independen, serta untuk mengidentifikasi eksperimen mana yang memberikan kontribusi terbesar terhadap pencahayaan sejuk. Selain itu, Uji *Marginal Homogeneity* digunakan untuk menilai kesesuaian antara indikator yang menunjukkan dampak pencahayaan sejuk pada *Voice of Customer* (VOC) dengan hasil yang diperoleh setelah menerapkan kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan.

Penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang lebih jelas mengenai implementasi kriteria pencahayaan sejuk di ruang operasi. Dengan demikian, rumah sakit dapat memenuhi standar pencahayaan yang ditetapkan, meningkatkan kenyamanan, dan kinerja tenaga medis dalam menjalankan tugasnya. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penyusunan spesifikasi yang lebih jelas mengenai "pencahayaan sejuk" dalam peraturan kesehatan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah berdasarkan latar belakang, yaitu:

1. Bagaimana identifikasi kebutuhan pengguna terhadap pencahayaan sejuk di ruang operasi?
2. Bagaimana kombinasi variabel intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai yang menunjukkan tingkat pencahayaan sejuk berdasarkan perhitungan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada metode Taguchi?
3. Bagaimana signifikansi hasil Uji Friedman untuk seluruh kombinasi variabel yang digunakan dalam penentuan pencahayaan sejuk dan berapa kontribusi yang dihasilkan?
4. Bagaimana hasil signifikansi kesesuaian *Voice of Customer* (VOC) dengan konsep desain pencahayaan sejuk yang dikembangkan?
5. Bagaimana spesifikasi desain usulan untuk menerapkan konsep pencahayaan sejuk pada ruang operasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan identifikasi kebutuhan pengguna terhadap pencahayaan sejuk di ruang operasi?
2. Menentukan kombinasi variabel intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai yang menunjukkan tingkat pencahayaan sejuk berdasarkan hasil nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada metode Taguchi.
3. Menentukan nilai signifikansi hasil Uji Friedman untuk seluruh kombinasi variabel yang digunakan dalam penentuan pencahayaan sejuk dan berapa kontribusi terbesar yang menunjukkan eksperimen tersebut dapat meningkatkan penilaian pencahayaan sejuk.
4. Menentukan signifikansi kesesuaian *Voice of Customer* (VOC) dengan desain pencahayaan sejuk yang dikembangkan.
5. Menentukan spesifikasi desain usulan untuk menerapkan pencahayaan sejuk pada ruang operasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah dapat memberikan konsep desain dalam meningkatkan pencahayaan sejuk untuk dokter bedah atau tenaga medis sehingga menghindari indikator akibat pencahayaan sejuk.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian disusun untuk menghindari terjadinya prakonsepsi dalam penelitian. Berikut merupakan batasan dalam penelitian ini:

1. Observasi langsung dilakukan di Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia.
2. Eksperimen dilakukan di Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi.
3. Karakteristik subjek observasi penelitian ini adalah tenaga medis yang familiar dengan ruang operasi.
4. Karakteristik subjek dalam eksperimen diasumsikan mengetahui dengan baik tentang ruang operasi.
5. Penelitian hanya berfokus pada konsep pencahayaan sejuk yang berkaitan dengan intensitas cahaya (lux), warna dinding, dan warna lantai.
6. Indikator akibat pencahayaan sejuk ini meliputi mata merah atau mata lelah, mata buram, dan sakit kepala (pusing).
7. Penelitian hanya fokus pada pencahayaan secara umum tidak pencahayaan ruang operasi yang menggantung atau *standing* lampu.
8. Perancangan konsep pencahayaan sejuk hanya untuk ruang operasi khusus atau besar.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir disusun dalam enam bab yang saling berkaitan. Bab I Pendahuluan menyajikan latar belakang permasalahan yang melatarbelakangi penelitian mengenai pencahayaan sejuk pada ruang operasi. Didalamnya tercantum rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan secara ringkas.

Bab II Kajian Literatur membahas teori-teori dan konsep-konsep terkait desain pencahayaan sejuk pada ruang operasi. Kajian ini didasarkan pada berbagai sumber referensi yang valid dan sesuai penelitian, termasuk buku, jurnal, atau laman *website*.

Bab III Metode Penelitian menjelaskan kerangka pemecahan masalah dan tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan, penjelasan mengenai subjek dan objek penelitian,

sumber data, alat atau instrumen penelitian dan bahan penelitian, teknik pengambilan dan pengolahan data, analisis data, serta bagan alur penelitian.

Bab IV merupakan pengumpulan dan pengolahan data yang membahas mengenai tahapan pengumpulan data yang mencakup identifikasi permasalahan, kebutuhan pengguna, dan perancangan konsep desain, serta pengolahan data yang diperoleh selama penelitian. Pengumpulan dan pengolahan data dilakukan sesuai dengan metode yang telah dipilih sebelumnya.

Bab V Pembahasan yaitu membahas dan menganalisis secara detail terkait hasil data dan pengolahan data yang telah diperoleh dari bab-bab sebelumnya. Bab ini disesuaikan dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

Bab IV Kesimpulan menyajikan kesimpulan yang diambil dari analisis dan pembahasan. Oleh karena itu, dapat menjawab seluruh masalah yang telah dirumuskan pada sebelumnya dan mencakup saran untuk penelitian selanjutnya.

Selanjutnya, terdapat Bab V Daftar Pustaka yang menunjukkan semua sumber data yang digunakan dalam penelitian. Terakhir, lampiran mencakup bukti-bukti atau dokumen tambahan yang relevan dengan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Empiris

Penelitian dengan judul *Surgical Lighting in Liberian Ors: Using Human-centered Design to Close a Critical Patient Safety Gap* dilakukan oleh CAPO-CHICHI et al (2021) mengenai pencahayaan di ruang operasi rumah sakit Liberia yang sering kali tidak memadai dan dapat menimbulkan risiko keselamatan bagi pasien bedah. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan tindakan lanjut terkait distribusi lampu dengan menggunakan metode *Human-Centered Design* (HCD). Hasil yang diperoleh dari penelitian menjelaskan bahwa pencahayaan ruang operasi di Liberaan seringkali buruk dilakukan pengoptimalan lampu depan yang kuat dan penggunaan biaya rendah, serta adanya penggunaan fitur lampu depan meningkatkan pemanfaatan dan integrasi.

Penelitian oleh Sharma et al (2023) yang berjudul *A Timeline of Surgical Lighting – Is Automated Lighting The Future* membahas mengenai sejarah pencahayaan di ruang operasi dengan fokus pada empat bentuk pencahayaan utama yang meliputi pencahayaan langit-langit, pencahayaan lampu bedah, pencahayaan LED, dan pencahayaan otomatis, selain itu mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari bentuk pencahayaan tersebut. Penelitian ini juga membahas integrasi pencahayaan secara otomatis dan dengan teknologi visualisasi 3D. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi perbaikan dalam meningkatkan kondisi pencahayaan pada ruang operasi. Hasil kesimpulan dari penelitian ini adalah pencahayaan otomatis memiliki keuntungan dalam mengurangi risiko infeksi dan meningkatkan efisiensi ruang operasi, akan tetapi terdapat tantangan dan pertimbangan yang perlu dilakukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut terkait teknologi pencahayaan yang lebih baik.

Penelitian mengenai perancangan pencahayaan yang nyaman dan efisien pada ruang rawat oleh Lin et al (2024) dengan judul *Analysis of Ward Lighting Environment and Design of Comfortable Ward Lighting*. Penelitian dilakukan dengan adanya permasalahan bahwa pada ruang rawat rumah sakit seringkali kurang evaluasi secara menyeluruh sehingga menyebabkan ketidaknyamanan. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini adalah metode hirarki karena menentukan bobot setiap indeks. Selain itu, metode diperluas ke ruang pencahayaan lainnya dan memiliki nilai referensi serta signifikan yang praktis. Hasil

dan kesimpulan pada penelitian ini menggali faktor-faktor kualitas pencahayaan dan efisiensi energi.

Penelitian yang berjudul Studi Evaluasi Intensitas Pencahayaan Kamar Operasi RSUP Dr. M. Djamil Padang Sesuai Standar Nasional Akreditasi Rumah Sakit (SNARS) oleh Shofian (2019) membahas mengenai perancangan cahaya pada kamar operasi secara optimal dengan mempertimbangkan faktor luas ruangan dan standar akreditasi rumah sakit. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah meminimalisir infeksi nosokomial dengan mengukur cahaya secara langsung dan membandingkan hasil perhitungan. Hasil penelitian menjelaskan bahwa antara intensitas pencahayaan dan ukuran ruangan berbanding terbalik. Oleh karena itu, semakin besar ruangan, maka intensitas pencahayaan yang dihasilkan akan semakin kecil begitupun sebaliknya.

Penelitian yang dilakukan oleh Curlin & Herman (2020) yang berjudul *Current State of Surgical Lighting* membahas mengenai pencahayaan di ruang operasi, dimana menjelaskan bahwa ruang operasi harus memiliki pencahayaan yang efektif untuk mengurangi tantangan lingkungan, operasional, dan visual terkait proses bedah. Dengan adanya penelitian ini dapat dihasilkan bahwa terdapat tiga komponen penting dalam mengoptimalkan cahaya diantaranya berpusat pada bidang bedah langsung, harus menerangi bidang yang luas atau sempit dengan intensitas cahaya yang tinggi, dan harus menembus ke rongga atau bagian bawah lampu operasi. Hal ini dikarenakan pencahayaan yang optimal akan mengurangi bayangan, silau dan distorsi visualisasi lokasi bedah.

Penelitian yang berjudul *Towards Better Lighting Recommendations for Open Surgery* dilakukan oleh Hemphala et al (2020) membahas mengenai kebutuhan pencahayaan untuk ruang operasi dalam menciptakan lingkungan visual yang menguntungkan. Metode yang dilakukan adalah studi di laboratorium, studi lapangan dan studi retrospektif dengan empat skenario pencahayaan dan tiga tingkat pencahayaan dari lampu operasi tanpa kehadiran pasien. Hasil dari penelitian yang dilakukan merekomendasikan adanya tingkat pencahayaan umum 2000 lux pada perifer ruang operasi, 4000 lux untuk sekitar meja operasi, dan 5500 lux diatas meja operasi. Serta pencahayaan di dalam rongga operasi berada antara 50.000 lux – 100.000 lux.

Penelitian oleh Zuhro (2021) yang memiliki judul Lingkungan Fisik Dan Kualitas Mikrobiologi Udara Di Ruang Operasi Rumah Sakit X Di Kabupaten Situbondo. Mengambil permasalahan pada rumah sakit X Kabupaten Situbondo yang memiliki lingkungan fisik dan

kualitas udara kurang baik dengan menggunakan metode deskriptif untuk mengetahui gambaran fisik dan kualitas mikrobiologi di ruang operasi. Hasil dari penelitian ini adalah mendapatkan suhu rata-rata sebesar 22,6°C yang telah memenuhi persyaratan, mayoritas ruang operasi telah memenuhi persyaratan kelembaban, pencahayaan pada bagian meja operasi mendapatkan hasil masing-masing 20.000 lux dan yang tidak memenuhi persyaratan sebesar 330 lux. Rekomendasi yang diberikan berdasarkan penelitian ini adalah penggunaan cahaya di ruang operasi secara umum sebesar 2000 lux, 4000 di sekitar meja dan 5500 lux di atas meja. Serta intensitas cahaya pada pusat lampu bedah diantara 50.000 lux – 100.000 lux.

Penelitian dengan judul *Lighting in Hospitals - Case Study: Military Hospital of Tirana, Albania* oleh Xhexhi & Aliaj (2024) membahas mengenai pentingnya pencahayaan pada rumah sakit untuk memenuhi kebutuhan pasien dan pengunjung serta mempermudah staf medis dalam menjalankan tugas. Penelitian dilakukan di Rumah sakit Militer dengan tujuan membandingkan standar pencahayaan yang antara Uni Eropa dengan Albania. Hasil yang didapatkan menjelaskan bahwa sistem pencahayaan dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat penerangan hingga lampu sehingga dapat menciptakan lingkungan pemulihan yang nyaman.

Penelitian oleh Nurcahyo (2023) yang berjudul Analisis Kualitas Pencahayaan Ruang Dokter Gigi Sesuai Peraturan Indonesia Di Klinik Kusuma Dental Care 2 Yogyakarta. Dimana adanya permasalahan pencahayaan pada lingkungan klinik gigi yang menggunakan pancaran Light-Emitting Diode (LED) yang mengandung cahaya biru, sehingga hal tersebut menyebabkan kerusakan belakang mata, adanya spektrum dan kerusakan retina hingga degenerasi makula. Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut peneliti menggunakan pendekatan kuantitatif, menggunakan metode purposive sampling dan teknik pengumpulan data melakukan pengukuran pada lima titik pencahayaan. Hasil dari penelitian ini adalah intensitas pencahayaan di ruang dokter gigi tidak memenuhi persyaratan undang-undang karena menghasilkan nilai lebih dari 500 – 1000 lux dan pada meja operasi diperoleh 33.000 lux.

Penelitian dengan judul Pencahayaan, Suhu dan Indeks Angka Kuman Udara di Ruang Rawat Rumah Sakit Tk. IV Samarinda oleh Apriyani et al (2020) memiliki permasalahan penelitian pada ruang rawat rumah sakit dimana didapatkan persentase lingkungan fisik dan angka kuman yang tidak memenuhi syarat. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk menganalisis hubungan masyarakat antara pencahayaan dan suhu dengan adanya angka udara pada ruang rawat di rumah sakit tersebut. Metode yang digunakan adalah desain cross-sectional. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara pencahayaan dan suhu

dengan adanya angka kuman udara, sehingga disarankan untuk pengelola rumah sakit memodifikasi ruang perawatan agar memenuhi syarat kebutuhan pencahayaan dan suhu.

Penelitian dilakukan oleh Putra et al (2023) yang berjudul *Desain Sistem Penerangan Dan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Rumah Sakit Gatoel Kota Mojokerto* mengambil permasalahan pada rumah sakit dimana pada rumah sakit tersebut penggunaan listrik meningkat sebesar 50% karena kebutuhan pencahayaan 24/7, selain itu sistem rumah sakit tersebut belum terstruktur. Oleh karena itu tujuan penelitian ini redesain sistem penerangan di rumah sakit dengan fokus di ruang ruang rawat inap VVIP, VIP, kelas, dan ruang persalinan serta tujuan penelitian ini mengevaluasi dan merancang sistem penerangan yang efisien. Metode yang digunakan adalah kuantitatif untuk menggambarkan sistem pencahayaan di rumah sakit dan mengetahui tingkat rata-rata berdasarkan standar penerangan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa pencahayaan yang didapatkan jauh dari standar penerangan yang berlaku.

Selanjutnya, penelitian yang berjudul *Nurses' Satisfaction With Patient Room Lighting Conditions: A Study of Nurses in Four Hospitals With Differences in the Environment of Care* oleh Davis et al (2020). Penelitian ini dilatarbelakangi dengan adanya masalah keseimbangan efisiensi energi untuk kebutuhan holistik pasien, keluarga, dan perawat dimana hal tersebut menimbulkan tantangan bagi penerangan di masa depan. Oleh karena itu penelitian ini memiliki tujuan untuk memberikan kontribusi pengetahuan mengenai apa yang dirasakan oleh perawat, pentingnya pencahayaan di ruang pasien dan membandingkan persepsi tersebut pada berbagai usia serta membandingkan antara *shift* siang dan malam saat perawat melakukan aktivitas. Dalam menyelesaikan masalah tersebut peneliti menggunakan metode survei kepada 138 responden yang bekerja di unit medis bedah dari empat tempat rumah sakit yang dianalisis. Hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan antara usia dan *shift* kerja, tetapi ditemukan adanya perbedaan signifikan antara perawat yang bekerja di rumah sakit dengan CEC dan perawat bekerja di rumah sakit dengan TEC. Perawat yang bekerja dengan sistem pencahayaan CEC secara konsisten menjelaskan kualitas pencahayaan yang lebih tinggi, keluhan pasien sedikit dan kebutuhan penerangan sedikit, sedangkan pada perawat yang bekerja pada sistem pencahayaan TEC memiliki kebutuhan pencahayaan yang lebih tinggi. Sehingga, membuktikan bahwa pendekatan pencahayaan inovatif dan teknologi yang layak harus dipertimbangkan sebagai investasi pengelola rumah sakit untuk meningkatkan persepsi terhadap lingkungan di kamar pasien.

Penelitian yang dilakukan oleh MCCunn et al (2021) dengan judul *Lighting Control in Patient Rooms: Understanding Nurses' Perceptions of Hospital Lighting Using Qualitative Methods* membahas mengenai persepsi perawat terhadap pencahayaan yang ada di ruang pasien. Penelitian ini menggabungkan pendekatan kualitatif dengan literatur untuk menjawab pemahaman terkait perawat memandang ruang pasien bedah medis sebagai lingkungan pencahayaan yang produktif dan mengetahui pemahaman cara peningkatan kepuasan pasien. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa perawat dan pasien rumah sakit menginginkan kontrol pencahayaan yang lebih besar pada ruang pasien. Hal ini sesuai dengan teori desain yang mendukung kesehatan. Selain itu, pada penelitian ini perawat menginginkan adanya optimalisasi lebih lanjut terkait pencahayaan yang diperlukan dan diinginkan.

Penelitian yang berjudul *Factors Affecting Optimal Lighting Use in Shared Hospital Environments: A case-study* dilakukan oleh Maleetipwan-Mattsson et al (2016) meneliti permasalahan yang terjadi pada rumah sakit, dimana pada rumah sakit memiliki permasalahan akibat tidak adanya penghematan energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhi penggunaan pencahayaan di lingkungan rumah sakit. Metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dua studi empiris, pada studi pertama mengetahui keterjangkauan antarmuka dan faktor yang berbasis individu dan studi kedua mengetahui peran fitur fisik antarmuka. Hasil pada penelitian ini menjelaskan bahwa faktor berbasis individu dan persepsi desain antarmuka harus dipertimbangkan secara paralel ketika merancang intervensi untuk mengurangi penggunaan energi akibat penerangan di rumah sakit.

