

SKRIPSI

EVALUASI SISTEM PENCAHAYAAN DI GEDUNG SERBAGUNA

SECANG

diajukan sebagai syarat menempuh mata kuliah skripsi sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Tidar



Disusun oleh :

Faraida Izza Nailul Amani

1610501046

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TIDAR

MAGELANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar dengan judul:

**EVALUASI SISTEM PENCAHAYAAN DI GEDUNG SERBAGUNA
SECANG**

Oleh:

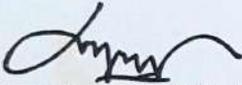
Faraida Izza Nailul Amani

1610501046

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

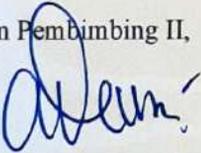


Agung Trihasto, S.T., M.Eng

NIP. 197211132021211003

Tanggal:2023

Dosen Pembimbing II,



Ir. Deria Pravitasari, S.T., M.Eng., IPM

NIP. 198108092021212006

Tanggal:.....2023

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Tidar



Dr. Ir. Cito Sugiyanto, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng.

NIP. 198002152002121003

LEMBAR PENGUJI

Skripsi yang berjudul:

**EVALUASI SISTEM PENCAHAYAAN DI GEDUNG SERBAGUNA
SECANG**

Oleh:

Faraida Izza Nailul Amani

1610501046

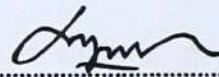
Telah berhasil dipertahankan di depan Dewan Penguji dalam ujian pendarasan skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar.

Magelang,2023

Di hadapan penguji:

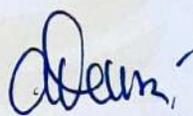
Agung Trihasto, S.T., M.Eng.

NIP. 197211132021211003

: 

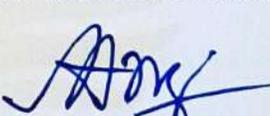
Ir. Deria Pravitasari, S.T., M.Eng., IPM

NIP. 198108092021212006

: 

Dr. Ir. Sapto Nisworo, M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIP. 195909281991031001

: 

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Tidar



Dr. Ir. Gito Sugiyanto, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng.

NIP. 198002152002121003

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faraida Izza Nailul Amani

NPM : 1610501046

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Alamat : Desa Mirikerep RT 06/ RW 03, Dusun Madusari, Kec.
Secang, Kab. Magelang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

EVALUASI SISTEM PENCAHAYAAN DI GEDUNG SERBAGUNA SECANG

Benar-benar merupakan hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan atau plagiat. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang sudah dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Magelang, Juli 2023



Faraida Izza Nailul Amani

NPM.1610501046

MOTTO

Jangan takut untuk gagal, takutlah karena tidak mencoba. Jangan menyerah karena satu bab buruk yang terjadi dalam hidup karena kisahmu tidak akan berakhir disini.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Kepada keluarga saya, Ibu Satudamul Khimayah, Bapak Istochri, skripsi ini saya persembahkan. Saya ucapkan terimakasih banyak kepada keluarga besar yang tanpa mengenal lelah memberikan doa, dukungan, serta kasih sayangnya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada bapak/ ibu pembimbing serta teman-teman yang telah membimbing, membantu, mendukung, serta menemani saya dalam pembuatan tugas akhir ini.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “EVALUASI SISTEM PENCAHAYAAN DI GEDUNG SERBAGUNA SECANG” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Tidar.

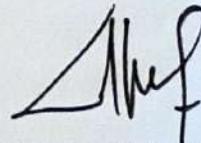
Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi almamater tercinta khususnya rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Tidar serta bangsa dan Negara. Penulis menyadari masih banyak hal yang perlu diperbaiki dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis tidak lepas dari bimbingan serta bantuan beberapa pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis sampaikan ucapan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr Sugiyarto, M.Si., selaku Rektor Universitas Tidar;
2. Dr. Ir. Gito Sugiyanto, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tidar;
3. Ibu Ir. Deria Pravitasari, S.T., M.Eng., IPM., selaku Ketua Jurusan sekaligus pembimbing II yang dengan penuh sabar membimbing dan memberikan saran selama penulisan tugas akhir ini;
4. Bapak Agung Trihasto, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang rela meluangkan waktunya untuk membimbing, serta memberikan saran selama penulisan tugas akhir ini;

5. Bapak Dr. Ir. Spto Nisworo, M.T., IPU., ASEAN Eng., selaku dosen penguji;
6. Bapak Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat sejak semester awal hingga tugas akhir ini;
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro 2016 Universitas Tidar atas dukungan dan kebersamaannya;
8. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Tidar atas semua bantuan dan kerjasamanya membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Magelang, Juli 2023



Faraida Izza Nailul Amani

NPM.1610501046

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| LEMBAR PENGUJI..... | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | iv |
| MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| PRAKATA..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| INTISARI..... | xv |
| ABSTRACT..... | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 6 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 7 |
| 1.5. Sistematika Penulisan | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 9 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 9 |
| 2.2 Landasan Teori..... | 13 |
| 2.2.1 Sistem Pencahayaan..... | 13 |

| | | |
|--|-------------------------------------|-----------|
| 2.2.2 | Pencahayaan Untuk Bangunan..... | 15 |
| 2.2.3 | Jenis Lampu Penerangan..... | 20 |
| 2.2.4 | Silau | 23 |
| 2.2.5 | Tingkat Pencahayaan Rata-Rata | 24 |
| 2.2.6 | Koefisien Depresiasi (Kd)..... | 25 |
| 2.2.7 | Koefisien Penggunaan (Kp) | 27 |
| 2.2.8 | Fluks Cahaya..... | 29 |
| 2.2.9 | Kualitas Warna Cahaya..... | 30 |
| 2.2.10 | Luminasi..... | 31 |
| 2.2.11 | Kebutuhan Daya..... | 33 |
| 2.2.12 | Penentuan Titik Pengukuran | 34 |
| 2.2.13 | Standar Deviasi | 35 |
| 2.2.14 | Analisis Korelasi Pearson | 36 |
| 2.2.15 | Software DIALux..... | 38 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | | 39 |
| 3.1 | Alat dan Bahan Penelitian..... | 39 |
| 3.2 | Tahapan Penelitian | 39 |
| 3.3 | Diagram Alir Penelitian | 41 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 43 |
| 4.1 | Objek Penelitian | 43 |
| 4.2 | Luminasi Permukaan Dinding | 45 |
| 4.3 | Temperatur Warna | 45 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.4 Hasil Pengambilan Data | 47 |
| 4.5 Pengukuran Data | 48 |
| 4.6 Uji Validitas Data..... | 52 |
| 4.7 Perhitungan Data..... | 57 |
| 4.8 Desain Pencahayaan..... | 58 |
| 4.9 Simulasi Menggunakan DIALux | 60 |
| BAB V KESIMPULAN | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA | 66 |
| LAMPIRAN | 68 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Titik Terjauh dari Sumber Cahaya | 18 |
| Gambar 2.2 Titik Pengukuran Luas Kurang dari 10 m ² | 34 |
| Gambar 2.3 Titik Pengukuran Antara 10 sampai 100 m ² | 35 |
| Gambar 2.4 Titik Pengukuran Luas Lebih dari 100 m ² | 35 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 42 |
| Gambar 4.1 Gedung Serbaguna Secang | 43 |
| Gambar 4.2 Kedudukan Matahari terhadap Gedung | 44 |
| Gambar 4.3 Pencahayaan dalam Gedung | 44 |
| Gambar 4.4 Diagram Intensitas Cahaya Lampu | 46 |
| Gambar 4.5 Denah Gedung | 48 |
| Gambar 4.6 Pengukuran Kuat Pencahayaan Ruang 1 | 48 |
| Gambar 4.7 Pengukuran Kuat Pencahayaan Ruang 2 | 51 |
| Gambar 4.8 Diagram Intensitas Polar | 59 |
| Gambar 4.9 Interior Gedung Serbaguna Secang | 60 |
| Gambar 4.10 Posisi Lampu Terhadap Ruangan | 61 |
| Gambar 4.11 Posisi Lampu Terhadap Ruangan 3D | 61 |
| Gambar 4.12 Ukuran Gedung pada <i>Software</i> DIALux | 62 |
| Gambar 4.13 Hasil Simulasi | 63 |
| Gambar 4.14 Hasil Simulasi 3D | 64 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi dan Penggunaan Bangunan Gedung olahraga..... | 16 |
| Tabel 2.2 Ukuran Minimal Dimensi Ruang Gedung Olahraga | 17 |
| Tabel 2.3 Daya Tampung Penonton Gedung Olahraga | 17 |
| Tabel 2.4 Standar Pencahayaan Olahraga | 19 |
| Tabel 2.5 Tingkat Pencahayaan Rata-Rata, Renderasi dan Temperatur Warna yang Direkomendasikan..... | 20 |
| Tabel 2.6 Tampak Warna terhadap Temperatur Warna | 30 |
| Tabel 2.7 Hubungan Tingkat Pencahayaan dengan Tampak Warna Lampu | 31 |
| Tabel 2.8 Faktor Refleksi | 32 |
| Tabel 2.9 Efisiensi Penerangan | 33 |
| Tabel 2.10 Koefisien Korelasi Pearson | 37 |
| Tabel 3.1 Bahan-bahan Penelitian | 39 |
| Tabel 4.1 Data Lampu yang Digunakan | 46 |
| Tabel 4.2 Spesifikasi Gedung Serbaguna Secang | 47 |
| Tabel 4.3 Data Kuat Pencahayaan Ruang 1 | 49 |
| Tabel 4.4 Data Kuat Pencahayaan Ruang 2 | 50 |
| Tabel 4.5 Spesifikasi Lampu yang Digunakan | 51 |
| Tabel 4.6 Standar Deviasi Kelompok Ruang 1 | 53 |
| Tabel 4.7 Standar Deviasi Kelompok Ruang 2 | 54 |
| Tabel 4.8 Uji Validitas Konstruk untuk Ruang 1 | 55 |
| Tabel 4.9 Uji Validitas Konstruk untuk Ruang 2 | 56 |
| Tabel 4.10 Hasil Perbandingan Pengukuran dengan Nilai Standar | 57 |