Penelitian oleh Andiyan et al (2022) dengan judul *Modular Operating Theater Based Integration System in Hospital Operating Rooms*. Mengambil sebuah permasalahan pada ruang operasi dengan tujuan memastikan bahwa ruang operasi tersebut mematuhi persyaratan PERMENKES RI No. 1204/MENKES/SK/X/2004 sehingga memungkinkan pengoperasian yang jauh lebih efektif dan efisien. Metode yang digunakan adalah dengan teknik analitis dengan tahap pertama menetapkan kasus pada ruang operasi, kemudian melibatkan pengumpulan data dilapangan dan mencari literatur desain. Berdasarkan penelitian tersebut dijelaskan bahwa ruang operasi terintegrasi dengan ruang panel sehingga dari pencahayaan hingga pintu dan detail kecil lainnya perlu diperhatikan agar dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya sehingga dapat mempercepat prosedur medis sekaligus mengutamakan keselamatan

pasien dan dokter. Dan untuk penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan pemilihan cahaya hingga sistem pintu kedap udara dan meja pengoperasian.

Penelitian oleh Aprilyanti dan Suryani tahun 2020 berjudul “Penerapan Desain Eksperimen Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Produksi Batu Bata Dari Sekam Padi” memiliki tujuan untuk menemukan komposisi optimal dalam pembuatan batu bata ringan dengan menggunakan metode eksperimen Taguchi. Hasil penelitian menunjukkan adanya faktor yang signifikan dalam mempengaruhi kuat tekan batu bata meliputi semen, sekam padi, dan waktu penjemuran. Dan untuk pasir tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Oleh karena itu, dari penelitian tersebut adanya penggunaan sekam padi dapat meningkatkan kualitas dan memberikan nilai tambah pada limbah pertanian.

Kemudian, penelitian “Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang” oleh Halimah dan Ekawati tahun 2020 melakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas produk bata ringan di UD. XY. Metode yang digunakan adalah desain eksperimen taguchi untuk mencari kombinasi komposisi yang optimal dalam meningkatkan kuat tekan bata ringan. Adapun faktor-faktor yang dipertimbangkan meliputi air, semen, dan pasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi optimal adalah 1:2,5:4 (air:semen:pasir).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dibahas, belum berfokus pada perancangan konsep pencahayaan yang sejuk melainkan hanya melakukan analisis pencahayaan yang sesuai dan tidak sesuai dengan Peraturan Kementerian Kesehatan (Permenkes) sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi pencahayaan belum diketahui. Selain itu, pada penelitian sebelumnya masih banyak yang belum melakukan eksperimen langsung terkait mendapatkan hasil pencahayaan yang optimal dan sejuk pada ruang operasi. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan perancangan konsep pencahayaan pada ruang operasi yang ergonomis dengan menggunakan pendekatan prinsip ergonomi. Adapun faktor-faktor yang dieksperimenkan meliputi intensitas cahaya (lux), warna dinding, dan warna lantai. Serta pada faktor-faktor yang diberikan memiliki tiga level masing-masing. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah desain eksperimen Taguchi untuk mengetahui eksperimen mana yang optimal dalam mencapai tingkat kesejukan berdasarkan kombinasi faktor-faktor dan penilaian kesejukan yang dirasakan oleh responden.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Judul, Penulis, dan Tahun	Obyek (Industri)			Metode		
		Pencahayaan	Ruang Operasi	Warna Dinding	Warna Lantai	Prinsip Ergonomi	Taguchi
1	<i>Surgical Lighting in Liberian Ors: Using Human-centered Design to Close a Critical Patient Safety Gap</i> (CAPO-CHICHI et al., 2021)	√	√			√	
2	<i>A Timeline of Surgical Lighting – Is Automated Lighting The Future</i> (Sharma et al., 2023)	√	√			√	
3	<i>Analysis of Ward Lighting Environment and Design of Comfortable Ward Lighting.</i> (Lin et al., 2024)	√				√	
4	Studi Evaluasi Intensitas Pencahayaan Kamar Operasi RSUP Dr. M. Djamil Padang Sesuai Standar Nasional Akreditasi Rumah Sakit (SNARS)(Syofian, 2019)	√	√	√		√	
5	<i>Current State of Surgical Lighting</i> (Curlin & Herman, 2020)	√	√				
6	<i>Towards Better Lighting Recommendations for Open Surgery</i> (Hemphälä et al., 2020)	√	√				
7	Lingkungan Fisik Dan Kualitas Mikrobiologi Udara Di Ruang Operasi Rumah Sakit X Di	√	√				

No	Judul, Penulis, dan Tahun	Obyek (Industri)			Metode		
		Pencahayaan	Ruang Operasi	Warna Dinding	Warna Lantai	Prinsip Ergonomi	Taguchi
8	Kabupaten Situbondo (Zuhro, 2021) <i>Lighting in Hospitals - Case Study: Military Hospital of Tirana, Albania</i> (Xhexhi & Aliaj, 2024)	√				√	
9	Analisis Kualitas Pencahayaan Ruang Dokter Gigi Sesuai Peraturan Indonesia Di Klinik Kusuma Dental Care 2 Yogyakarta (Nurchahyo, 2023)	√				√	
10	Pencahayaan, Suhu dan Indeks Angka Kuman Udara di Ruang Rawat Rumah Sakit Tk. IV Samarinda (Apriyani et al., 2020)	√	√			√	
11	Desain Sistem Penerangan Dan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Rumah Sakit Gatoel Kota Mojokerto (Putra et al., n.d.)	√		√		√	
12	<i>Nurses' Satisfaction With Patient Room Lighting Conditions: A Study of Nurses in Four Hospitals With Differences in the Environment of Care</i> (Davis et al., 2020)	√				√	
13	<i>Lighting Control in Patient Rooms: Understanding Nurses'</i>	√				√	

No	Judul, Penulis, dan Tahun	Obyek (Industri)			Metode		
		Pencahayaan	Ruang Operasi	Warna Dinding	Warna Lantai	Prinsip Ergonomi	Taguchi
	<i>Perceptions of Hospital Lighting Using Qualitative Methods</i> (McCunn et al., 2021)						
14	<i>Factors Affecting Optimal Lighting Use in Shared Hospital Environments: A case-study</i> (Maleetipwan-Mattsson et al., 2016)	√				√	
15	<i>Modular Operating Theater Based Integration System in Hospital Operating Rooms</i> (Andiyan et al., 2022)	√	√			√	
16	Penerapan Desain Eksperimen Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Produksi Batu Bata Dari Sekam Padi (Aprilyanti & Suryani, 2020)						√
17	Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang (Halimah & Ekawati, 2020)						√

2.2 Kajian Teoritis

2.2.1 Modular Operating Theater (MOT)

Modular Operating Theater (MOT) adalah sebuah sistem ruangan yang sangat penting dan kritis khususnya terutama dalam operasi rawat inap. MOT menjadi komponen terpenting rumah sakit yang memastikan kelancaran prosedur operasi dan perawatan pasien. Selain itu, MOT berfungsi sebagai sistem ruang operasi yang dilengkapi dengan panel kontrol tunggal (Andiyan et al., 2022).

2.2.2 Ergonomi

Ergonomi merupakan salah satu kualifikasi penting untuk mencapai desain yang memenuhi kebutuhan pelanggan dengan kualitas dan sertifikat yang baik (Laksmi Kusuma Wardani, 2003). Ilmu ergonomi yang diterapkan pada lingkungan kerja akan efektif jika lingkungan, kondisi dan situasi kerja sesuai dapat diterima oleh pengguna secara aman, nyaman, dan mudah digunakan. Rekayasa faktor-faktor manusia ini disebut ilmu ergonomi, hal ini karena seluruh aktivitas kerja menyesuaikan pada kebutuhan dan kenyamanan pekerja. Cara seseorang bekerja sangat berpengaruh bagi kesehatan dan keselamatan seluruh kegiatan agar dapat mempertahankan dan meningkatkan produktivitas kerja (Astuti & Suhardi, 2007). Selain itu, ergonomi menjadi aspek terpenting dalam menyeimbangkan antara penerapan teknologi yang digunakan oleh manusia (Purbasari, 2019).

2.2.3 Sejuk

Menurut KBBI Sejuk berarti “terasa dingin” atau “nyaman” dan “senang” sehingga menghilangkan kegelisahan. Sejuk dalam pencahayaan dapat memberikan kenyamanan pada seseorang dan dapat membantu meningkatkan kualitas kerja. Nyaman atau terasa dingin merupakan keadaan atau perasaan tenang, aman, tenteram dan bebas dari rasa khawatir. Oleh karena itu, sejuk dan nyaman dalam pencahayaan berarti dapat melihat objek secara jelas dan real baik dari warna, bentuk dan ukurannya.

Pencahayaan yang tidak sejuk dan nyaman dapat mengakibatkan *visual syndrom* yaitu kumpulan gejala yang ditimbulkan pada mata dan penglihatan. *Visual syndrom* memiliki beberapa kondisi gejala, diantaranya yaitu:

1. Mata lelah
2. Penglihatan kabur/mata buram
3. Mata merah
4. Mata berair

Pencahayaan sejuk memiliki suhu warna yang 4000K – 6500K dan dapat memberikan tampak warna cahaya yang lebih cerah sehingga lebih terkesan hidup (Wan, 2023). Jenis pencahayaan sejuk biasanya menggunakan lampu LED.

Warna cahaya sejuk termasuk dalam karakteristik lampu cahaya dingin yang memberikan suasana energik yang sangat ideal dalam melaksanakan tugas pekerjaan. Karakteristik lampu dingin memberikan penampilan warna yang lebih putih kebiru-biruan, serta menciptakan tampilan yang bersih dan modern. Beberapa manfaat yang dimiliki jenis karakteristik lampu cahaya dingin diantaranya adalah (Wan, 2023):

1. Meningkatkan Kewaspadaan dan Produktivitas
2. Meningkatkan Kejernihan Visual
3. Efisiensi Energi
4. Umur Lampu Lebih Panjang
5. *Security*

2.2.4 *Lingkungan Kerja Fisik*

Menurut Manuaba (1992), lingkungan kerja yang nyaman sangat dibutuhkan oleh para pekerja agar dapat bekerja secara optimal dan produktif. Hal ini dikarenakan lingkungan kerja fisik menjadi segala sesuatu yang ada di sekitar para pekerja yang dapat berpengaruh pada saat menjalankan aktivitas pekerjaannya yang berkaitan dengan penerangan, suhu udara, ruang gerak, keamanan, kesehatan dan musik. Sehingga, lingkungan kerja perlu didesain sedemikian rupa menjadi kondusif terhadap para pekerja dalam melaksanakan kegiatan dalam suasana yang aman dan nyaman (Tarwaka & Bakri, 2016).

Beberapa faktor yang mempengaruhi aspek ergonomi dari lingkungan kerja fisik diantaranya kelembaban, temperatur, sirkulasi udara, penerangan dan kebisingan (Wignjosoebroto, 1995). Berikut adalah penjelasan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi aspek ergonomi pada kondisi lingkungan kerja fisik, yaitu:

1) Kelembaban

Kelembaban adalah jumlah air yang terkandung pada udara, dinyatakan dalam persentase (%). Kelembaban berhubungan dengan temperatur udara, dimana udara dan kelembaban yang sangat tinggi dapat menimbulkan adanya pengurangan pada tubuh manusia secara besar-besaran hal ini dikarenakan terjadinya sistem penguapan serta akan mempercepat detak jantung seseorang akibat terjadinya aktivitas peredaran darah dalam memenuhi kebutuhan oksigen.

2) Temperatur

Menurut Wignjosoebroto (1995), tubuh manusia akan selalu berusaha dalam mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna untuk dapat menyesuaikan diri dengan adanya perubahan-perubahan yang terjadi di luar tubuh. Kemampuan tubuh manusia dalam menyesuaikan diri dengan temperatur luar jika perubahan temperatur luar tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin pada keadaan normal suhu tubuh manusia.

Terdapat beberapa tingkat temperatur yang dapat memberikan pengaruh berbeda-beda (Sutalaksana, 1979), yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Pengaruh Tingkatan Temperatur

Temperatur	Keterangan
49°C	Dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas kemampuan fisik dan mental manusia.
30°C	Aktivitas mental dan daya tangkap manusia mulai menurun dan cenderung membuat kesalahan dalam melakukan pekerjaan serta menimbulkan kelelahan fisik.
24°C	Kondisi kerja optimum.
10°C	Adanya kelakukan fisik yang ekstrim mulai muncul

Oleh karena itu, berdasarkan penyeliidikan nya didapatkan bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai pada tingkat yang paling tinggi pada temperatur 24°C - 27°C.

3) Sirkulasi Udara

Udara mengandung 21% oksigen (O), 0.03% karbon karbon dioksida (CO₂), dan 0.9% gas lain. Udara dikatakan kotor ketika oksigen dalam udara tersebut berkurang dan terus-menerus tercampur oleh gas-gas atau bau-bauan berbahaya yang mengganggu kesehatan manusia dan mempercepat proses kelelahan.

4) Penerangan

Penerangan yang cukup akan menambah produktivitas kerja manusia, dikarenakan manusia dapat dengan mudah dan cepat dalam menyelesaikan tugas pekerjaannya, mata pekerja tidak akan merasa lelah akibat cahaya yang gelap atau redup dan menghindari kesalahan-kesalahan. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan penerangan yang cukup dalam fasilitas fisik perusahaan (Wignjosoebroto, 1995).

5) Kebisingan

Bunyi merupakan tekanan yang dapat dideteksi oleh telinga dan gelombang longitudinal manusia yang merambat melalui medium zat padat, cair, dan gas. Menurut KEP-

48/MENLH/11/1996. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu karena dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia serta kenyamanan lingkungan.

2.2.5 *Pencahayaan*

Pencahayaan adalah faktor yang sangat penting bagi perusahaan atau pabrik agar dapat memperlancar pekerjaan para pekerja (Gie, 2000). Sehingga menjadi rangsangan untuk vision, jika pencahayaan kurang atau terlalu kuat secara partikel bahkan atau terlalu menyilaukan, maka akan menyebabkan penglihatan menjadi kurang jelas, menyebabkan kelelahan, sakit kepala, pusing, dan adanya resiko kecelakaan kerja (Nakagawara, 1990). Pencahayaan yang diatur secara cukup dan baik dapat menciptakan lingkungan kerja yang nyaman, aman dan menyenangkan sehingga memelihara kegairahan tempat kerja. Selain itu, intensitas pencahayaan yang diatur sesuai dengan jenis pekerjaan sangat jelas dapat meningkatkan produktivitas kerja para pekerja. Para pekerja di samping harus dapat melihat dengan jelas objek-objek yang sedang dikerjakan tetapi harus jelas juga melihat benda, alat dan tempat kerja di sekitarnya yang mungkin mengakibatkan kecelakaan kerja, oleh karena itu perlu pencahayaan yang memadai pada lingkungan pekerjaannya. Adapun ciri-ciri pencahayaan yang baik menurut (nurmianto, 1996):

1) Sinar/Cahaya yang cukup

Dalam hal ini sinar atau cahaya dapat mempengaruhi dan menentukan kemampuan melihat seseorang ketika bekerja secara tepat. Variabel untuk dapat melihat secara tepat dapat meliputi ukuran objek benda, jarak mata ke objek, kecepatan objek, dan lamanya pencahayaan yang digunakan. Apabila pekerja melihat objek yang cukup kecil, maka diperlukan pencahayaan yang lebih terang dan waktu yang cukup lama. Dalam hal ini peranan waktu yang dibutuhkan para pekerja untuk melihat objek akan menjadi penting ketika objek yang dilihat dalam keadaan yang bergerak.

2) Sinar/Cahaya yang tidak berkilau atau menyilaukan

Dalam hal ini objek yang dilihat harus bebas dari cahaya yang menyilaukan. Cahaya menyilaukan dapat langsung dari sumber cahaya atau dari pemantulan atau pengembalian cahaya. Pencahayaan yang berkilau atau menyilaukan terjadi akibat adanya cahaya yang berlebihan mencapai mata pekerja. Pencahayaan berdasarkan sumbernya dibagi menjadi 2 kategori, yang meliputi:

a) *Direct glare* (cahaya langsung langsung)

Pencahayaan ini dihasilkan dari sumber cahaya yang tidak cukup terlindungi pada area visual.

b) *Indirect glare* (cahaya tidak langsung)

Pencahayaan ini dihasilkan dari objek yang memiliki luminasi tinggi dan dipantulkan dari permukaan pada area visual.

Selain itu, berdasarkan efeknya terhadap manusia, pencahayaan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu meliputi:

a) *Discomfort glare* (cahaya yang tidak menyenangkan)

Pada cahaya ini tidak terlalu mengganggu kegiatan visual. Tetapi, adanya cahaya ini dapat mengakibatkan kelelahan, sakit kepala, kelelahan dan gangguan perasaan subjektif seperti eye strain.

b) *Disability glare* (cahaya yang mengganggu)

Pada cahaya ini secara berkala dapat menimbulkan adanya gangguan penglihatan seperti penghamburan cahaya pada lensa mata. Contoh disability glare yaitu menatap langsung cahaya matahari, sehingga mengakibatkan rusaknya mata dan menyebabkan kebutaan.

c) *Photostress glare* (silau yang berlebihan)

Pada cahaya ini dapat menyebabkan tertundanya pemulihan sistem visual setelah area makula secara terus-menerus terpapar oleh sumber cahaya. Makula adalah bagian mata yang terletak di dekat pusat retina, berperan penting dalam penglihatan sentral dan persepsi warna.

3) Kontras yang tepat

Dalam melihat objek dengan jelas perlu adanya kontras yang tepat, hal ini dikarenakan kontras yang tidak tepat dapat mengakibatkan kesulitan untuk melihat benda yang akan digunakan. Dalam meningkatkan tingkat kekontrasan dapat dilakukan dengan menambahkan tingkat terangnya cahaya yang dibutuhkan dan perlu adanya pemilihan warna yang tepat.