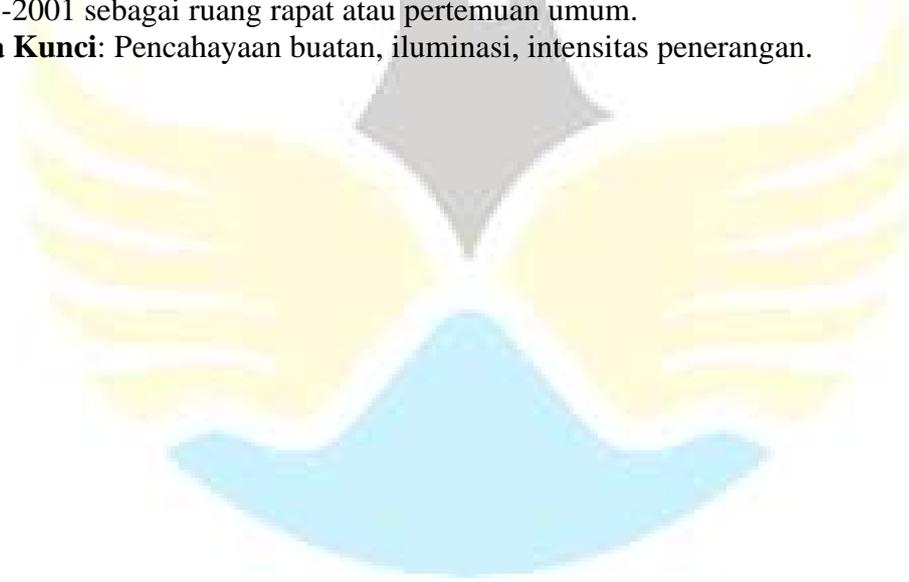
Tabel 4.11 Analisis Pemerataan Pencahayaan58



INTISARI

Gedung Serbaguna Secang adalah salah satu gedung serbaguna di daerah Secang, Magelang yang dilengkapi dengan dua buah lapangan bulu tangkis *indoor*. Gedung tersebut menggunakan pencahayaan buatan karena jendela tidak difungsikan dengan baik. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kesesuaian pencahayaan buatan di Gedung Serbaguna Secang sesuai dengan SNI 03-3647-1994 dan SNI 03-6575-2001 dengan cara melakukan perancangan ulang apabila tidak memenuhi standar. Berdasarkan hasil pengukuran pencahayaan buatan yang dilakukan, nilai iluminasi gedung tersebut kurang dari 200 lux yang artinya masih kurang jika gedung tersebut difungsikan juga sebagai lapangan latihan maupun lapangan pertandingan bulutangkis *indoor*. Dari hasil pengukuran diperoleh data kuat pencahayaan untuk ruang 1 adalah 69 lux dan untuk ruang 2 adalah 78 lux sehingga intensitas penerangan masih jauh dari rekomendasi SNI 03-3647-1994 dan 03-6575-2001. Setelah dilakukan perhitungan dan perancangan ulang, didapatkan total jumlah titik lampu yang digunakan yaitu 32 titik dan masing-masing lampu memiliki kuat pencahayaan sebesar 6100lm. Dari hasil perancangan yang disimulasikan didapat rata-rata kuat pencahayaan dalam satu ruangan yaitu sebesar 318 lux. Perancangan tersebut memenuhi standar rekomendasi SNI 03-3647-1994 sebagai lapangan bulutangkis *indoor* dan memenuhi standar SNI 03-6575-2001 sebagai ruang rapat atau pertemuan umum.