4) Kualitas pencahayaan (*brightness*) yang tepat

Perbandingan terangnya cahaya pada daerah kerja tidak boleh lebih dari 3 : 1. Hal ini dikarenakan untuk mendapatkan brightness yang tepat sehingga produktivitas kerja akan meningkat. Terang tidaknya suatu cahaya dapat dilihat dari pantulan objek ke mata. Perbedaan terangnya cahaya dapat dinyatakan sebagai rasio atau perbandingan terangnya

cahaya. Oleh karena itu, semakin besar perbedaan rasionya maka semakin cepat suatu pekerjaan dilakukan.

5) Bayangan (*shadow*) dan distribusi cahaya yang baik

Shadow digunakan dalam inspeksi untuk menunjukkan cacat pada permukaan suatu barang. Adanya distribusi cahaya yang baik akan mengurangi kelelahan pada mata seseorang.

6) Pemilihan warna yang tepat

Pemilihan warna yang tepat dapat meminimalisir kelelahan mata seseorang, karena warna akan membawa efek psikologis suatu ruangan kerja. Warna cerah akan memberikan kesan ruangan yang lebih luas dibandingkan dengan warna gelap.

2.2.6 Pengaruh Pencahayaan

Penerangan yang tidak didesain dengan baik dapat menimbulkan beberapa gangguan atau kelelahan penglihatan selama seseorang bekerja. Oleh karena itu, berdasarkan buku (Tarwaka & Bakri, 2016) menjelaskan bahwa pengaruh pencahayaan yang kurang memenuhi syarat akan mengakibatkan beberapa gangguan sebagai berikut (Grandjean, 1993):

- 1) Kelelahan mata, sehingga berkurangnya daya dan efisiensi kerja.
- 2) Kelelahan mental.
- 3) Keluhan pegal didaerah mata dan sakit kepala di sekitar mata.
- 4) Kerusakan indra mata.

Pengaruh kelelahan mata akan bermuara kepada penurunan performansi kerja, yang meliputi:

- 1) Kehilangan produktivitas.
- 2) Kualitas kerja rendah.
- 3) Banyak terjadi kesalahan.
- 4) Kecelakaan kerja meningkat.

2.2.7 Jenis-jenis Pencahayaan (*Jenis dan Daya Lampu*)

Jenis-jenis pencahayaan secara umum dapat dibedakan menjadi dua yaitu meliputi pencahayaan buatan (artifisial) dan penerangan alamiah (dari sinar matahari). Berikut merupakan penjelasan secara detail terkait jenis-jenis pencahayaan.

1) Pencahayaan Buatan (artifisial)

Pencahayaan buatan merupakan pencahayaan yang berasal dari sumber cahaya buatan manusia yang dikenal dengan lampu atau luminer. Dalam penggunaan cahaya buatan (artifisial) diperlukan perawatan yang baik dan teratur karena lampu pencahayaan yang

kotor akan mengakibatkan penurunan intensitas penerangan sampai dengan 30% (Tarwaka & Bakri, 2016). Pada pekerja kamar bedah, pencahayaan buatan memungkinkan mereka melihat secara teliti, tepat dan dapat mengurangi risiko kesalahan pada saat proses pembedahan (Ningrum, 2018). Menurut Siswanto (1993) dalam kutipan Azhara (2014) terdapat 3 jenis sumber pencahayaan buatan yang meliputi (Ningrum, 2018):

a) Lampu Pijar

Pada lampu pijar sebagian cahaya terdiri dari infra merah yang dapat mencapai 75 % – 80%, akan tetapi ultraviolet yang ada pada lampu pijar diabaikan. Kekurangan yang dimiliki ketika menggunakan lampu pijar adalah dapat memancarkan radiasi dan memiliki suhu permukaan yang mencapai 60°C atau lebih, hal ini dapat mengganggu kenyamanan dan memberikan psikis hangat karena adanya cahaya kuning kemerahan.

b) Pelepasan Listrik Bertekanan Rendah

Pada jenis lampu ini dikenal dengan jenis lampu TL (*Tube Lamp*), dimana cahayanya berasal dari proses transformasi energi listrik menjadi ultra violet pada saat aliran listrik melalui gas-gas seperti argon, neon, dan uap merkuri. Jenis lampu ini menyerupai cahaya lampu pijar dan cahaya matahari.

c) Lampu Pelepasan Listrik Bertekanan Tinggi

Pada jenis lampu ini memiliki prinsip yang sama dengan lampu TL, akan tetapi memiliki tekanan cahaya radiasi yang tinggi tergantung dari jenis tekanan yang diisi dan jenis gas.

2) Pencahayaan Alami (dari sinar matahari)

Pencahayaan alami merupakan pencahayaan yang didapatkan dari sinar matahari, dengan adanya pencahayaan alami dapat mengurangi pemborosan energi (Ningrum, 2018).

2.2.8 Metode Pengukuran Pencahayaan

Dalam mengukur cukup tidaknya pencahayaan pada suatu lingkungan dapat menggunakan alat yang bernama Luxmeter. Lux meter dapat digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dengan satuan Lux (lx). Pengukuran pencahayaan dapat diukur dengan memperhatikan penentuan titik pengukuran. Menurut SNI 16-7062-2004, penentuan titik pengukuran dapat dibedakan atas (Ningrum, 2018):

A. Pengukuran Setempat

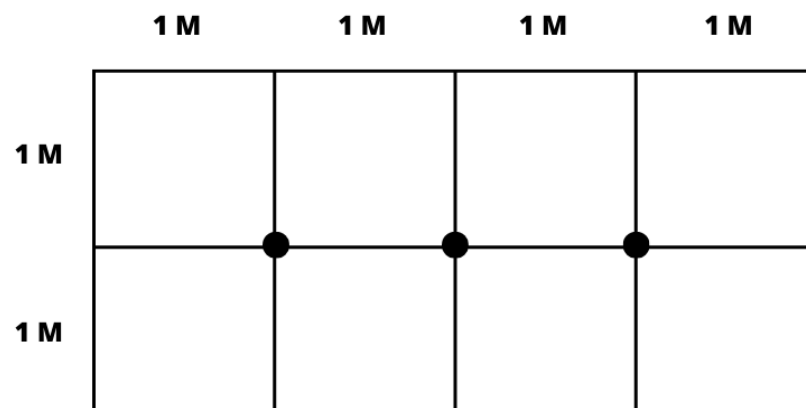
Hal ini meliputi objek kerja, berupa meja kerja dan peralatan lainnya. Jika dilakukan pengukuran pada meja kerja, maka diukur dari atas meja yang ada.

B. Pengukuran umum

Hal ini menyesuaikan dengan titik potong garis horizontal panjang dan lebarnya suatu ruangan pada setiap jarak tertentu setinggi 1 meter dari lantai. Jarak tertentu dapat dibedakan berdasarkan luas ruangan, yaitu sebagai berikut:

1) Luas ruangan kurang dari 10 m^2

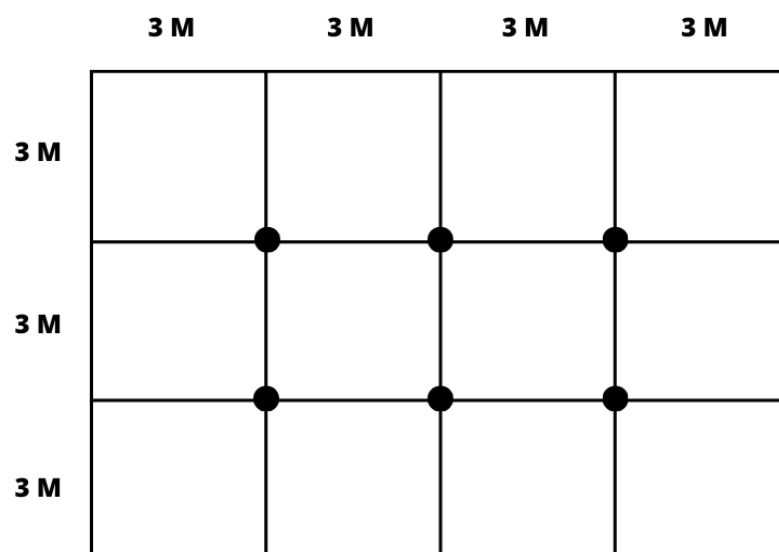
Titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 1 meter.



Gambar 2. 1 Denah Luas Ruangan Kurang Dari 10 m^2

2) Luas ruangan antara $10 \text{ m}^2 - 100 \text{ m}^2$

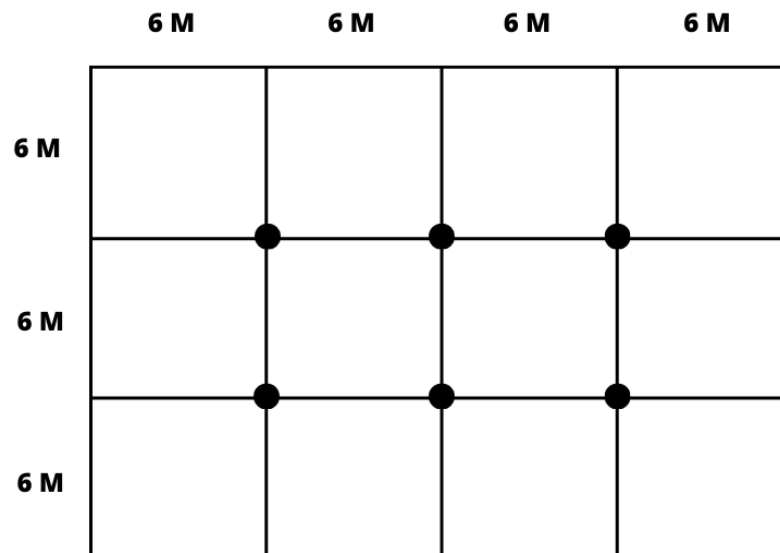
Titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 3 meter.



Gambar 2. 2 Denah Luas Ruangan Kurang Dari $10 \text{ m}^2 - 100 \text{ m}^2$

3) Luas ruangan lebih dari 100 m^2

Titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 6 meter.



Gambar 2. 3 Denah Luas Ruang Lebih Dari 100 M²

2.2.9 Standar Pencahayaan

Standar pencahayaan perlu digunakan sebagai tetapan tingkat pencahayaan yang paling tepat dalam setiap pekerjaan. Berikut ini merupakan standar pencahayaan menurut jenis ruangan dan unit kerja PERMENKES No. 2 Tahun 2023, yaitu:

Tabel 2. 3 Standar Pencahayaan

No	Ruangan/Unit	Intensitas Cahaya (Lux)	Keterangan
1	Ruang Pasien	Minimal 100	Warna cahaya sedang
	- Saat tidak tidur	Minimal 50	
	Rawat Jalan	Minimal 100	Perlu penambahan penerangan dengan lampu sorot apabila ada tindakan
	Unit Gawat Darurat (UGD)	Minimal 100 untuk di koridor (tanpa tindakan)	Perlu penambahan penerangan dengan lampu sorot apabila ada tindakan
2	Ruang Operasi Umum	300-500	Warna cahaya sejuk
3	Meja Operasi	10.000-20.000	Warna cahaya sejuk atau sedang tanpa bayangan
4	Anestesi, pemulihan	300-500	Warna cahaya sejuk
5	Endoscopy, lab	75-100	-
6	SinarX	Minimal 60	Warna cahaya sejuk
7	Koridor	Minimal 100	-
8	Tangga	Minimal 100	Malam hari
9	Administrasi/Kantor	Minimal 100	Warna cahaya sejuk

No	Ruangan/Unit	Intensitas Cahaya (Lux)	Keterangan
10	Ruang Alat/Gudang	Minimal 200	-
11	Farmasi	Minimal 200	-
12	Dapur	Minimal 200	-
13	Ruang Cuci	Minimal 100	-
14	Toilet	Minimal 100	-
15	Ruang Luka Bakar	100-200	Warna cahaya sejuk

2.2.10 Warna Pencahayaan

Warna pencahayaan adalah warna yang terlihat berdasarkan dari sumber cahaya yang mengenai objek di suhu warna tertentu. Selain itu, dalam menentukan pemilihan tampilan warna cahaya diperlukan tingkat pencahayaan yang baik agar memperoleh hasil yang nyaman. Semakin tinggi tingkat pencahayaan, maka akan semakin sejuk warna yang dipilih sehingga menghasilkan pencahayaan yang nyaman (Juara Mangapul Tambunan, 2020).

Tabel 2. 4 Hubungan Tingkat Cahaya Dengan Tampilan Warna

Tingkat Pencahayaan Lux (Illuminan)	Tampilan Warna Pencahayaan		
	Sejuk	Sedang	Hangat
500	Dingin	Netral	Nyaman
500 – 1000			
1000 – 2000	Netral	Nyaman	Simulasi
2000 – 3000			
3000	Nyaman	Simulasi	Tidak alami

Sumber: SNI 03-6575-2001

Tabel 2. 5 Hubungan Suhu Warna Dengan Tampilan Warna

Suhu Warna K (Kelvin)	Tampilan Warna Cahaya	Keterangan Lampu
>5300	Sejuk	Warna putih kebiruan
3300 – 5300	Sedang	-
<3300	Dingin	Warna kekuningan/kemerahan

Sumber: SNI 03-6575-2001

2.2.11 Psikologi Warna Dinding

Dalam suatu ruangan, warna menjadi bagian yang dapat berpengaruh dalam menciptakan suasana. Selain itu, penentuan warna berpengaruh terhadap psikologis seseorang dan berpengaruh secara estetika (Zein et al., 2013). Dalam teori, warna memiliki karakteristik atau ciri khas yang berbeda-beda. Adapun istilah dalam warna, yaitu:

1. *Hue* (Jenis Warna)
2. *Value* (Tingkat Kecerahan & Kegelapan Warna)
3. *Chroma* (Kualitas yang Menyatakan kekuatan & Kelemahan Warna)

Berdasarkan istilah-istilah yang ada pada warna, ditentukanlah adanya warna dingin dan warna hangat atau panas.

1. Warna dingin, yaitu warna yang memberikan efek jauh dan sejuk. Oleh karena itu, warna dingin meliputi warna hijau, biru dan putih. Warna hijau melambangkan warna alam sehingga menyegarkan dan memudahkan mata untuk melihat, menunjukkan harapan, kesehatan, keseimbangan, jiwa muda, keberuntungan, pembaharuan, pertumbuhan kesuburan, harmonisasi, kekuatan, ketenangan dan kebebasan. Akan tetapi, warna hijau memiliki sisi negatif yaitu memberikan kesan kecemburuan, penipu, curang, dan membuat kesan jenuh (Sari et al., 2023). Sedangkan warna biru melambangkan kesejukan atau dingin sehingga memancarkan kesegaran, kebersihan, ketenangan, dapat dipercaya, konsisten, lebih aman, sabar, keseimbangan, intelektual, spiritual, dan kesan futuristik. Dan warna putih melambangkan kesucian sehingga warna ini menjadi warna sempurna yang mewakili kebersihan, sederhana, baik, *soft*, berkilau, modern, dan memiliki makna awal yang baru. Warna putih dapat memancarkan cahaya karena memberikan efek cerah, damai dan rasa suka cita pada orang yang melakukan aktivitas. Akan tetapi, warna putih memiliki sisi negatif diantaranya adalah melambangkan kematian dan kehampaan seseorang, sehingga terkesan kosong tak berwarna (Naz & Epps, 2004).
2. Warna hangat atau panas, yaitu warna yang memberikan kesan energi panas atau terkesan menjerit. Adapun diantaranya yang termasuk dalam warna panas yaitu warna merah, *orange*, dan kuning (Said, 2006). Warna hangat atau warna panas tidak cocok untuk diaplikasikan pada ruang operasi, hal ini dikarenakan dapat menyebabkan ketegangan baik bagi dokter bedah atau tenaga medis dan bagi pasien.



Gambar 2. 4 Skema Warna

Sumber: Inditech, 2022

Berdasarkan Gambar 2.4 menunjukkan skema warna dingin dan warna panas. Warna dingin berada pada warna ungu sampai hijau. Namun, warna panas berada pada warna kuning kehijauan sampai merah.

2.2.12 Taguchi

Metode Taguchi pertama kali diperkenalkan oleh DR. Taguchi pada tahun 1940-an. Metode ini berfokus pada pembuatan desain menggunakan teknik statistik yang dikenal sebagai *Design Of Experiments* (DOE) dan mengoptimalkan kinerja (Stapenhurst & Bendell, 1990). Adapun kelebihan dan kekurangan metode Taguchi yaitu (Suwandi, 2016) :

Tabel 2. 6 Kelebihan dan Kekurangan Metode Taguchi

Kelebihan	Kekurangan
1. Mengurangi jumlah eksperimen dibandingkan dengan menggunakan <i>full</i> faktorial, sehingga menghemat waktu dan biaya.	1. Keakuratan hasil percobaan berkurang, jika jika terdapat interaksi yang diabaikan sangat berpengaruh terhadap karakteristik yang diamati.
2. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh melalui Rasio S/N.	2. Perlu adanya asumsi dan akurasi rendah karena tidak semua kombinasi diuji, sehingga menyebabkan hilangnya informasi
3. Menghemat rata-rata dan variasi karakteristik kualitas, sehingga ruang lingkup pemecahan masalah jadi lebih luas	3. Data kombinasi faktor dan level tidak lengkap, sehingga analisis tidak rinci

Dalam metode Taguchi menggunakan analisis *Signal to Noise Ratio* (SNR) untuk mengukur tingkat sensitivitas kualitas dari setiap faktor yang dikendalikan serta mengetahui eksperimen mana yang paling menentukan pencahayaan sejuk untuk mencapai tujuan yang diinginkan berdasarkan berbagai faktor dan level kombinasi yang digunakan. Adapun, karakteristik Taguchi yang disarankan dapat dilihat pada Tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2. 7 Karakteristik Taguchi

Karakteristik	Targetnya	Contoh	Keterangan
<i>Smaller The Best</i>	Mencapai nilai sekecil atau serendah mungkin, sehingga meminimalkan respon atau <i>output</i> .	Meminimalkan cacat, kesalahan, waktu produksi, biaya atau polusi.	Jika menghasilkan SNR negatif, maka nilai yang lebih mendekati nol (kurang negatif) menunjukkan kondisi yang lebih optimal.
<i>Normal The Best</i>	Untuk nilai tertentu atau nilai yang spesifik	Mempertahankan suhu konstan atau voltage	

Karakteristik	Targetnya	Contoh	Keterangan
<i>Larger The Best</i>	Mencapai nilai sebesar atau setinggi mungkin, sehingga memaksimalkan respon atau <i>output</i> .	Kuat tekan, kekuatan las, kepuasan pelanggan.	