Kata Kunci: Pencahayaan buatan, iluminasi, intensitas penerangan.



ABSTRACT

Secang multipurpose building is a multipurpose building in Secang area, Magelang which is equipped with two indoor badminton fields. The building uses artificial lighting because the windows are not functioning properly. The purpose of this study was to analyze the suitability of artificial lighting at Secang Sports Hall in accordance with SNI 03-3647-1994 and SNI 03-6575-2001 by redesigning it if it did not meet the standards. Based on the results of artificial lighting measurements, the building's illumination value is less than 200 lux, which means it is still lacking if the building also functions as a training ground or indoor badminton court. From the measurement results obtained strong lighting data for room 1 is 69 lux and for room 2 is 78 lux so that the lighting intensity is still far from the recommendations of SNI 03-3647-1994 and 03-6575-2001. After calculating and redesigning, the total number of light points used is 32 points and each lamp has a strong lighting of 6100lm. From the simulated design results, the average strong lighting in one room is 318 lux. The design complies with the recommended standard of SNI 03-3647-1994 as an indoor badminton court and meets the standard of SNI 03-6575-2001 as a meeting room or public meeting.

Key words: *Artificial lighting, illumination, lighting intensity*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pencahayaan menjadi salah satu faktor penting dalam merancang suatu ruangan maupun bangunan. Dalam melakukan suatu kegiatan atau aktivitas, pencahayaan dapat menentukan tingkat kenyamanan secara visual. Terdapat dua jenis pencahayaan yang dapat dibedakan berdasarkan sumbernya, yaitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami merujuk pada cahaya yang berasal dari sumber alam seperti matahari. Sedangkan pencahayaan buatan merujuk pada cahaya yang dihasilkan oleh manusia melalui berbagai sumber cahaya buatan. Dalam melakukan perancangan sebuah bangunan, sebagian besar pencahayaan bersumber dari pencahayaan alami. Namun, pencahayaan buatan tidak kalah penting dalam perancangan sebuah bangunan. Pencahayaan buatan dibutuhkan untuk memberikan akses beberapa ruangan yang tidak terkena oleh sumber pencahayaan alami.

Perancangan pencahayaan merupakan faktor yang tidak kalah pentingnya. Perancangan yang tidak tepat dapat menimbulkan beberapa gangguan, seperti tingkat produktivitas menurun, tekanan secara mental, dan lain sebagainya. Dalam meminimalisir gangguan tersebut, maka perancangan pencahayaan harus dilakukan secara benar serta sesuai dengan standar pencahayaan yang telah diakui. Perancangan yang sesuai antara lain pemilihan jenis lampu dengan tepat, banyaknya lampu yang akan digunakan, serta memenuhi besaran intensitas pencahayaan yang telah ditentukan.

Taufani dan Hariyanto (2022) melakukan pengevaluasian rencana instalasi

penerangan di Gedung Imigrasi Jakarta Utara menggunakan metode observasi dan analisis. Hasil penelitian menunjukkan adanya selisih lampu yang digunakan saat proses perencanaan dengan perhitungan yang dibutuhkan oleh ruangan. Banyak lampu yang digunakan pada proses perencanaan yaitu hanya 555 titik, sedangkan banyak lampu yang dibutuhkan sebanyak 2108 titik. Hal tersebut menyebabkan tingkat keberhasilan perencanaan hanya sebesar 26,33%.

Manolis, E dkk (2019) melakukan penelitian perencanaan penerangan dengan analisis data statistik untuk mempertimbangkan karakteristik teknis seperti jenis, kuat cahaya, suhu warna, tujuan penggunaan setiap lumener, dan indeks rendering warna yang mempengaruhi tingkat lumener yang sesuai dengan pedoman. Metode yang digunakan menunjukkan secara substansial memperkaya jenis lumener yang sedang dipertimbangkan dengan nilai kuantitatif DLOR dan parameter desain pencahayaan baru sebagai indeks GLI untuk pencahayaan umum dan TLI untuk pencahayaan khusus, sehingga memberikan panduan yang lebih komprehensif untuk perencanaan gedung.