2.2.13 Uji Friedman

Uji Friedman adalah salah satu metode statistika non-parametrik yang sering digunakan dalam desain eksperimen di mana subjek yang sama diuji dalam berbagai kondisi atau perlakuan (Friedman, 1937). Metode statistika ini menggunakan data skala ordinal, data dengan tipe interval atau rasio, serta kombinasi dari keduanya, sehingga dapat diterapkan pada populasi data yang tidak memenuhi asumsi normalitas. Selain itu, dalam pengujian ini diperlukan minimal tiga perlakuan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian yaitu dokter bedah atau tenaga medis yang menggunakan ruang operasi. Berikut karakteristik responden pada penelitian ini:

Tabel 3. 1 Karakteristik Responden

Kriteria	Data Responden
Jenis Kelamin	Laki-laki dan Perempuan
Usia	20 – 57 Tahun
Kriteria	Bersedia menjadi responden, paham mengenai proses operasi

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian berupa perancangan konsep pencahayaan sejuk berdasarkan intensitas cahaya (lux), warna dinding, dan warna lantai pada ruang operasi yang ergonomis dan dapat meningkatkan kenyamanan.

3.3 Jenis Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa jenis sumber data meliputi data primer dan data sekunder. Berikut penjelasan mengenai jenis data penelitian yang digunakan.

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data-data yang dikumpulkan tanpa perantara melalui teknik observasi dan wawancara (Hardani et al, 2022). Pada penelitian ini data primer berupa intensitas cahaya (lux) dengan berbagai level intensitas, warna dinding dan warna lantai untuk spesifikasi warna yang akan digunakan sebagai eksperimen dan penilaian indikator akibat terhadap eksperimen yang dilakukan sehingga untuk mengetahui penilaian pencahayaan sejuk.

Data primer diperoleh melalui wawancara, observasi, dan pengamatan langsung mengenai pencahayaan yang ada pada ruang operasi serta pada saat eksperimen. Dalam hal ini mengetahui permasalahan yang terjadi pada ruang operasi mengenai tingkat pencahayaan, jenis lampu dan tata letak cahaya, selain itu mengetahui identifikasi kebutuhan dan keinginan pengguna.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan melalui teknik dokumentasi (Hardani et al, 2022). Dalam hal ini data sekunder didapatkan berdasarkan data yang tidak langsung, sehingga

dapat mengumpulkan data tersebut melalui beberapa kajian literatur seperti jurnal dan buku yang memiliki korelasi dan dapat mendukung penelitian.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Adapun beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini. Berikut merupakan penjelasan mengenai beberapa metode yang digunakan dalam penelitian.

3.4.1 Wawancara dan Observasi

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data untuk suatu penelitian yang dilakukan dengan proses percakapan yang berbentuk sesi tanya jawab dengan tatap muka (Sugiyono, 2003). Kegiatan wawancara dan observasi dilakukan pada PT Putra Medikaltek Indonesia dan Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia untuk mengetahui kondisi ruang operasi, mengumpulkan data permasalahan yang terjadi terkait pencahayaan, mendapatkan gambaran berupa foto atau video terkait desain pencahayaan buatan yang sudah ada, dan mengetahui apa keinginan dari tenaga medis terkait desain Wawancara dan Observasi.

3.4.2 Kuesioner

Kuesioner merupakan salah satu teknik pengumpulan data berupa *non test*, dimana dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada responden melalui angket atau *google form*. Pada penelitian ini kuesioner yang digunakan menggunakan *google form* dengan membagikan kepada responden yang meliputi dokter bedah, tenaga medis, teknisi, dan pasien secara *online*. Adapun secara *offline* responden diminta untuk mengisi kuesioner agar peneliti dapat mengetahui evaluasi dan tanggapan responden terkait pencahayaan pada ruang operasi.

3.4.3 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari konsep-konsep atau materi terkait desain pencahayaan di ruang operasi melalui berbagai sumber referensi seperti buku-buku, jurnal, artikel-artikel,, ataupun melalui situs internet. Tujuan dilakukannya studi pustaka adalah untuk memperoleh landasan teori yang dapat memperkuat penelitian yang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian akan lebih terarah atau terstruktur.

3.4.4 Metode Eksperimen

Metode eksperimen adalah metode kualitatif yang dilakukan dengan menekankan pada pemenuhan validasi internal yaitu dengan mengontrol atau mengendalikan dan mengeliminasi pengaruh dari faktor-faktor yang ada di luar metode penelitian eksperimen yang umumnya bersifat laboratories. Dalam hal ini metode eksperimen dapat menentukan pengaruh variabel perlakuan terhadap variabel dampak (Hardani et al, 2022). Eksperimen dilakukan pada ruang

iklim Laboratorium Desain Sistem Kerja dan ergonomi secara *offline* dengan berbagai settingan faktor-faktor yang mempengaruhi seperti intensitas cahaya (lux), warna dinding, dan warna lantai sehingga dengan adanya eksperimen ini dapat mengetahui pencahayaan sejuk yang dapat diimplementasikan pada ruang operasi. Pengukuran pencahayaan diukur dengan menggunakan alat Lux meter. Berikut langkah-langkah eksperimen yang dilakukan, yaitu:

1. Responden diberikan pemahaman terkait kegiatan eksperimen yang akan dilakukan dan diberikan penjelasan terkait pencahayaan sejuk.
2. Responden melakukan proses aktivitas melepas dan memasang organ-organ tubuh pada torso dengan rata-rata waktu penyelesaian 10 menit. Aktivitas ini dilakukan untuk memahami kejelasan anatomi tubuh manusia dan mensimulasikan proses operasi.
3. Kemudian, responden akan menilai terkait tiga indikator akibat pencahayaan sejuk meliputi, mata merah atau mata lelah berdasarkan intensitas cahaya (lux), warna dinding, dan warna lantai yang dikombinasikan. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala 1-5.

3.5 Metode Pengolahan dan Analisis Data

3.5.1 Metode Taguchi

Desain Eksperimen Taguchi untuk menentukan eksperimen yang paling sejuk berdasarkan penilaian tingkat cahaya sejuk melalui nilai indikator akibat dengan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi. Dalam metode Taguchi, terdapat tahapan-tahapan, yaitu:

1. Mendefinisikan Masalah dan Tujuan Penggunaan Taguchi
Tahapan ini mengetahui kombinasi intensitas cahaya, warna dinding dan warna lantai yang optimal untuk tingkat pencahayaan yang sejuk pada ruang operasi.
2. Melakukan identifikasi Faktor dan Level
Pada penelitian ini terdapat tiga faktor dan tiga level yang meliputi, intensitas cahaya (300, 400, dan 500 lux), warna dinding (Biru, Hijau, dan Putih), dan warna lantai (Abu-Abu, Hijau dan Hijau).
3. Membuat Matriks *Full Factorial*
Matriks *Full Factorial* yang digunakan adalah 3^3 dengan jumlah eksperimen 27 (L_{27}).
4. Melakukan Eksperimen
Eksperimen dilakukan di Laboratorium Desain Sistem Kerja & Ergonomi dengan menguji setiap kombinasi faktor dan level serta menilai tingkat pencahayaan sejuk.
5. Perhitungan SNR

Menghitung nilai SNR dilakukan untuk menentukan kombinasi yang paling optimal dan baik dalam menentukan pencahayaan sejuk. Berikut merupakan rumus perhitungan *Signal-To-Noise Ratio* (SNR) berdasarkan jenis rasio “*Smaller-is-better*” yaitu (Stapenhurst & Bendell, 1990):

$$\text{SNR}_x = -10 \text{ Log} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 \right) \quad (3.2)$$

Keterangan :

x = eksperimen ke-x

y_{ij} = nilai pengamatan untuk percobaan ke-ij

n = jumlah percobaan

3.5.2 Uji Friedman

Uji Friedman adalah salah satu metode uji statistik non parametrik dalam menentukan apakah terdapat pengaruh signifikan antara dua atau lebih kelompok variabel (Stapenhurst & Bendell, 1990). Pada penelitian ini Uji Friedman digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor signifikan dan menentukan faktor mana yang paling berkontribusi atau berpengaruh dalam eksperimen penentuan pencahayaan sejuk. Uji Friedman dilakukan dengan bantuan *Software* SPSS. Terdapat langkah-langkah pada Uji Friedman dalam perhitungan manual, yaitu:

1. Membuat hipotesis dan Keputusan

A. Hipotesis dan Keputusan Intensitas Cahaya

Hipotesis

- 1) H₀ = Tidak ada pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen intensitas cahaya yang meliputi 300, 400, dan 500.
- 2) H₁ = Terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen intensitas cahaya yang meliputi 300, 400, dan 500.

Keputusan

- 1) Jika nilai sig. > 0,05, maka H₀ diterima dan H₁ ditolak berarti Tidak ada pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen intensitas cahaya yang meliputi 300, 400, dan 500.

- 2) Jika nilai sig. $< 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak berarti Terdapat pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen intensitas cahaya yang meliputi 300, 400, dan 500.

B. Hipotesis dan Keputusan Warna Dinding

Hipotesis

- 1) H_0 = Tidak ada pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna dinding yang meliputi warna biru, hijau, dan putih.
- 2) H_1 = Terdapat pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna dinding yang meliputi warna biru, hijau, dan putih.

Keputusan

- 1) Jika nilai sig. $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak berarti Tidak ada pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna dinding yang meliputi warna biru, hijau, dan putih.
- 2) Jika nilai sig. $< 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak berarti Terdapat pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna dinding yang meliputi warna biru, hijau, dan putih.

C. Hipotesis dan Keputusan Warna Lantai

Hipotesis

- 1) H_0 = Tidak ada pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara variabel independen warna lantai yang meliputi warna abu-abu, hijau muda, dan biru muda.
- 2) H_1 = Terdapat pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara variabel independen warna lantai yang meliputi warna abu-abu, hijau muda, dan biru muda.

Keputusan

- 1) Jika nilai sig. $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak berarti Tidak ada pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna lantai yang meliputi warna abu-abu, hijau muda, dan biru muda.

- 2) Jika nilai sig. < 0,05, maka H0 diterima dan H1 ditolak berarti Terdapat pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna lantai yang meliputi warna abu-abu, hijau muda, dan biru muda.

D. Hipotesis dan Keputusan Keseluruhan Variabel Berdasarkan Kombinasi

Hipotesis

- 1) H0 = Tidak ada pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara kombinasi intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai
- 2) H1 = Terdapat pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara kombinasi intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai

Keputusan

- 1) Jika nilai sig. > 0,05, maka H0 diterima dan H1 ditolak berarti Tidak ada pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara kombinasi intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai.
- 2) Jika nilai sig. < 0,05, maka H0 diterima dan H1 ditolak berarti Terdapat pengaruh pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara kombinasi intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai.

2. Menentukan Peringkat

Peringkat digunakan untuk setiap subjek atau responden, nilai dari 1 hingga k dalam setiap perlakuan.

3. Menghitung Jumlah Peringkat

Berikut merupakan Rumus 3.3 untuk menghitung jumlah peringkat.

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} \quad (3.3)$$

Keterangan:

R_{ij}= peringkat dari perlakuan ke-j pada subjek ke-i

4. Menghitung Uji Statistika Friedman

Berikut merupakan Rumus 3.4 untuk menentukan hasil Uji Friedman.

$$X^2F = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1) \quad (3.4)$$

Keterangan:

- n = jumlah subjek
 k = jumlah perlakuan
 R_j = jumlah peringkat untuk perlakuan ke-j

3.5.3 Uji Marginal Homogeneity

Uji *Marginal Homogeneity* adalah uji statistik dalam menentukan apakah terdapat kesamaan atau perbedaan antara beberapa varian populasi. Selain itu, membandingkan sebaran data yang diambil untuk menentukan apakah data tersebut homogen atau tidak, hal ini dilakukan dengan membandingkan kedua variansi. Pada penelitian ini, dalam mendapatkan hasil uji marginal homogeneity menggunakan bantuan *software* SPSS. Rumus Uji Marginal Homogeneity, yaitu:

$$X^2 = \frac{(n_{12} - n_{21})^2}{n_{12} + n_{21}} \quad (3.5)$$

Keterangan:

n₁₂ = jumlah responden yang merasakan indikator akibat pencahayaan (Mata merah/mata lelah, mata buram, atau sakit kepala) pada kondisi sebelum tetapi tidak pada setelah desain yang dikembangkan.

n₂₁ = jumlah responden yang tidak merasakan indikator akibat pencahayaan (Mata merah/mata lelah, mata buram, atau sakit kepala) pada kondisi sebelum tetapi tidak pada setelah desain yang dikembangkan.

Berikut merupakan hipotesis yang digunakan, yaitu:

- Ho = Tidak terdapat perbedaan signifikan antara tingkat indikator akibat pencahayaan sejuk pada *Voice of Customer* (VOC) dengan hasil kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan.
- H1 = terdapat perbedaan signifikan antara tingkat indikator akibat pencahayaan sejuk pada *Voice of Customer* (VOC) dengan hasil kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan.

Keputusan untuk uji *marginal homogeneity*, yaitu:

- Jika nilai probabilitas (p) ≥ 0,05, maka H₀ diterima, data dinyatakan homogen.
- Jika nilai probabilitas (p) < 0,05, maka H₀ ditolak, data dinyatakan tidak homogen.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah peralatan yang digunakan pada saat proses pengambilan data, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data. Berikut instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. *Handphone* untuk pengambilan foto, video, merekam suara, dan mencatat hal-hal yang penting mengenai penelitian.
2. Lampu LED maksimal 6500K untuk penerangan saat eksperimen.
3. *Dimmer* untuk menaik turunkan intensitas cahaya.
4. Kain warna putih, biru, hijau, abu-abu, hijau muda, dan biru tua untuk menutupi dinding-dinding dan lantai dalam menentukan warna dinding yang sejuk.
5. Meteran untuk mengukur ruangan dan jarak.
6. *Lux Meter* untuk mengukur pencahayaan lampu.
7. Aplikasi *Corel Draw* untuk membuat keterangan pada desain tata pencahayaan.
8. *Software IBM SPSS 24* untuk perhitungan pengolahan data statistika.
9. *Software solidwork* untuk membuat desain 3D tata pencahayaan.
10. *Software Microsoft Excel* untuk mengolah data.
11. Laptop untuk memasukkan data, membuat laporan, melakukan perhitungan dan pengolahan data penelitian.

3.7 Alur Penelitian

Berikut merupakan Gambar 3.1, Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 mengenai tahapan alur penelitian, yaitu:

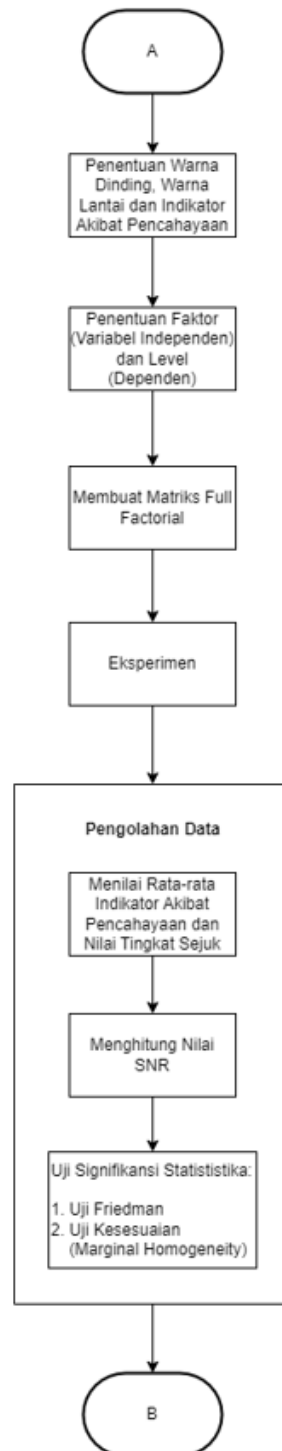


Gambar 3. 1 Alur Penelitian Tahap Kesatu

Gambar 3.1 diatas menunjukkan alur penelitian tahap kesatu atau tahapan awal penelitian yang dilakukan dengan identifikasi masalah terkait topik yang akan diambil. Melakukan identifikasi masalah dengan mengetahui studi literatur yang mendukung topik permasalahan

serta merancang batasan penelitian. Identifikasi masalah dilakukan dengan melakukan survei dan observasi secara langsung kepada produsen alat kesehatan yaitu PT Putra Medikaltek Indonesia dan kepada pihak Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia yang meliputi dokter bedah ataupun tenaga medis. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi pencahayaan di ruang operasi dan mengetahui keluhan-keluhan yang dirasakan dokter bedah dan tenaga medis serta mengetahui kebutuhan spesifik terkait rancangan mengenai pencahayaan sejuk yang nyaman bagi dokter bedah dan tenaga medis. Selain itu, melakukan studi literatur berdasarkan buku, jurnal, *website* ataupun media *internet* lainnya untuk mencari kajian induktif maupun kajian teoritis, membuat konsep dan memperkuat penelitian yang akan dilakukan.

Tahap selanjutnya adalah perumusan masalah dan tujuan penelitian. Perumusan masalah dilakukan untuk menentukan arah penelitian yang akan dilakukan, sehingga penelitian yang dilakukan dapat menjawab pertanyaan yang relevan dengan permasalahan yang ada. Dan tujuan penelitian dilakukan untuk menetapkan harapan atau keinginan yang akan dicapai melalui sebagai solusi mengenai penelitian perancangan pencahayaan di ruang operasi.

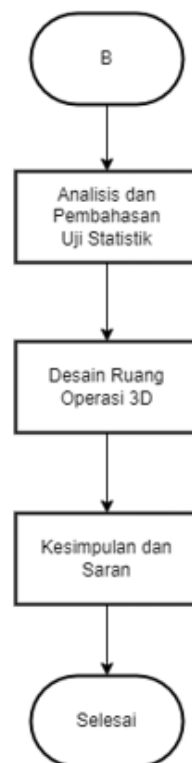


Gambar 3. 2 Alur Penelitian Tahap Kedua

Tahap berikutnya pada Gambar 3.2 menunjukkan alur penelitian tahap kedua yang dilakukan dengan penentuan warna dinding, warna lantai, dan indikator akibat dari pencahayaan. Penentuan tersebut dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor dan level-level yang akan dijadikan matriks *Full Factorial*. Matriks *Full Factorial* dibuat untuk mengetahui

berapa eksperimen yang dilakukan oleh setiap responden berdasarkan faktor-faktor (variabel independen) dan level (variabel dependen) yang ada. Kemudian, melakukan eksperimen pencahayaan sejuk berdasarkan kombinasi faktor-faktor dan level-level yang telah ditentukan. Eksperimen dilakukan di Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi (DSKE). Pada saat eksperimen, responden melakukan penilaian indikator akibat pencahayaan sejuk.

Selanjutnya, melakukan pengolahan data menggunakan metode Taguchi dengan menghitung nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) untuk mengetahui kombinasi faktor dan level mana yang memiliki nilai paling bagus atau optimal dalam pencahayaan sejuk, nilai rata-rata pencahayaan sejuk untuk mengidentifikasi penilaian masing-masing indikator akibat pencahayaan, selanjutnya pengolahan data hasil nilai Uji Friedman untuk mengevaluasi apakah terdapat pengaruh signifikan dalam persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel-variabel independen, serta untuk mengidentifikasi eksperimen mana yang memberikan kontribusi terbesar terhadap pencahayaan sejuk. Dan terakhir pengolahan data dengan Uji *Marginal Homogeneity* untuk menilai kesesuaian antara indikator yang menunjukkan dampak pencahayaan sejuk pada *Voice of Customer* (VOC) dengan hasil yang diperoleh setelah menerapkan kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan.



Gambar 3. 3 Alur Penelitian Tahap Ketiga

Tahapan selanjutnya pada Gambar 3.3 mengenai alur penelitian tahap ketiga yang menjelaskan tentang hasil analisis dan pembahasan berdasarkan penilaian *Signal to Noise Ratio* (SNR), dan Uji Friedman. Setelah melakukan analisis dan pembahasan, maka mendesain ruang operasi 3D untuk memvisualkan hasil berdasarkan pengolahan data, analisis dan pembahasan. Kemudian, terakhir membuat kesimpulan dari rumusan masalah dan tujuan yang ingin didapatkan. Serta membuat saran untuk pihak rumah sakit, Putra Medikaltek Indonesia, dan peneliti selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil wawancara dan pengisian kuesioner mengenai identifikasi keinginan dan kebutuhan pengguna dengan karakteristik responden yang terdapat pada Tabel 4.1. yaitu:

Tabel 4. 1 Karakteristik Responden Observasi

No	Karakteristik	Keterangan	Jumlah (orang)
1	Usia	20 -57 Tahun	16
2	Jenis Kelamin	Laki-laki	10
		Perempuan	6
		Dokter Bedah, Obgyn dan dokter Anestesi	8
		Instalasi Pemeliharaan Sarana & Prasarana Rumah Sakit (IPSRS)	1
3	Status Pekerjaan	Ahli Teknik Elektromedik (ATEM)	1
		Perawat Instalasi Bedah Sentral	1
		Mahasiswa Kedokteran (KOAS)	5

Pada pelaksanaan eksperimen, berikut merupakan karakteristik yang dapat dijadikan responden untuk menghasilkan data yang baik dan tepat, yaitu:

Tabel 4. 2 Karakteristik Responden Eksperimen

No	Karakteristik	Keterangan
1	Usia	20 -57 Tahun
2	Jenis Kelamin	Laki-laki dan Perempuan
3	Karakter	- Memahami proses operasi, sudah pernah belajar dan melaksanakan kegiatan di ruang operasi - Paham tentang pencahayaan di ruang operasi - Dokter Bedah
4	Jenis Pekerjaan	- Perawat - Mahasiswa Fakultas Kedokteran yang sudah KOAS atau pernah berkegiatan di ruang operasi
5	Total Responden Eksperimen	10 responden mahasiswa Fakultas Kedokteran yang sudah KOAS berkegiatan di ruang operasi

4.1.2 Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan melalui survei, wawancara, dan pengisian kuesioner yang berkaitan dengan keinginan dan kebutuhan pengguna terhadap desain

pencahayaan ruang operasi. Identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan untuk mengetahui keinginan dan kebutuhan pengguna, sehingga atribut kebutuhannya dapat digunakan untuk parameter pembuatan desain pencahayaan ruang operasi.

Voice of Customer (VOC) dari pihak dokter bedah ataupun tenaga medis menunjukkan bahwa mereka menginginkan pencahayaan yang tidak mudah menyebabkan **mata lelah** dan **mata buram** bahkan **sakit kepala** sehingga mengurangi risiko kesalahan selama proses operasi. Selain itu, bisa memberikan pencahayaan sejuk untuk meningkatkan kenyamanan.

4.2 Penentuan Variabel

Terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi (independen) dan variabel yang dipengaruhi (dependen). Berikut dilampirkan beberapa variabel independen yang digunakan dalam penelitian, yaitu:

Tabel 4. 3 Variabel Independen

No	Variabel	No	Variabel
1	Intensitas Cahaya (Lux)	3	Warna Lantai
	1) 300		1) Abu-Abu (D3D3D3) R = 211 G = 211 B = 211
	2) 400		2) Hijau Muda (#90EE90) R = 144 G = 238 B = 144
2	3) 500	3	3) Biru Muda (#ADD8E6) R = 173 G = 216 B = 230
	Warna Dinding		
	1) Biru (#0080FF) R = 0 G = 128 B = 255		
2	2) Hijau (#007D3F) R = 0 G = 125 B = 63		
	3) Putih (FFFFFF) R = 255 G = 255 B = 255		

Variabel independen akan menjadi faktor-faktor dan level-level yang dikombinasikan menjadi serangkaian eksperimen dalam menentukan pencahayaan sejuk pada ruang operasi. Sedangkan, variabel dependen digunakan untuk menilai indikator akibat dari variabel independen sehingga menentukan nilai pencahayaan sejuk berdasarkan skala ordinal 1-5. Beberapa variabel dependen terdapat pada Tabel 4.6 yaitu.

Tabel 4. 4 Variabel Dependen

No	Dependen	Keterangan
1	Mata Merah/Mata Lelah	
2	Mata Buram	Pencahayaan Sejuk
3	Sakit Kepala (Pusing)	

Skala ordinal untuk Mata Merah/Mata Lelah yaitu: (1) Tidak merasakan indikasi mata merah/mata lelah, (2) Sedikit merasakan indikasi mata merah/mata lelah tetapi tidak mengganggu aktivitas, (3) Merasakan mata merah/mata lelah yang mengganggu aktivitas, (4) Beberapa kali merasakan mata merah/mata lelah yang mengganggu aktivitas, (5) Sangat merasakan mata merah/mata lelah secara terus-menerus sehingga sangat mengganggu, membutuhkan istirahat dan perawatan medis.

Skala ordinal untuk Mata Buram, yaitu: (1) Tidak merasakan indikasi mata buram, (2) Sedikit merasakan indikasi mata buram tetapi tidak mengganggu aktivitas, (3) Merasakan sakit kepala (pusing) yang mengganggu aktivitas, (4) Beberapa kali merasakan mata buram yang mengganggu aktivitas, (5) Sangat merasakan mata buram secara terus-menerus sehingga sangat mengganggu, membutuhkan istirahat dan perawatan medis.

Skala ordinal untuk Sakit Kepala (Pusing), yaitu: (1) Tidak merasakan indikasi sakit kepala (pusing), (2) Sedikit merasakan indikasi sakit kepala (pusing) tetapi tidak mengganggu aktivitas, (3) Merasakan sakit kepala (pusing) yang mengganggu aktivitas, (4) Beberapa kali merasakan sakit kepala (pusing) yang mengganggu aktivitas, (5) Sangat merasakan sakit kepala (pusing) secara terus-menerus sehingga sangat mengganggu, membutuhkan istirahat dan perawatan medis.

Penilaian indikator akibat yang terdapat pada variabel dependen akan dirata-rata berdasarkan penilaian responden yang telah melakukan eksperimen. Rata-rata nilai indikator akibat akan menjadi penilaian pencahayaan sejuk berdasarkan skala ordinal yang meliputi;

1. **Sangat Sejuk**, Tidak merasakan indikasi mata merah, mata lelah, dan mata buram serta sakit kepala
2. **Sejuk**, Sedikit merasakan indikasi mata merah, mata lelah, dan mata buram serta sakit kepala. Tetapi tidak mengganggu aktivitas
3. **Cukup Sejuk**, Merasakan indikasi mata merah, mata lelah, dan mata buram serta sakit kepala sehingga sedikit mengganggu aktivitas
4. **Tidak Sejuk** Beberapa kali merasakan mata merah, mata lelah, dan mata buram serta sakit kepala yang mengganggu aktivitas

5. **Sangat Tidak Sejuk**, Sangat merasakan mata merah, mata lelah, dan mata buram serta sakit kepala secara terus-menerus sehingga mengganggu aktivitas dan perlu istirahat serta perawatan medis

4.3 Penentuan Faktor dan Level

Pada metode Taguchi dalam membuat matriks *full factorial* berdasarkan variabel yang ada, diperlukan untuk menentukan identifikasi faktor-faktor dan level-levelnya terlebih dahulu. Berikut ini merupakan beberapa faktor-faktor dan level-level yang terdapat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 5 Faktor-Faktor dan Level-Level

No	Faktor-Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
1	Intensitas Cahaya (Lux) = X1	X1 ₁ = 300	X1 ₂ = 400	X1 ₃ = 500
2	Warna Dinding = X2	X2 ₁ = Biru	X2 ₂ = Hijau	X2 ₃ = Putih
3	Warna Lantai = X3	X3 ₁ = Abu-Abu	X3 ₂ = Hijau Muda	X3 ₃ = Biru Muda

4.4 Matriks Full Factorial

Dalam penelitian ini memiliki tiga variabel independen sebagai faktor dan tiga level untuk setiap faktor. Oleh karena itu, peneliti akan menggunakan desain penuh 3^3 dengan total eksperimen adalah 27. Berikut adalah matriks *Full Factorial* L₂₇ untuk tiga faktor dengan tiga level, yaitu:

Tabel 4. 6 Matriks Full Factorial

Eksperimen Ke-n	X1 = Intensitas Cahaya (Lux)	X2 = Warna Dinding	X3 = Warna Lantai
1	300	Biru	Abu-Abu
2	400	Biru	Abu-Abu
3	500	Biru	Abu-Abu
4	300	Biru	Hijau Muda
5	400	Biru	Hijau Muda
6	500	Biru	Hijau Muda
7	300	Biru	Biru Muda
8	400	Biru	Biru Muda
9	500	Biru	Biru Muda
10	300	Hijau	Abu-Abu
11	400	Hijau	Abu-Abu
12	500	Hijau	Abu-Abu
13	300	Hijau	Hijau Muda

Eksperimen Ke-n	X1 = Intensitas Cahaya (Lux)	X2 = Warna Dinding	X3 = Warna Lantai
14	400	Hijau	Hijau Muda
15	500	Hijau	Hijau Muda
16	300	Hijau	Biru Muda
17	400	Hijau	Biru Muda
18	500	Hijau	Biru Muda
19	300	Putih	Abu-Abu
20	400	Putih	Abu-Abu
21	500	Putih	Abu-Abu
22	300	Putih	Hijau Muda
23	400	Putih	Hijau Muda
24	500	Putih	Hijau Muda
25	300	Putih	Biru Muda
26	400	Putih	Biru Muda
27	500	Putih	Biru Muda

4.4.1 Hasil Eksperimen

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna, peneliti melakukan eksperimen untuk memastikan hasil yang sesuai dan relevan untuk merancang tata pencahayaan yang sejuk. Hasil penilaian eksperimen untuk menentukan penilaian sejuk terdapat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 7 Hasil Penilaian Eksperimen

Responden Ke-n	Eksperimen Ke-n	Indikator Akibat Pencahayaan Sejuk		
		Mata Merah/Mata Lelah	Mata Berair	Sakit Kepala (Pusing)
1	1	5	4	3
	2	3	3	2
	3	2	3	2
	4	3	3	3
	5	2	1	2
	6	3	3	2
	7	5	3	4
	8	5	4	4
	9	5	5	4
	10	3	2	2
	11	2	2	2
	12	2	2	1
	13	5	4	4
	14	3	3	3
	15	2	2	4
	16	3	1	2
	17	2	1	2

Responden Ke-n	Eksperimen Ke-n	Indikator Akibat Pencahayaan Sejuk		
		Mata Merah/Mata Lelah	Mata Berair	Sakit Kepala (Pusing)
	18	1	1	1
	19	4	4	5
	20	4	4	3
	21	5	5	5
	22	4	3	3
	23	5	4	3
	24	5	5	4
	25	4	2	3
	26	3	2	2
	27	2	1	2
2	1	3	2	4
	2	2	3	2
	3	2	1	1
	4	4	3	2
	5	3	3	2
	6	3	1	4
	7	3	3	2
	8	3	1	1
	9	4	3	2
	10	3	3	3
	11	3	2	3
	12	3	1	1
	13	4	4	4
	14	3	2	2
	15	2	2	2
	16	2	2	1
	17	2	2	1
	18	1	1	1
	19	5	4	4
	20	4	4	4
	21	3	3	3
	22	2	1	2
	23	2	2	2
	24	4	4	3
	25	3	3	3
	26	3	1	2
	27	3	2	2
3	1	3	1	1
	2	2	1	2
	3	1	1	1
	4	3	2	2
	5	2	2	2
	6	2	1	2
	7	4	4	4

Responden Ke-n	Eksperimen Ke-n	Indikator Akibat Pencahayaan Sejuk		
		Mata Merah/Mata Lelah	Mata Berair	Sakit Kepala (Pusing)
	8	4	2	3
	9	4	2	2
	10	3	3	3
	11	2	1	2
	12	2	2	1
	13	3	3	3
	14	2	2	1
	15	3	1	1
	16	3	2	2
	17	1	1	1
	18	1	1	1
	19	3	2	2
	20	2	2	2
	21	2	2	1
	22	4	3	4
	23	3	3	3
	24	2	2	2
	25	4	4	2
	26	3	3	3
	27	2	2	1
4	1	3	3	3
	2	3	2	2
	3	2	2	2
	4	3	1	1
	5	2	1	2
	6	1	1	1
	7	4	4	4
	8	3	3	2
	9	3	3	2
	10	2	2	1
	11	2	1	3
	12	2	2	1
	13	4	4	4
	14	3	3	3
	15	2	1	2
	16	3	2	1
	17	2	1	1
	18	1	1	1
	19	3	2	3
	20	4	3	3
	21	4	3	2
	22	3	1	2
	23	2	2	2
	24	2	1	1

Responden Ke-n	Eksperimen Ke-n	Indikator Akibat Pencahayaan Sejuk		
		Mata Merah/Mata Lelah	Mata Berair	Sakit Kepala (Pusing)
5	25	3	3	2
	26	3	2	1
	27	2	2	2
	1	3	2	3
	2	3	2	2
	3	2	2	2
	4	3	2	2
	5	2	2	2
	6	2	1	2
	7	3	2	3
	8	3	3	3
	9	4	3	3
	10	2	2	2
	11	3	3	3
	12	4	3	2
	13	2	2	3
	14	3	3	3
	15	4	3	3
	16	3	3	3
	17	3	2	2
	18	2	1	1
	19	2	2	2
	20	3	3	3
	21	4	3	4
	22	2	2	3
	23	3	2	2
	24	2	2	2
25	3	3	3	
26	3	2	1	
27	2	2	2	
6	1	5	3	4
	2	3	3	3
	3	5	4	3
	4	5	3	3
	5	2	2	2
	6	2	1	2
	7	5	5	4
	8	4	4	4
	9	3	2	2
	10	4	3	3
	11	3	3	3
	12	3	2	3
	13	5	3	2
	14	4	3	2

Responden Ke-n	Eksperimen Ke-n	Indikator Akibat Pencahayaan Sejuk		
		Mata Merah/Mata Lelah	Mata Berair	Sakit Kepala (Pusing)
	15	4	2	2
	16	2	2	2
	17	2	1	1
	18	1	1	1
	19	5	4	5
	20	3	3	4
	21	5	3	5
	22	4	3	2
	23	3	3	3
	24	3	2	2
	25	4	3	3
	26	3	3	4
	27	3	2	3
7	1	5	5	4
	2	3	3	3
	3	4	3	3
	4	4	3	3
	5	3	2	2
	6	2	2	2
	7	5	3	3
	8	5	4	4
	9	5	5	5
	10	4	4	4
	11	3	3	2
	12	2	2	2
	13	3	4	4
	14	3	4	5
	15	3	5	5
	16	2	2	2
	17	2	1	1
	18	1	1	1
	19	3	2	3
	20	2	2	2
	21	2	1	3
	22	3	3	3
	23	2	2	2
	24	3	2	2
	25	4	4	3
	26	3	3	3
	27	4	3	3
8	1	4	4	3
	2	2	2	2
	3	1	1	2
	4	5	4	3

Responden Ke-n	Eksperimen Ke-n	Indikator Akibat Pencahayaan Sejuk		
		Mata Merah/Mata Lelah	Mata Berair	Sakit Kepala (Pusing)
	5	2	2	2
	6	2	1	1
	7	5	5	5
	8	3	3	3
	9	4	4	4
	10	5	4	2
	11	3	3	3
	12	4	4	3
	13	5	4	4
	14	3	2	2
	15	5	4	4
	16	4	4	2
	17	2	2	2
	18	1	1	1
	19	4	3	2
	20	3	3	3
	21	5	3	3
	22	4	3	3
	23	3	1	1
	24	2	2	2
	25	4	4	4
	26	2	1	2
	27	2	2	2
9	1	3	2	2
	2	2	2	2
	3	1	1	1
	4	4	3	2
	5	2	2	2
	6	2	1	2
	7	3	3	3
	8	3	2	2
	9	3	1	2
	10	3	2	2
	11	3	3	2
	12	3	2	2
	13	3	2	2
	14	2	1	2
	15	2	2	4
	16	2	1	1
	17	1	1	1
	18	1	1	1
	19	3	3	3
	20	1	1	1
	21	1	2	4

Responden Ke-n	Eksperimen Ke-n	Indikator Akibat Pencahayaan Sejuk		
		Mata Merah/Mata Lelah	Mata Berair	Sakit Kepala (Pusing)
	22	2	3	2
	23	3	2	3
	24	2	2	2
	25	3	2	2
	26	2	2	2
	27	2	1	1
10	1	4	3	2
	2	3	3	3
	3	4	4	4
	4	3	3	3
	5	3	2	2
	6	2	2	2
	7	5	3	3
	8	4	4	3
	9	3	3	3
	10	4	3	3
	11	4	2	2
	12	5	3	2
	13	3	4	5
	14	3	3	4
	15	3	4	4
	16	2	1	2
	17	2	1	1
	18	1	1	1
	19	3	3	3
	20	2	2	2
	21	1	1	4
	22	5	3	4
	23	3	3	3
	24	2	2	2
	25	4	4	4
	26	3	2	2
	27	5	4	4

Pada tabel 4.9 hasil eksperimen memiliki jumlah eksperimen atau jumlah komposisi percobaan sebanyak 27 kali, sehingga penelitian ini menggunakan matriks *Full Factorial L₂₇* dengan tiga faktor masing-masing adalah tiga level. Kemudian, terlihat pada variabel Y yaitu indikator dependen yang terdiri dari Mata merah (Mata Lelah), Mata Berair, dan Sakit Kepala (Pusing). Responden menilai tiap variabel tersebut menggunakan skala ordinal 1-5. Hasil penilaian dari tiap indikator akan menentukan skala penilaian tingkat pencahayaan sejuk.