Mangkuto Rizki A, dkk (2018) melakukan penelitian tentang lampu sorot dan kesilauan di Stadion Gelora Bung Karno, Indonesia menggunakan metode observasi yang kemudian datanya akan dibandingkan dengan standar UEFA dan FIFA. Cahaya dan kenyamanan visual adalah sebuah aspek yang sangat penting pada stadion. Sebagian lampu sorot yang ada diarahkan ke satu titik dengan lebar $\frac{1}{4}$ bidang lapangan yang menyebabkan keseragaman buruk untuk kamera lapangan, baik horizontal maupun vertikal. Pedoman FIFA dalam teknologi pencahayaan harus memperhatikan penerapan foto *high dynamic range* (HDR). Berdasarkan

pengukuran yang telah dilakukan di 96 titik, pencahayaan horizontal rata-rata pada stadion GBK diperoleh 1300 lx sehingga tidak memenuhi standar 3500 lx FIFA dan 2000 lx UEFA.

Suresh, A., dkk (2019) melakukan optimalisasi pencahayaan untuk menghemat energi pada ruang olahraga *indoor*. Metode yang digunakan adalah observasi keseluruhan faktor pencahayaan. Peneliti mengungkapkan saat melakukan audit pencahayaan di ruang olahraga *indoor* diketahui bahwa pencahayaan rata-rata sangat tinggi dibandingkan dengan standar yang disyaratkan. Karenanya konsumsi daya dan nilai LPD juga cukup tinggi. Di fasilitas olahraga, hal ini akan menimbulkan ketidaknyamanan bagi pemain maupun penonton karena rating silau yang tinggi dan akan mempengaruhi performa pemain. Oleh karena itu, dilakukan desain ulang pencahayaan lapangan untuk berbagai level permainan sesuai dengan standar untuk meningkatkan kualitas pencahayaan. Dari hasil simulasi, terbukti bahwa sistem yang diusulkan mengonsumsi daya dan nilai LPD lebih rendah dari sistem pencahayaan yang digunakan dan dapat mengurangi konsumsi energi hingga 77%.

Al Amin, dkk (2020) mengevaluasi dampak kecerahan lampu penerangan di Stadion Bumi Sriwijaya terhadap tingkat silau yang dihasilkan oleh lampu eksisting. Data yang digunakan ditentukan dari pengukuran langsung dengan menghitung rata-rata jarak sebenarnya antara sumber cahaya dan pusat lapangan. Perhitungan juga dilakukan dengan menghitung tinggi dari tiang lampu, jumlah lumener, kabel *feeder*, serta kabel lampu. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa kuat penerangan lampu pada stadion sebesar 900 lux artinya belum memenuhi standar

pertandingan internasional yaitu sebesar 1500 lux, sehingga perlu adanya penyesuaian terhadap kuat penerangan sesuai dengan standar internasional.

Sutrisno, M., dkk (2021) melakukan penilaian terhadap sistem pencahayaan lapangan bulu tangkis di Kampus B Universitas PGRI Palembang dengan menggunakan metode observasi. Berdasarkan hasil penelitian ketika semua lampu dinyalakan, pada titik pengambilan data menunjukkan hasil pengukuran yang tidak sesuai dengan standar pencahayaan lapangan bulu tangkis yaitu sebesar 200-400 lux. Oleh karena itu, lapangan bulu tangkis B Universitas PGRI Palembang tidak bisa digunakan untuk melakukan kompetisi bulu tangkis lokal maupun internasional.

Sanyoto, R. L. (2019) Melakukan evaluasi kelayakan sistem pencahayaan buatan di lapangan stadion Moch. Subroto melalui metode survei langsung dan perhitungan manual guna menentukan tinggi tiang lampu, jumlah lumen yang dihasilkan oleh setiap lampu, dan jarak antara lampu dengan lapangan agar memenuhi standar pencahayaan yang ditetapkan. Hasil survei menunjukkan bahwa lapangan stadion Moch. Subroto memiliki pencahayaan yang belum memenuhi standar ketetapan PT Liga Indonesia sehingga peneliti melakukan studi kelayakan dengan menggunakan model pemasangan lampu di 4 titik sudut lapangan. Berdasarkan hasil perhitungan manual tiap titik membutuhkan 34 lampu Philips HNF 207.

Ntoutsos, G., dkk (2021) membahas tentang dampak pencahayaan yang berlebihan dari fasilitas olahraga terhadap daerah perkotaan sekitarnya, penelitian ini mengacu pada lapangan sepak bola. Metode yang digunakan adalah pendekatan

teoritis terhadap subjek serta mencari batasan standar pada sistem pencahayaan yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan menggunakan lux meter dengan posisi horizontal dan vertikal, sedangkan untuk perhitungan dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak. Pada penelitian ini didapatkan bahwa presentasi fluks cahaya yang tidak diinginkan sebesar 29,4%. Presentasi ini juga melebihi 8% dari yang direkomendasikan oleh IDA untuk pencahayaan *uplight*.

Kecamatan Secang memiliki gedung serbaguna dan olahraga yang letaknya strategis berada di pinggir jalan utama dan menyatu dengan Kantor Kelurahan Secang. Terdapat lapangan bulutangkis *indoor* di dalamnya dan bisa digunakan untuk latihan bulu tangkis, *volly*, pencak silat, senam, dll. Selain sebagai tempat latihan olahraga, juga dapat digunakan sebagai tempat pertemuan warga. Gedung Serbaguna Secang diklasifikasikan ke dalam gedung olahraga tipe C, dimana dalam penggunaannya melayani wilayah kecamatan (SNI 03-3647-1994) untuk tingkat pencahayaan yang digunakan untuk latihan yaitu sebesar 200 lux dan 400 lux digunakan saat pertandingan.

Berdasarkan dari hasil kajian buku, jurnal, dan sejenisnya bahwa permasalahan fungsi sistem pencahayaan pada bangunan olahraga belum terselesaikan secara maksimal, maka dalam penelitian ini akan dilakukan evaluasi kuat pencahayaan buatan di lapangan badminton Gedung Serbaguna Secang dengan berpedoman pada standar dan aturan yang berlaku. Untuk selanjutnya apabila terjadi ketidaksesuaian dengan standar yang ada maka akan dilakukan rancangan pencahayaan buatan dengan bantuan software DIALux.

Pada penelitian ini, analisis dilakukan terhadap sistem pencahayaan Gedung Serbaguna Secang. Pengukuran menggunakan lux meter tipe HS1010A dan *software* DIALux evo digunakan sebagai simulator untuk mensimulasikan hasil perancangan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan informasi yang telah dijelaskan pada latar belakang, Gedung Serbaguna di Secang adalah gedung serbaguna yang memiliki lapangan bulutangkis guna memberikan fasilitas berupa tempat olahraga di dalamnya. Mengingat fungsinya maka diperlukan evaluasi terhadap sistem pencahayaan yang terpasang. Pengukuran yang akan dilakukan yaitu tentang kuat pencahayaan di seluruh ruang gedung serbaguna dengan tujuan untuk mengetahui kuat pencahayaan di Gedung Serbaguna sudah sesuai standar yang ditetapkan atau tidak dan untuk selanjutnya dilakukan perbaikan (desain ulang) rancangan sistem pencahayaan bangunan gedung serbaguna tersebut apabila belum sesuai standar agar tingkat pencahayaan yang ada pada gedung serbaguna sesuai standar yang ada sehingga aktivitas yang dilakukan di dalam gedung dapat dilakukan secara maksimal.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu pengevaluasian terhadap sistem pencahayaan yang terpasang di Gedung Serbaguna di Secang, selanjutnya akan dilakukan perbaikan dengan melakukan desain ulang supaya pencahayaan di ruang Gedung Serbaguna Secang memenuhi standar yang direkomendasikan, yaitu 300 lux karena difungsikan sebagai gedung olahraga dan gedung pertemuan. Untuk melakukan

desain ulang tersebut akan digunakan *software* DIALux evo.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan dapat menjadi tambahan referensi ilmu pengetahuan untuk semua pihak, memberikan gambaran mengenai tingkat pencahayaan di gedung serbaguna yang juga difungsikan sebagai sarana berolahraga *indoor* dan kesesuaiannya dengan standar yang ada dalam usaha ikut menjaga kesehatan mata pengguna sehingga dapat memaksimalkan fasilitas dengan baik, serta memberikan informasi tambahan referensi penelitian yang berguna bagi masyarakat di bidang kesehatan.

1.5. Sistematika Penulisan

Penyajian laporan penelitian ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama berfokus pada pendahuluan, yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab kedua membahas literatur sebelumnya yang menjadi referensi pada penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga menjelaskan metode penelitian yang akan digunakan dan alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat menyajikan dan membahas hasil penelitian yang telah

dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kelima mengemukakan kesimpulan berdasarkan penelitian yang dilakukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian pada sistem pencahayaan ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia SNI 03-3647-1994 tentang standar pencahayaan yang dibutuhkan untuk lapangan olahraga. Pada aturan tersebut menginformasikan tingkat pencahayaan yang direkomendasikan untuk jenis olahraga badminton (*indoor*) minimal adalah 200 lux untuk latihan dan 300 lux untuk pertandingan, serta *Phillips Lighting 1986* adalah 200 untuk latihan dan 400 untuk pertandingan. Petunjuk teknis mengenai sistem pencahayaan buatan memiliki tujuan untuk memberikan panduan kepada perancang dan pelaksana dalam pembangunan gedung agar dapat merancang sistem pencahayaan buatan yang tepat. Selain itu, petunjuk ini juga berfungsi sebagai panduan bagi pemilik atau pengelola gedung dalam mengoperasikan dan merawat sistem pencahayaan buatan yang telah dipasang.