4.5 Pengolahan Data

4.5.1 Menilai Indikator Akibat dan Tingkat Sejuk

Perhitungan untuk menilai rata-rata uji organoleptik yaitu sebagai berikut:

a) Tingkat Indikator Akibat

$$\frac{\text{Skor MM atau ML} + \text{Skor MB} + \text{Skor SK atau P}}{\text{Total Indikator Akibat}}$$

Keterangan:

MM = Mata Merah

ML = Mata Lelah

MB = Mata Buram

SK = Sakit Kepala

P = Pusing

Total Indikator Akibat = 3

Contoh responden ke-1 untuk tingkat akibat pada eksperimen pertama, yaitu:

$$\text{Tingkat Indikator Eksperimen Ke} - 1 = \frac{5 + 4 + 3}{3} = 4$$

b) Rata-Rata Nilai Eksperimen Tiap Responden

$$\frac{R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + \dots + \dots + Rn}{\text{Total Responden}}$$

Keterangan:

R1 = Responden 1

Rn = Responden Ke-n

Total Responden = 10

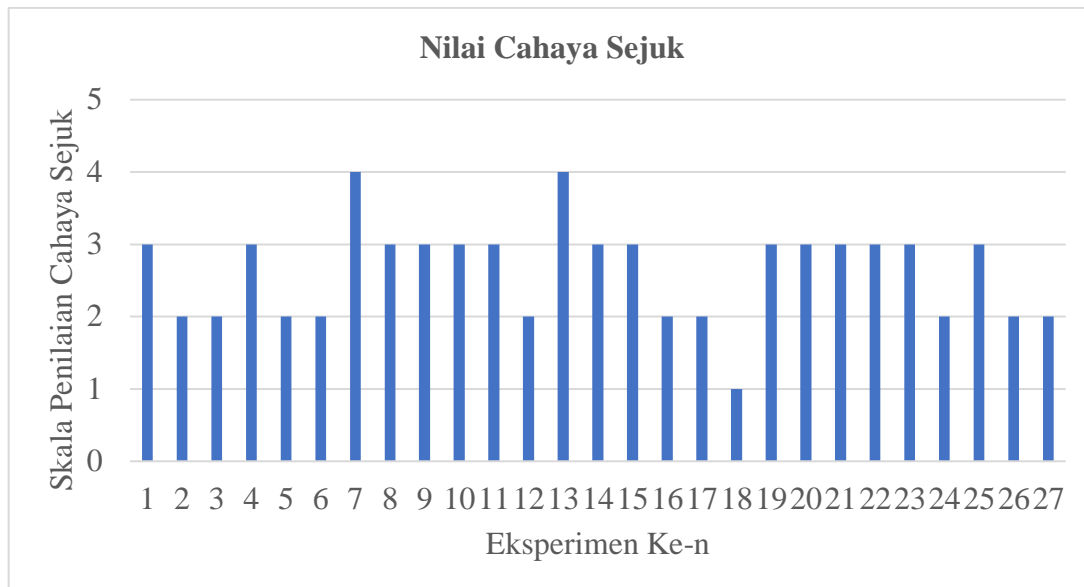
Contoh nilai rata-rata pada setiap eksperimen berdasarkan jumlah responden, yaitu:

$$\text{Eksperimen Ke1} = \frac{4 + 3 + 2 + 3 + 3 + 4 + 5 + 4 + 2 + 3}{10} = 3$$

Dalam perhitungan untuk menilai rata-rata eksperimen berdasarkan nilai indikator akibat yang dinilai oleh setiap responden dilampirkan pada tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4. 8 Rata-Rata Nilai Tiap Responden

Eksperimen Ke-n	Penilaian Rata-Rata Mata Merah/Mata Lelah	Penilaian Rata-Rata Mata Buram	Penilaian Rata-Rata Sakit Kepala (Pusing)	Nilai Sejuk	Keterangan
1	4	3	3	3	Cukup Sejuk
2	3	2	2	2	Sejuk
3	2	2	2	2	Sejuk
4	4	3	2	3	Cukup Sejuk
5	2	2	2	2	Sejuk
6	2	1	2	2	Sejuk
7	4	4	4	4	Tidak Sejuk
8	4	3	3	3	Cukup Sejuk
9	4	3	3	3	Cukup Sejuk
10	3	3	2	3	Cukup Sejuk
11	3	2	3	3	Cukup Sejuk
12	3	2	2	2	Sejuk
13	4	3	4	4	Tidak Sejuk
14	3	3	3	3	Cukup Sejuk
15	3	2	3	3	Cukup Sejuk
16	3	2	2	2	Sejuk
17	2	1	1	2	Sejuk
18	1	1	1	1	Sangat Sejuk
19	4	3	3	3	Cukup Sejuk
20	3	3	3	3	Cukup Sejuk
21	3	3	3	3	Cukup Sejuk
22	3	2	3	3	Cukup Sejuk
23	3	2	2	3	Cukup Sejuk
24	3	2	2	2	Sejuk
25	4	3	3	3	Cukup Sejuk
26	3	2	2	2	Sejuk
27	2	2	2	2	Sejuk



Gambar 4. 1 Grafik Penilaian Cahaya

4.5.2 Signal to Noise Ratio (SNR)

Penelitian menggunakan jenis rasio “*The Smaller the Better*” yaitu semakin kecil nilainya, maka semakin baik eksperimen yang dipilih. Pemilihan jenis rasio tersebut dilakukan karena ingin mengetahui eksperimen seberapa yang dipilih berdasarkan penilaian kesejukan yang dinilai melalui SNR. Oleh karena itu, perhitungan SNR menggunakan rumus (3.1). Dibawah ini adalah satu contoh perhitungan untuk SNR pada eksperimen ke-1 dengan cahaya 300 lux, warna dinding biru dan warna lantai abu-abu, yaitu:

$$\text{SNR} = -10 \text{ Log} \left(\frac{1}{10} (4)^2 + (3)^2 + (2)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (2)^2 + (3)^2 \right)$$

$$\text{SNR} = -10,396$$

Berikut merupakan hasil untuk semua eksperimen yang telah dinilai melalui penilaian tingkat kesejukan oleh responden yaitu:

Tabel 4. 9 Hasil SNR

Eksperimen Ke-n	Variabel X			S/N Ratio
	Intensitas Cahaya (Lux)	Warna Dinding	Warna Lantai	
1	300	Biru	Abu-Abu	-10,40
2	400	Biru	Abu-Abu	-7,87

Eksperimen Ke-n	Variabel X			S/N Ratio
	Intensitas Cahaya (Lux)	Warna Dinding	Warna Lantai	
3	500	Biru	Abu-Abu	-7,93
4	300	Biru	Hijau Muda	-9,55
5	400	Biru	Hijau Muda	-6,39
6	500	Biru	Hijau Muda	-5,58
7	300	Biru	Biru Muda	-11,61
8	400	Biru	Biru Muda	-10,39
9	500	Biru	Biru Muda	-10,63
10	300	Hijau	Abu-Abu	-9,41
11	400	Hijau	Abu-Abu	-8,21
12	500	Hijau	Abu-Abu	-7,87
13	300	Hijau	Hijau Muda	-11,14
14	400	Hijau	Hijau Muda	-9,01
15	500	Hijau	Hijau Muda	-9,68
16	300	Hijau	Biru Muda	-6,89
17	400	Hijau	Biru Muda	-3,82
18	500	Hijau	Biru Muda	-0,33
19	300	Putih	Abu-Abu	-10,41
20	400	Putih	Abu-Abu	-9,17
21	500	Putih	Abu-Abu	-10,21
22	300	Putih	Hijau Muda	-9,41
23	400	Putih	Hijau Muda	-8,47
24	500	Putih	Hijau Muda	-8,32
25	300	Putih	Biru Muda	-10,30
26	400	Putih	Biru Muda	-7,69
27	500	Putih	Biru Muda	-7,91

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa nilai SNR yang paling besar adalah -0,33 yang menunjukkan pada eksperimen ke-18 dengan faktor intensitas cahaya bernilai 500 lux, faktor warna dinding yaitu hijau dan faktor warna lantai adalah biru muda. Oleh karena itu, eksperimen tersebut merupakan eksperimen yang menunjukkan pencahayaan paling sejuk.

4.5.3 Ranking Eksperimen yang Paling Sejuk

Dari beberapa eksperimen yang telah dilakukan dan telah didapatkan hasil SNR, berikut merupakan urutan *ranking* eksperimen yang paling sejuk untuk diterapkan dan yang tidak dapat diterapkan yaitu:

Tabel 4. 10 *Ranking* Eksperimen Dari SNR

<i>Ranking</i>	<i>S/N Ratio</i>	<i>Eksperimen Ke-n</i>
1	-0,33	18
2	-3,82	17
3	-5,58	6
4	-6,39	5
5	-6,89	16
6	-7,69	26
7	-7,87	2
8	-7,87	12
9	-7,91	27
10	-7,93	3
11	-8,21	11
12	-8,32	24
13	-8,47	23
14	-9,01	14
15	-9,17	20
16	-9,41	10
17	-9,41	22
18	-9,55	4
19	-9,68	15
20	-10,21	21
21	-10,30	25
22	-10,39	8
23	-10,40	1
24	-10,41	19
25	-10,63	9
26	-11,14	13
27	-11,61	7

4.5.4 *Perhitungan Uji Friedman*

Perhitungan Uji Friedman dilakukan untuk menentukan apakah terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel-variabel independen.

A. Intensitas Cahaya

Berikut Gambar 4.2 hasil *ranking* dan Gambar 4.3 hasil uji Friedman untuk intensitas cahaya, yaitu:

Ranks

	Mean Rank
IntensitasCahaya300	2.49
IntensitasCahaya400	1.81
IntensitasCahaya500	1.70

Gambar 4. 2 *Ranks* Intensitas Cahaya

Nilai rata-rata dapat digunakan untuk mengetahui hasil yang paling menunjukkan tingkat pencahayaan paling sejuk, karena nilai tersebut didapat berdasarkan skala ordinal dimana nilai skala 1-5 dan skala satu menunjukkan yang sangat sejuk. Maka pemilihan variabel intensitas cahaya adalah dengan lux sebesar 300. Berdasarkan rank intensitas cahaya, berikut Tabel kontribusi.

Tabel 4. 11 Kontribusi Intensitas Cahaya

Intensitas Cahaya	% Kontribusi
300	43,84%
400	0,68%
500	55,48%

N	90
Chi-Square	49.857
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Friedman Test

Gambar 4. 3 *Output* Uji Friedman Intensitas Cahaya

Output yang dihasilkan berdasarkan SPSS menunjukkan nilai sig. < 0,05 yang berarti terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen intensitas cahaya yang meliputi lux 300, 400, dan 500.

B. Warna Dinding

Berikut Gambar 4.4 hasil *ranking* dan Gambar 4.5 hasil uji Friedman untuk warna dinding, yaitu:

Ranks

	Mean Rank
WarnaDindingBiru	2.11
WarnaDindingHijau	1.81
WarnaDindingPutih	2.08

Gambar 4. 4 *Ranks* Warna Dinding

Nilai rata-rata tersebut didapat berdasarkan penilaian skala ordinal dimana nilai skala 1-5 dan skala satu menunjukkan yang sangat sejuk. Maka pemilihan variabel warna dinding yang paling baik adalah warna hijau.

Tabel 4. 12 Kontribusi Warna Dinding

Warna Dinding	% Kontribusi
Biru	22,16%
Hijau	66,12%
Putih	11,72%

Test Statistics^a

N	90
Chi-Square	6.325
df	2
Asymp. Sig.	.042

a. Friedman Test

Gambar 4. 5 *Output* Uji Friedman Warna Dinding

Output yang dihasilkan berdasarkan SPSS menunjukkan nilai sig. < 0,05 yang berarti terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara variabel independen warna dinding yang meliputi warna biru, hijau, dan putih.

C. Warna Lantai

Berikut Gambar 4.6 hasil *ranking* dan Gambar 4.7 hasil uji Friedman untuk warna lantai, yaitu:

Ranks

	Mean Rank
WarnaLantaiAbuAbu	2.16
WarnaLantaiHijauMuda	2.02
WarnaLantaiBiruMuda	1.82

Gambar 4. 6 *Ranks* Warna Lantai

Nilai rata-rata tersebut didapat berdasarkan penilaian skala ordinal dimana nilai skala 1-5 dan skala satu menunjukkan yang sangat sejuk. Maka pemilihan variabel warna lantai yang paling baik adalah warna biru muda.

Tabel 4. 13 Kontribusi Warna Lantai

Warna Lantai	% Kontribusi
Abu-Abu	43,84%
Hijau Muda	0,68%
Biru Muda	55,48%

Test Statistics^a

N	90
Chi-Square	6.622
df	2
Asymp. Sig.	.036

a. Friedman Test

Gambar 4. 7 *Output* Uji Friedman Warna Lantai

Output yang dihasilkan berdasarkan SPSS menunjukkan nilai sig. < 0,05 yang berarti terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk diantara variabel independen warna lantai yang meliputi warna abu-abu, hijau muda, dan biru muda.

D. Keseluruhan

Berikut Gambar 4.8 hasil *ranking*, Tabel 4.25 persentase kontribusi, dan Gambar 4.9 hasil uji Friedman untuk keseluruhan variabel dan eksperimen, yaitu:

Ranks	
	Mean Rank
300 - Biru - Abu-Abu	19.30
400 - Biru - Abu-Abu	11.70
500 - Biru - Abu-Abu	9.55
300 - Biru - Hijau Muda	16.15
400 - Biru - Hijau Muda	9.40
500 - Biru - Hijau Muda	8.80
300 - Biru - Biru Muda	23.70
400 - Biru - Biru Muda	19.05
500 - Biru - Biru Muda	19.10
300 - Hijau - Abu-Abu	15.25
400 - Hijau - Abu-Abu	14.95
500 - Hijau - Abu-Abu	12.80
300 - Hijau - Hijau Muda	19.90
400 - Hijau - Hijau Muda	14.75
500 - Hijau - Hijau Muda	17.10
300 - Hijau - Biru Muda	9.25
400 - Hijau - Biru Muda	4.25
500 - Hijau - Biru Muda	1.80
300 - Putih - Abu-Abu	18.20
400 - Putih - Abu-Abu	14.45
500 - Putih - Abu-Abu	17.55
300 - Putih - Hijau Muda	14.85
400 - Putih - Hijau Muda	13.75
500 - Putih - Hijau Muda	11.25
300 - Putih - Biru Muda	19.25
400 - Putih - Biru Muda	11.15
500 - Putih - Biru Muda	10.75

Gambar 4. 8 *Ranks* Keseluruhan Variabel

Tabel 4. 14 Persentase Kontribusi Keseluruhan

Eksperimen Ke-n	Kombinasi	% Kontribusi
1	300 - Biru - Abu-Abu	4.32%
2	400 - Biru - Abu-Abu	0.81%
3	500 - Biru - Abu-Abu	3.04%
4	300 - Biru - Hijau Muda	0.71%
5	400 - Biru - Hijau Muda	3.25%
6	500 - Biru - Hijau Muda	4.15%
7	300 - Biru - Biru Muda	14.47%
8	400 - Biru - Biru Muda	3.92%
9	500 - Biru - Biru Muda	4.00%

Eksperimen Ke-n	Kombinasi	% Kontribusi
10	300 - Hijau - Abu-Abu	0.24%
11	400 - Hijau - Abu-Abu	0.14%
12	500 - Hijau - Abu-Abu	0.22%
13	300 - Hijau - Hijau Muda	5.35%
14	400 - Hijau - Hijau Muda	0.09%
15	500 - Hijau - Hijau Muda	1.48%
16	300 - Hijau - Biru Muda	3.46%
17	400 - Hijau - Biru Muda	14.59%
18	500 - Hijau - Biru Muda	22.85%
19	300 - Putih - Abu-Abu	2.71%
20	400 - Putih - Abu-Abu	0.03%
21	500 - Putih - Abu-Abu	1.94%
22	300 - Putih - Hijau Muda	0.11%
23	400 - Putih - Hijau Muda	0.01%
24	500 - Putih - Hijau Muda	1.16%
25	300 - Putih - Biru Muda	4.08%
26	400 - Putih - Biru Muda	1.24%
27	500 - Putih - Biru Muda	1.62%

Test Statistics^a

N	10
Chi-Square	118.703
df	26
Asymp. Sig.	.000

a. Friedman Test

Gambar 4. 9 Hasil Uji Friedman Keseluruhan Variabel

Dari hasil uji Friedman pada Gambar 4.9, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dalam tingkat penilaian pencahayaan sejuk berdasarkan kombinasi tingkat intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai. pada Gambar 4.8. Kombinasi 500 - Hijau - Biru Muda memberikan kontribusi terbesar dengan 22.85% terhadap variasi dalam penilaian pencahayaan sejuk, hal ini dapat ditunjukkan pada Tabel 4.15.