Indirwan, D., dkk (2023) mengevaluasi sistem penerangan lapangan bola basket menggunakan metode pengukuran dan perhitungan. Hasil penelitian menunjukkan intensitas penerangan rata-rata pada lapangan pada sore hari yaitu 130,87 lux, saat malam hari 83,93 lux, dan saat menjelang tengah malam 64,67 lux. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan intensitas penerangan pada lapangan sebesar 55,3047 lux. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, maka intensitas penerangan pada lapangan bola basket tersebut belum memenuhi standar SNI 02-3647-1994.

Subekti, M., dkk (2020) melakukan evaluasi sistem penerangan Gedung Olahraga Pasar Rebo. Metode pada penelitian ini yaitu eksperimen. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung dengan bahan pertimbangan berupa aspek konstruksi arena, luas lapangan, iluminasi, dimensi ventilasi cahaya, dan skema warna arena. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pencahayaan untuk lapangan bulu tangkis, bola voli, dan bola basket belum memenuhi standar BS EN 12193: 2007. Sehingga peneliti merekomendasikan untuk dilakukan desain ulang pencahayaan dan mensimulasikannya pada DIALux. Rekomendasi pertama yang dilakukan peneliti yaitu melakukan perbaikan dengan menambah jumlah lampu sehingga menghasilkan kuat cahaya yang memenuhi standar. Rekomendasi kedua yang dilakukan yaitu mengubah jenis dan kekuatan lampu sehingga kualitas cahaya akan mengalami peningkatan. Rekomendasi ketiga yaitu melakukan perbaikan dengan mengubah jenis lampu, titik lampu, dan tata letak lampu sebagai pertimbangan.

Salis, J. P., dkk (2019) melakukan perancangan pencahayaan pada fasilitas gedung tenis meja *indoor*. Metodologi yang digunakan mencakup survei lapangan tenis meja. Selama survei, semua spesifikasi terkait pencahayaan seperti jenis perlengkapan, jumlah total perlengkapan, peringkat daya perlengkapan, jam kerja dicatat. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa lumener yang terpasang berlebihan dan memiliki penempatan yang tidak seragam sehingga perlu didesain ulang. Tujuan dari desain ulang yang dilakukan yaitu untuk mengurangi jumlah lumener tanpa mempengaruhi kualitas pencahayaan. Hasil simulasi peneliti pada DIALux menunjukkan bahwa *redesign* yang dilakukan memiliki tingkat iluminasi

yang memenuhi standar untuk pertandingan nasional dan standar penyiaran pada TV. Peneliti juga mengungkapkan bahwa kenyamanan pemain, media, dan penonton harus diperhatikan dalam mendesain pencahayaan untuk fasilitas olahraga. Pencahayaan yang disediakan harus menunjang keberhasilan aktivitas olahraga yang dilakukan. Area pemain dan penonton harus mendapatkan cahaya yang nyaman bagi mata, tidak terlalu terang dan tidak terlalu silau.

Penelitian yang dilakukan oleh Tepina, M S, dkk (2022) pada sebuah gedung fasilitas olahraga *indoor* di salah satu perguruan tinggi di kota Irkutsk, dengan tinggi 10 m, panjang 50 m, dan lebar 18 m menggunakan metode perhitungan flux cahaya. Berdasarkan hasil penelitian, kondisi pencahayaan pada gedung tersebut tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan di Rusia. Tingkat pencahayaan yang tidak sesuai akan berdampak negatif pada kesehatan dan performa atlet kurang optimal. Penelitian tersebut menekankan pentingnya tingkat pencahayaan pada fasilitas olahraga untuk mengoptimalkan kesehatan dan performa atlet.

Pakkert, M., dkk (2018) melakukan penelitian mengenai kuantifikasi silau untuk lapangan bola voli dalam ruangan. Penelitian ini menggunakan metodologi pemodelan dan pengambilan data pada lapangan. Hasil penelitian menunjukkan kesilauan pada lapangan tidak menurunkan performa atlet meskipun UGR memiliki korelasi yang kuat terhadap kenyamanan pemain.