4.5.5 Uji Marginal Homogeneity

Berikut adalah hasil Uji *Marginal Homogeneity* untuk menilai kesesuaian antara indikator akibat pencahayaan sejuk pada *Voice of Customer* (VOC) dengan hasil setelah diterapkannya kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan.

	MataMerahSe telah & MataMerahSe belum	MataBuramS telah & MataBuramS ebelum	SakitKepalaS telah & SakitKepalaS ebelum
Distinct Values	2	2	2
Off-Diagonal Cases	5	3	3
Observed MH Statistic	3.000	3.000	3.000
Mean MH Statistic	.000	.000	.000
Std. Deviation of MH Statistic	2.236	1.732	1.732
Std. MH Statistic	1.342	1.732	1.732
Asymp. Sig. (2-tailed)	.180	.083	.083

Gambar 4. 10 Uji *Marginal Homogeneity*

Berdasarkan Gambar 4.10, diketahui bahwa nilai uji marginal homogeneity untuk masing-masing indikator akibat pencahayaan sejuk adalah $> 0,05$, yaitu 0,180 untuk indikator mata merah, 0,083 untuk mata buram, dan 0,083 untuk sakit kepala. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 diterima, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara tingkat indikator akibat pencahayaan sejuk pada *Voice of Customer* (VOC) dengan hasil kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa desain pencahayaan sejuk dengan tiga indikator tersebut telah sesuai dengan *Voice of Customer*.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kebutuhan Pengguna

Analisis kebutuhan pengguna dilakukan melalui wawancara dan kuesioner dari beberapa responden yang meliputi dokter bedah dan tenaga medis, diketahui bahwa pengguna membutuhkan pencahayaan sejuk yang tidak mudah mengakibatkan mata merah atau mata lelah, mata buram, dan sakit kepala (pusing) sehingga dapat menciptakan lingkungan yang mendukung aktivitas proses operasi dengan lancar. Dari hasil kebutuhan pengguna menunjukkan bahwa adanya masalah pencahayaan yang ada saat ini tidak memadai sehingga cahaya terkadang terlalu terang dan terlalu redup, dan memiliki temperatur warna dan intensitas cahaya yang tidak sesuai PERMENKES No.2 Tahun 2023. Oleh karena itu, mengakibatkan berbagai masalah seperti mata merah atau mata lelah, mata buram, dan sakit kepala. Bahkan jika permasalahan tersebut secara terus menerus dirasakan oleh pengguna, maka mengakibatkan ketegangan mata (*eyestrain*), dan nyeri punggung karena dokter bedah atau tenaga medis berusaha untuk mengubah postur tubuh seperti posisi kepala dan leher untuk tetap menjaga pandangan yang stabil sehingga mata tetap fokus melihat objek, dan bahkan akan lebih parah menyebabkan mata buta sehingga mengganggu proses operasi berlangsung (Nakagawara, 1990). Dalam hal ini pengguna yang meliputi dokter bedah atau tenaga medis membutuhkan pencahayaan yang tidak hanya cukup terang untuk melihat dengan jelas suatu objek tetapi juga memiliki kualitas cahaya yang baik, yang mengurangi indikator akibat pencahayaan tersebut. Selain itu, konsep pencahayaan sejuk harus memiliki keseimbangan temperatur warna yang sesuai agar tidak mengganggu ritme sirkadian mereka, terutama pada paparan jangka panjang. Pencahayaan sejuk didesain untuk menjaga kesehatan visual dan fisik mereka, meningkatkan produktivitas, dan memastikan kenyamanan secara keseluruhan. Pencahayaan yang sejuk, tidak hanya menenangkan mata tetapi juga tidak menyebabkan ketidaknyamanan fisik. Pencahayaan sejuk yang dimaksud adalah pencahayaan dengan intensitas dan warna yang optimal, sehingga dokter bedah dan tenaga medis dapat melihat objek secara jelas dan nyata.

Berdasarkan hasil kebutuhan pengguna, penelitian ini menggabungkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pencahayaan sejuk, termasuk intensitas cahaya serta warna dinding dan lantai. Pemilihan warna yang tepat dianggap penting karena dapat mengurangi pantulan

cahaya yang berlebihan dan menurunkan tingkat silau, sehingga menciptakan kondisi pencahayaan sejuk yang lebih optimal, meningkatkan kenyamanan, dan warna dinding yang tepat dapat menghindari mata lelah atau mata merah, mata buram, dan sakit kepala (Putri & Sudarti, 2022). Selain itu, warna dinding dan warna lantai yang tepat dapat meningkatkan kinerja pekerja (Dalke et al., 2006). Literatur lain mendukung pentingnya pemilihan warna ini, dengan menunjukkan bahwa elemen visual dalam ruangan, seperti warna, mempengaruhi distribusi cahaya dan kenyamanan visual secara keseluruhan (Boyce, 2014) dan (Nabil & Mardaljevic, 2005).

5.2 Analisis Uji SNR Dalam Menentukan Kombinasi Pencahayaan Sejuk

Uji statistik dilakukan dengan menggunakan metode Taguchi yaitu untuk menghitung nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan mengetahui kombinasi eksperimen yang meningkatkan persepsi pencahayaan sejuk. Terdapat beberapa faktor dan level yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.6, sedangkan kombinasi yang dibuat ditunjukkan pada Tabel 4.7. Berdasarkan kombinasi yang ada, jumlah total eksperimen sebanyak 27, sehingga matriks *Full Factorial* yang sesuai adalah L27 (3^3). Matriks *Full Factorial* dapat dilihat pada Tabel 4.8. Penelitian ini melakukan seluruh eksperimen tanpa asumsi berdasarkan kombinasi faktor dan level yang ditentukan. Melakukan seluruh eksperimen memungkinkan hasil yang lebih akurat, khususnya untuk pencahayaan sejuk (Ross, 1996). Namun, penggunaan metode Taguchi dengan desain matriks *Full Factorial* hanya dapat dilakukan jika tersedia waktu yang cukup untuk melaksanakan eksperimen tersebut.

Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) menggunakan karakteristik “*Smaller The Better*” menunjukkan pencahayaan sejuk pada kombinasi eksperimen ke-18 yang meliputi intensitas cahaya 500 lux, warna dinding yaitu hijau dengan kode (#007D3F) dan (R:0, G:125, B:65), serta warna lantai yaitu biru muda dengan kode (#ADD8E6) dan (R:173, G:216, B:230). Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) adalah sebesar -0,33. Penentuan nilai SNR untuk kombinasi pencahayaan sejuk didasarkan pada karakteristik nilai SNR “lebih kecil lebih baik”. Dikarenakan hasil perhitungan SNR yang diperoleh bernilai negatif, maka nilai SNR yang mendekati nol atau kurang negatif dianggap lebih baik, dalam hal ini baik berarti pencahayaan sejuk (Stapenhurst & Bendell, 1990).

5.3 Analisis Uji Statistik Signifikansi

5.3.1 Analisis Uji Friedman

Uji Friedman, bertujuan untuk menentukan apakah terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel-variabel independen. Uji ini juga mendukung hasil kombinasi berdasarkan penilaian SNR pada metode Taguchi, serta mengidentifikasi eksperimen mana yang paling berkontribusi terhadap pencahayaan sejuk. Berdasarkan Gambar 4.2, hasil peringkat intensitas cahaya menunjukkan bahwa intensitas cahaya 500 lux memiliki peringkat paling kecil, yang berarti intensitas cahaya ini paling meningkatkan pencahayaan sejuk karena nilai skala ordinal yang paling kecil menunjukkan pencahayaan yang paling sejuk. Persentase kontribusi pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa intensitas cahaya 500 lux memiliki kontribusi terbesar terhadap variasi penilaian pencahayaan sejuk dibandingkan dengan intensitas cahaya 300 lux dan 400 lux, dengan nilai kontribusi sebesar 55,48%.

Gambar 4.3 menunjukkan hasil uji Friedman dengan nilai signifikansi $< 0,05$, yaitu $0,00 < 0,05$, artinya terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen intensitas cahaya. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa warna dinding hijau paling meningkatkan pencahayaan sejuk, diikuti oleh persentase kontribusi pada Tabel 4.13 sebesar 66,12%, yang menunjukkan bahwa warna dinding hijau memiliki kontribusi terbesar di antara warna dinding biru dan putih. Selain itu, Gambar 4.5 menunjukkan hasil uji Friedman dengan nilai signifikansi $< 0,05$, yaitu $0,00 < 0,042$, artinya terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna dinding.

Kemudian, Gambar 4.6 menunjukkan bahwa warna lantai biru muda paling meningkatkan pencahayaan sejuk, dengan nilai kontribusi pada Tabel 4.14 sebesar 55,48%. Artinya, warna lantai biru muda memiliki kontribusi terbesar di antara warna lantai abu-abu dan hijau muda. Gambar 4.7 menunjukkan hasil uji Friedman dengan nilai signifikansi $< 0,05$, yaitu $0,00 < 0,038$, yang berarti terdapat pengaruh signifikan dalam penilaian persepsi pencahayaan sejuk di antara variabel independen warna lantai. Selain itu, untuk hasil uji Friedman keseluruhan variabel independen menunjukkan bahwa nilai sig $< 0,05$ yaitu $0,00 < 0,05$ berarti terdapat pengaruh signifikan dalam tingkat penilaian pencahayaan sejuk berdasarkan kombinasi tingkat intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai.

Berdasarkan hasil perhitungan uji Friedman dan nilai SNR pada Metode Taguchi adanya kesesuaian hasil yang menunjukkan bahwa kombinasi yang paling meningkatkan dalam persepsi penilaian pencahayaan sejuk adalah intensitas cahaya 500 lux, warna dinding hijau, dan warna lantai biru muda. Kombinasi ini terdapat pada eksperimen ke-18 dengan nilai kontribusi sebesar 22,85%.

5.3.2 Analisis Uji Kesesuaian

Uji kesesuaian dilakukan dengan menggunakan metode uji *marginal homogeneity* yang disajikan pada Gambar 4.10, yang menunjukkan nilai signifikansi untuk mata merah atau mata lelah sebesar 0,180, untuk mata buram sebesar 0,083, dan untuk sakit kepala sebesar 0,083. Oleh karena itu, karena nilai signifikansi seluruh kebutuhan lebih dari 0,05, H_0 diterima, yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antara tingkat indikator akibat pencahayaan sejuk pada *Voice of Customer* (VOC) dengan hasil kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan.

Pada kebutuhan agar tidak mudah menyebabkan mata merah atau mata lelah, telah dinilai bahwa desain kombinasi pencahayaan sejuk tidak menyebabkan mata merah atau mata lelah, sehingga dapat disimpulkan bahwa desain pencahayaan sejuk tersebut sesuai dengan keinginan atau kebutuhan pengguna. Hal ini dikarenakan konsep desain pencahayaan sejuk dirancang dengan mempertimbangkan intensitas cahaya (lux), penempatan lampu di tengah, serta penggunaan lampu LED dengan distribusi cahaya yang merata.

Kebutuhan agar tidak menyebabkan mata buram, kombinasi pencahayaan sejuk dinilai tidak menyebabkan mata buram karena konsep pencahayaan sejuk yang dirancang mempertimbangkan intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai yang meningkatkan efek pencahayaan sejuk, sehingga dokter bedah atau tenaga medis merasa segar dan dapat melihat objek dengan jelas.

Kemudian, untuk kebutuhan agar tidak menyebabkan sakit kepala, dinilai bahwa pencahayaan sejuk tidak menyebabkan sakit kepala karena penggunaan lampu LED dengan temperatur warna putih kebiruan sebesar 6000–6500 Kelvin, sehingga kualitas warna cahaya yang dihasilkan dapat mempermudah dokter bedah atau tenaga medis dalam melihat objek yang dioperasi. Selain itu, penempatan lampu tidak berada langsung di depan mata atau di belakang objek.

5.4 Spesifikasi Desain Usulan

Perancangan pencahayaan sejuk tidak hanya memperhatikan intensitas cahaya tetapi juga mempertimbangkan temperatur warna cahaya, jenis lampu, warna dinding dan warna lantai karena mempengaruhi kebutuhan pencahayaan yang meliputi intensitas cahaya dan distribusi cahaya (Loe, 2013). Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, temperatur cahaya yang digunakan adalah rentang 6000-6500 kelvin hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan pencahayaan yang putih kebiruan, sesuai dengan SNI 03-6575-2001 mengenai tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada gedung. Standar tersebut menyatakan bahwa temperatur cahaya > 5300 kelvin dapat digunakan untuk pencahayaan sejuk. Adanya penggunaan lampu LED mendukung untuk menghasilkan distribusi yang menyebar luas secara merata, lebih efisien dibandingkan lampu lainnya. Efisiensi tersebut menghasilkan panas yang lebih sedikit sehingga mengurangi risiko ketidaknyamanan dokter bedah atau tenaga medis selama proses operasi berlangsung (Vandri Ahmad Isnaini, 2020). Selain itu, lampu LED memberikan pencahayaan alami yang dapat membantu akurasi selama proses operasi. Pencahayaan alami memungkinkan dokter bedah maupun tenaga medis dapat melihat objek dengan lebih jelas. Lampu LED juga tidak memancarkan sinar ultraviolet yang berbahaya bagi jaringan kulit. Hal ini menjadikan penggunaan lampu LED lebih aman digunakan dalam proses operasi, karena tidak menyebabkan kerusakan kulit dan efek samping lainnya. Penjelasan tersebut diperkuat berdasarkan SNI 6197:2020 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan. Oleh karena itu, berikut merupakan Gambar 5.3 desain ruang operasi berdasarkan hasil yang diusulkan berdasarkan eksperimen ini.



Gambar 5. 1 Desain Ruang Operasi

Pada Gambar 5.3 diatas ditunjukkan bahwa penggunaan lampu hanya satu untuk ukuran ruangan 3,5 x 3,5 meter. Jumlah lampu yang digunakan bergantung pada ukuran ruangan tempat eksperimen dilakukan. Namun, dalam standar PERMENKES No. 2 Tahun 2023, ukuran ruang operasi yang sesuai PERMENKES adalah 6 x 6 meter untuk ruang operasi minor, 7 x 4 meter untuk ruang operasi umum, dan 7,2 x 7 meter untuk ruang operasi khusus. Ini berarti, untuk mencapai pencahayaan sejuk, maka ruang operasi yang sesuai dengan PERMENKES membutuhkan lebih dari satu lampu. Karena semakin besar ukuran ruangan, maka semakin banyak lampu yang dibutuhkan untuk mencapai intensitas cahaya yang maksimal, sebagaimana ditegaskan oleh SNI 03-6575-2001 dan (Loe, 2013). Selain itu, eksperimen dilakukan dengan posisi lampu berada di tengah-tengah dan dapat dilihat Gambar 5.3 posisi penempatan lampu usulan juga berada di tengah-tengah atas atap ruangan. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Loe, (2023) yang menjelaskan bahwa sumber cahaya yang memancarkan cahaya secara merata ke segala arah dan ditempatkan di tengah ruangan akan memberikan intensitas cahaya yang merata.

Kemudian, diusulkan pemilihan warna dinding ruangan hijau dengan kode (#007D3F) dan (R:0, G:125, B:65), serta warna lantai yaitu biru muda dengan kode (#ADD8E6) dan (R:173, G:216, B:230) memberikan pencahayaan sejuk yang sangat maksimal. Hal ini didukung dengan penilaian indikator akibat pencahayaan yang ada pada Tabel 4.10 dimana nilai indikator mata merah atau mata lelah, mata buram dan sakit kepala pada kombinasi tersebut memiliki nilai satu yang berarti tidak ada merasakan indikasi mata merah, mata lelah, dan mata buram serta sakit kepala. Oleh karena itu, penilaian tersebut menunjukkan pencahayaan yang sangat sejuk dan dapat kombinasi pemilihan warna dinding ataupun lantai sangat mendukung. Warna hijau dan biru yang digunakan pada pakaian bedah, dinding atau untuk warna sebuah tempat cenderung menghasilkan efek menenangkan, mengurangi frekuensi kedipan mata, dan meningkatkan kontras dengan warna merah darah (Tofle et al., 2004). Selain itu, untuk warna hijau dapat memberikan makna kesuburan, kesegaran, kedamaian dan keseimbangan (Balasubramaniam, 2013). Oleh karena itu, berdasarkan hasil akhir kombinasi antara warna dinding hijau dan warna lantai biru muda dapat memberikan kesan menenangkan dan menyegarkan bagi pencahayaan sehingga dokter bedah atau tenaga medis dapat melihat dengan jelas objek ketika sedang proses operasi (Sacks, 2009). Dalam hal ini Spesifikasi desain usulan pencahayaan sejuk yang diusulkan telah sesuai dengan kebutuhan pengguna yang meliputi tidak mudah mengakibatkan mata merah atau lelah, mata buram, dan sakit kepala.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, yaitu:

1. Kebutuhan pengguna untuk desain pencahayaan sejuk yaitu tidak mudah menyebabkan mata lelah, mata buram, dan sakit kepala.
2. Pada eksperimen ke-18 dengan kombinasi intensitas cahaya sebesar 500 lux, warna dinding hijau dengan nilai RGB (0, 125, 63), dan warna lantai biru muda dengan nilai RGB (173, 216, 230), diperoleh nilai SNR sebesar -0,33. Rata-rata penilaian pencahayaan sejuk berdasarkan indikator akibat adalah 1
3. Hasil signifikan Uji Friedman menunjukkan $0,00 < 0,05$, yang berarti terdapat pengaruh signifikan dalam tingkat penilaian pencahayaan sejuk berdasarkan kombinasi intensitas cahaya, warna dinding, dan warna lantai. Nilai kontribusi berdasarkan eksperimen ke-18 menunjukkan persepsi pencahayaan sejuk sebesar 22,85%.
4. Hasil signifikansi uji *marginal homogeneity* lebih dari 0,05 untuk mata merah atau mata lelah adalah 0,180, untuk mata buram adalah 0,083, dan untuk sakit kepala (pusing) adalah 0,083. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara indikator akibat pencahayaan sejuk dan kombinasi pencahayaan sejuk yang dikembangkan, sehingga desain pencahayaan sejuk telah sesuai dengan kebutuhan pengguna.
5. Spesifikasi desain yang diusulkan berdasarkan konsep pencahayaan sejuk sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam menciptakan kesan cahaya yang sejuk meliputi beberapa faktor penting. Pertama, intensitas cahaya sebesar 500 lux. Kedua, penggunaan warna dinding hijau dengan nilai RGB (0, 125, 230) dan warna lantai biru muda dengan nilai RGB (173, 216, 230). Temperatur cahaya berada dalam rentang 6000 – 6500 kelvin untuk menghasilkan cahaya putih kebiruan yang memungkinkan dokter bedah dan tenaga medis melihat objek dengan jelas. Lampu yang digunakan adalah lampu LED, diposisikan di tengah-tengah atas atap ruangan untuk memberikan distribusi cahaya yang merata, efisien, dan menghasilkan panas yang minimal. Pencahayaan ini juga bertujuan untuk menyediakan cahaya alami, menghindari rasa panas akibat cahaya, serta mencegah terjadinya mata merah

atau lelah, mata buram, dan sakit kepala akibat pencahayaan yang tidak sesuai. Jumlah lampu disesuaikan dengan ukuran dan fungsi ruang operasi.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran penelitian ini adalah melakukan eksperimen secara langsung di ruang operasi untuk mengetahui data yang lebih nyata, melakukan evaluasi terkait hasil perancangan berdasarkan faktor-faktor yang digunakan, dan mengeksplor faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi pencahayaan sejuk untuk kenyamanan kerja tenaga medis atau dokter bedah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia. (2022). *Pengaruh Cahaya Terhadap Konsentrasi dan Produktivitas Kerja*.
- Andiyan, A., Raka, I. M., Rosyidah, M., Salayanti, S., Cakranegara, P. A., & Nuraini, R. (2022). Modular operating theater based integration system in hospital operating rooms. *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, 29(2), e104–e114. <https://doi.org/10.47750/jptcp.2022.936>
- Aprilyanti, S., & Suryani, F. (2020). Penerapan Desain Eksperimen Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Produksi Batu Bata Dari Sekam Padi. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 102–108.
- Apriyani, A., Wijayanti, P. E. H., & Habibi, M. (2020). Pencahayaan, Suhu dan Indeks Angka Kuman Udara di Ruang Rawat Rumah Sakit Tk. IV Samarinda. *Jurnal Penelitian Kesehatan “SUARA FORIKES” (Journal of Health Research “Forikes Voice”)*, 11(2), 157. <https://doi.org/10.33846/sf11211>
- Astuti, R. D., & Suhardi, B. (2007). Analisis Postur Kerja Manual Material Handling Menggunakan Metode Owas (Ovako Work Postur Analysis System). *GEMA TEKNIK Majalah Ilmiah Teknik*, 10(1), 67–75.
- Boyce, P. R. (2014). Human factors in lighting, third edition. In *Human Factors in Lighting, Third Edition*. <https://doi.org/10.1201/b16707>
- CAPO-CHICHI, N. F., Hussein, M., Starr, N., Gebeyehu, N., Forrester, J. A., Whesseh, P. T., Moore, T. S., Camara, A., & Weiser, T. G. (2021). Surgical Lighting in Liberian Ors: Using Human-centered Design to Close a Critical Patient Safety Gap. *Journal of the American College of Surgeons*, 233(5), e80–e81. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2021.08.215>
- Curlin, J., & Herman, C. K. (2020). Current State of Surgical Lighting. *The Surgery Journal*, 06(02), e87–e97. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1710529>
- Dalke, H., Little, J., Niemann, E., Camgoz, N., Steadman, G., Hill, S., & Stott, L. (2006). Colour and lighting in hospital design. *Optics and Laser Technology*, 38(4–6), 343–365. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2005.06.040>
- Davis, R. G., McCunn, L. J., Wilkerson, A., & Safranek, S. (2020). Nurses’ Satisfaction With Patient Room Lighting Conditions: A Study of Nurses in Four Hospitals With Differences in the Environment of Care. *Health Environments Research and Design Journal*, 13(3), 110–124. <https://doi.org/10.1177/1937586719890940>
- Friedman, M. (1937). The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis of Variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32(200), 675–701. <https://doi.org/10.1080/01621459.1937.10503522>
- Halimah, P., & Ekawati, Y. (2020). Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/10.30813/jiems.v13i1.1694>
- Hardani et al. (2022). Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif. In *LP2M UST Jogja* (Issue March).
- Hemphälä, H., Osterhaus, W., Larsson, P. A., Borell, J., & Nylén, P. (2020). Towards better lighting recommendations for open surgery. *Lighting Research and Technology*, 52(7), 856–882. <https://doi.org/10.1177/1477153520903355>
- Laksmi Kusuma Wardani. (2003). Evaluasi Ergonomi Dalam Perancangan Desain. *Dimensi Interior*, 1(1), 61–73. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/int/article/view/16034>
- Lin, A., Fang, M., & Zhou, C. (2024). Analysis of ward lighting environment and design of

- comfortable ward lighting. *Measurement: Sensors*, 31(October 2023), 101020. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.101020>
- Maleetipwan-Mattsson, P., Laike, T., & Johansson, M. (2016). Factors affecting optimal lighting use in shared hospital environments: A case-study. *Building and Environment*, 96, 260–269. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.026>
- Matern, U., & Koneczny, S. (2007). Safety, hazards and ergonomics in the operating room. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*, 21(11), 1965–1969. <https://doi.org/10.1007/s00464-007-9396-4>
- McCunn, L. J., Safranek, S., Wilkerson, A., & Davis, R. G. (2021). Lighting Control in Patient Rooms: Understanding Nurses' Perceptions of Hospital Lighting Using Qualitative Methods. *Health Environments Research and Design Journal*, 14(2), 204–218. <https://doi.org/10.1177/1937586720946669>
- Nabil, A., & Mardaljevic, J. (2005). Useful daylight illuminance: A new paradigm for assessing daylight in buildings. *Lighting Research and Technology*, 37(1), 41–59. <https://doi.org/10.1191/1365782805li128oa>
- Naz, K., & Epps, H. (2004). Relationship between color and emotion: a study of college students. *College Student J*, 38(3), 396–405. <https://nzdis.org/projects/attachments/299/colorassociation-students.pdf>
- Nurchahyo, R. E. (2023). Analisis Kualitas Pencahayaan Ruang Dokter Gigi Sesuai Peraturan Indonesia Di Klinik Kusuma Dental Care 2 Yogyakarta. *Jurnal Lentera Kesehatan Masyarakat*, 2(1).
- Purbasari, A. (2019). Analisis Postur Kerja Secara Ergonomi Pada Operator Pencetakan Pilar Yang Menimbulkan Risiko Musculoskeletal. *Sigma Teknika*, 2(2), 143. <https://doi.org/10.33373/sigma.v2i2.2064>
- Putra, A. P., Listrik, D. T., Vokasi, F., & Surabaya, U. N. (n.d.). *Desain Sistem Penerangan Dan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Rumah Sakit Gatoel Kota Mojokerto Mahendra Widyartono , Aditya Chandra Hermawan , Widi Aribowo. Widiarto 2018*, 19–26.
- Putri, S. I., & Sudarti, S. (2022). Analisis Intensitas Cahaya di Dalam Ruang dengan Menggunakan Aplikasi Smart Luxmeter Berbasis Android. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 12(2), 51. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v12i2.51474>
- Said, A. A. (2006). Dimensi Warna. In *Dasar Desain Dwimatra*.
- Sari, Y., Satwikasari, A. F., & Adharani, Y. (2023). Preferensi Warna Dinding Ruang Dalam Pada Hunian Untuk Mengurangi Gejala Gangguan Mental Bagi Para Wanita Pascabersalin. *NALARs*, 22(2), 161. <https://doi.org/10.24853/nalars.22.2.161-168>
- Sharma, N., Heer, A., & Su, L. (2023). A timeline of surgical lighting – Is automated lighting the future? *Surgeon*, 21(6), 369–374. <https://doi.org/10.1016/j.surge.2023.05.004>
- Stapenhurst, T., & Bendell, A. (1990). Taguchi Methods. In *The Journal of the Operational Research Society* (Vol. 41, Issue 9). <https://doi.org/10.2307/2583510>
- Suci, C. J. (2007). Pengaruh Intensitas Cahaya , Warna Display , dan Jenis Huruf Terhadap Performansi Kerja Operator Komputer (Studi Kasus pada Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi). *Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia*, 1–117.
- Sugiyono. (2003). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif Kualitatif*.
- Suwandi, A. (2016). Peningkatan Kualitas untuk Meminimasi Cacat Produk Cat Polyurethane dengan Metode Taguchi. *Jurnal Inovasi*, 12(2), 55–71.
- Syofian, A. (2019). Studi Evaluasi Intensitas Pencahayaan Kamar Operasi RSUP Dr. M. Djamil Padang Sesuai Standar Nasional Akreditasi Rumah Sakit (SNARS). *Jurnal Teknik Elektro*

- ITP*, 8(1), 64–69. <https://doi.org/10.21063/jte.2019.3133812>
- Tarwaka, & Bakri, S. H. A. (2016). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>
- Tofle, R., Schwartz, B., Yoon, S., & Max-Royale, A. (2004). Color In Healthcare Environments - A Research Report. In *The Coalition for Health Environments Research* (Vol. 1, Issue 1).
- Vandri Ahmad Isnaini. (2020). Karakteristik dan Efisiensi Lampu Light Emiting Dioda (LED) Sebagai Lampu Hemat Energi. *Prosiding Seminar Nasional MIPA Dan Pendidikan MIPA, September*, 135.
- Wibowo, S. F., Indrawan, H., & Ridwan, F. (2019). Konsep “ *Techno-Nature* ” pada *Perancangan Interior Rumah Sakit Umum Daerah Tanjung Priok*. 1(2), 38–47.
- Xhexhi, K., & Aliaj, B. (2024). Lighting in Hospitals - Case Study: Military Hospital of Tirana, Albania. *Engineering Innovations*, 8, 17–30. <https://doi.org/10.4028/p-cQzrG3>
- Zein, A. O., Tamara, & Khaerunnisa. (2013). Hubungan Warna Dengan Tingkat Stres Pengunjung Healing Resort. *Jurnal Rekajiva*, 01(01), 1–10.
- Zuhro, S. K. (2021). Lingkungan Fisik Dan Kualitas Mikrobiologi Udara Di Ruang Operasi Rumah Sakit X Di Kabupaten Situbondo. In *Universitas Jember* (Issue September 2019).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bukti Observasi di PT Putra Medikaltek Indonesia



Lampiran 2. Bukti Apersepsi Kepada Pihak RS UII



Lampiran 3. Bukti Observasi dan Wawancara Kepada Pihak RS UII



Lampiran 4. Kondisi Tempat Penelitian



Lampiran 5. Draft Pertanyaan Wawancara dan Kuesioner

 JURUSAN TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	Draft Wawancara Tugas Akhir 2024/2025 “Desain Sistem Pencahayaan Ruang Operasi Untuk Meningkatkan Kenyamanan Dengan Pendekatan Ergonomi Mikro”
	PERTANYAAN WAWANCARA PADA RESPONDEN RUMAH SAKIT UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**PERTANYAAN WAWANCARA PADA RESPONDEN
RUMAH SAKIT UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

A. Identitas Responden

1. Nama :
2. Umur :
3. Jenis Kelamin : P / L
4. Status Pekerjaan :

B. Pengalaman dan Pengetahuan

1. Berapa lama Anda bekerja di bagian ruang operasi?

<input type="checkbox"/>	<1 Tahun
<input type="checkbox"/>	2 – 4 Tahun
<input type="checkbox"/>	>5 Tahun

Note: Berilah tanda ceklis (✓) pada tabel yang sesuai pilihan Anda

2. Apakah pernah mendapatkan pelatihan khusus mengenai pencahayaan ruang operasi?

<input type="checkbox"/>	Ya
<input type="checkbox"/>	Tidak

Note: Berilah tanda ceklis (✓) pada tabel yang sesuai pilihan Anda

3. Menurut Anda apakah pencahayaan pada ruang operasi saat ini mempengaruhi kinerja Anda?

Skala

1 (Sangat Tidak Berpengaruh)	2 (Tidak Berpengaruh)	3 (Cukup Berpengaruh)	4 (Berpengaruh)	5 (Sangat Berpengaruh)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Note: Berilah tanda ceklis (✓) pada tabel yang sesuai pilihan skala penilaian Anda

4. Bagaimana Anda menilai pencahayaan di ruang operasi yang sudah ada saat ini?

Skala

1 (Sangat Tidak Baik)	2 (Tidak Baik)	3 (Cukup Baik)	4 (Baik)	5 (Sangat Baik)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Note: Berilah tanda ceklis (✓) pada tabel yang sesuai pilihan skala penilaian Anda

5. Menurut Anda apakah pencahayaan ruang operasi saat ini membuat mata Anda sejuk saat bekerja?

Skala

1 (Sangat Tidak Sejuk)	2 (Tidak Sejuk)	3 (Cukup Sejuk)	4 (Sejuk)	5 (Sangat Sejuk)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Note: Berilah tanda ceklis (✓) pada tabel yang sesuai pilihan skala penilaian Anda

6. Apakah pencahayaan saat ini mengurangi kelelahan mata selama proses operasi?

Skala

1 (Sangat Mengurangi)	2 (Tidak Mengurangi)	3 (Cukup Mengurangi)	4 (Mengurangi)	5 (Sangat Mengurangi)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Note: Berilah tanda ceklis (✓) pada tabel yang sesuai pilihan skala penilaian Anda

7. Sebutkan permasalahan apa saja yang terjadi terkait pencahayaan pada ruang operasi yang Anda rasakan?

Jawab:

.....

IBM SPSS Statistics Viewer

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

Output

- Log
- NPar Tests
- Title
- Notes
- Descriptive Statistics
- Friedman Test
 - Title
 - Ranks
 - Test Statistics

500 - Hijau - Abu-Abu	12.80
300 - Hijau - Hijau Muda	19.90
400 - Hijau - Hijau Muda	14.75
500 - Hijau - Hijau Muda	17.10
300 - Hijau - Biru Muda	9.25
400 - Hijau - Biru Muda	4.25
500 - Hijau - Biru Muda	1.80
300 - Putih - Abu-Abu	18.20
400 - Putih - Abu-Abu	14.45
500 - Putih - Abu-Abu	17.55
300 - Putih - Hijau Muda	14.85
400 - Putih - Hijau Muda	13.75
500 - Putih - Hijau Muda	11.25
300 - Putih - Biru Muda	19.25
400 - Putih - Biru Muda	11.15
500 - Putih - Biru Muda	10.75

Test Statistics^a

N	10
Chi-Square	118.703
df	26
Asymp. Sig.	.000

a. Friedman Test

IBM SPSS Statistics Processor is ready | Unicode ON | H: 138, W: 160 pt | 1:58 | 05/08/2024

Total Eksperimen Fix... woyuyyy - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Nitro Pro 10 Tell me what you want to do

Calibri 11 A A⁺

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing Add-ins

	X	Y	Z
Eksperimen Ke-	Kombinasi	% Kontribusi	
1	300 - Biru - Abu-Abu	4.32%	
2	400 - Biru - Abu-Abu	0.81%	
3	500 - Biru - Abu-Abu	3.04%	
4	300 - Biru - Hijau Muda	0.71%	
5	400 - Biru - Hijau Muda	3.25%	
6	500 - Biru - Hijau Muda	4.15%	
7	300 - Biru - Biru Muda	14.47%	
8	400 - Biru - Biru Muda	3.92%	
9	500 - Biru - Biru Muda	4.60%	
10	300 - Hijau - Abu-Abu	0.24%	
11	400 - Hijau - Abu-Abu	0.14%	
12	500 - Hijau - Abu-Abu	0.22%	
13	300 - Hijau - Hijau Muda	5.35%	
14	400 - Hijau - Hijau Muda	0.09%	
15	500 - Hijau - Hijau Muda	1.48%	
16	300 - Hijau - Biru Muda	3.46%	
17	400 - Hijau - Biru Muda	14.59%	
18	500 - Hijau - Biru Muda	22.85%	
19	300 - Putih - Abu-Abu	2.71%	
20	400 - Putih - Abu-Abu	0.03%	
21	500 - Putih - Abu-Abu	1.94%	
22	300 - Putih - Hijau Muda	0.11%	
23	400 - Putih - Hijau Muda	0.01%	
24	500 - Putih - Hijau Muda	1.16%	

Ready Accessibility: Investigate | 28°C | 13:17 | 07/08/2024