Pengevaluasian pencahayaan guna mendapat hasil yang dapat diverifikasi dapat dimodelkan dan disimulasikan menggunakan DIALux evo. Mangkuto Rizki A dkk (2018) melakukan pemodelan dan simulasi pada DIALux evo guna mengetahui kinerja pencahayaan secara keseluruhan di GBK sesuai kriteria yang

direkomendasikan FIFA dan UEFA. Penggunaan 592 unit lampu sorot LED dengan daya 500 W, 55000 lm, dan sudut sinar 17° didapatkan hasil simulasi dengan kriteria yang memuaskan untuk iluminasi kamera lapangan.

Optimasi pencahayaan pada gedung olahraga *indoor* dapat dicapai dengan meningkatkan nilai iluminasi yaitu penggantian jenis lampu. Isnaeni dkk (2019) melakukan penelitian tentang pencahayaan di dua gedung olahraga sekitar Jakarta Selatan menggunakan metode perbandingan hasil pengukuran secara langsung menggunakan luxmeter dengan simulasi menggunakan *software* DIALux. Berdasarkan hasil penelitian, tingkat pencahayaan di gedung olahraga belum mencapai kondisi ideal latihan yaitu 200 lux, iluminasi rata-rata gedung A sebesar 25,4 lux dan iluminasi gedung B sebesar 46,2 lux sehingga optimalisasi pada gedung olahraga tersebut sangat diperlukan.

Manyurang dan Sudibya (2022) mengevaluasi sistem pencahayaan serta penggunaan energi listrik lampu sorot di Gelanggang Olahraga Kridosono Yogyakarta dengan menggunakan metode pengumpulan data lapangan dan analisis perhitungan numeris serta simulasi. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa tingkat pencahayaan GOR Kridosono Yogyakarta tercatat sebesar 166,26 lux sehingga belum mencapai tingkat standar pencahayaan untuk bola basket dan bola voli. Oleh karena itu, peneliti melakukan perencanaan dengan merekomendasikan penggantian jenis lampu sorot yang digunakan menggunakan lampu Philips BVP130 1xLED210/740 dan Philips BVP130 1xLED172/830. Setelah penggantian jenis lampu, didapatkan kuat pencahayaan sebesar 211,2 lux dan 202,75 lux, serta

saat disimulasikan menggunakan DIALux 4.13 tingkat pencahayaan yang terukur sebesar 240 lux dan 230 lux.

2.2 Landasan Teori

Mangkuto, R.A., dkk (2019) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa tingkat pencahayaan pada gedung atau ruang olahraga berperan penting dalam aktivitas olahraga yang terkait. Pencahayaan harus diatur dan dirancang secara efektif dan efisien untuk mempertahankan kenyamanan dan terutama tidak menyilaukan bagi pengguna. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan landasan teori untuk menjadi dasar penelitian yang dilakukan. Landasan-landasan teori yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.2.1 Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan buatan berfungsi sebagai patokan untuk perancang dan pelaksana pembangunan dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem pencahayaan. Pencahayaan buatan merujuk pada pencahayaan yang berasal dari sumber cahaya yang tidak alami seperti lampu listrik, lampu minyak tanah, lampu gas. Ketentuan penggunaan pencahayaan buatan adalah sebagai berikut:

- a. Matahari terbenam sehingga tidak ada cahaya alami yang ada di dalam ruangan.
- b. Saat cuaca mendung, pencahayaan alami tidak dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan.
- c. Pencahayaan alami memiliki keterbatasan dalam mencapai area yang jauh dari jendela.
- d. Ruangan yang lebar membutuhkan penerangan yang merata.

- e. Ruangan operasi membutuhkan penerangan yang tetap dan stabil.
- f. Diperlukan penerangan yang dapat diatur arah dan warnanya.
- g. Diperlukan penerangan untuk tujuan tertentu, misalnya memberikan kehangatan bagi bayi yang baru lahir.

Sistem pencahayaan buatan yang umum digunakan dibedakan menjadi tiga macam. Setiap jenis sistem pencahayaan memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda, sehingga penting untuk mempertimbangkan aspek-aspek tersebut dalam merancang pencahayaan yang optimal. Penjelasan dari masing-masing jenis pencahayaan buatan, yaitu:

1. Sistem pencahayaan merata

Sistem pencahayaan merata diperoleh dari pemasangan armatur yang merata secara langsung maupun tidak langsung pada seluruh ruangan. sistem pencahayaan ini digunakan saat tugas visual dilakukan di seluruh tempat dalam ruangan dan membutuhkan tingkat pencahayaan yang sama.

2. Sistem pencahayaan setempat

Sistem pencahayaan setempat diperoleh dengan cara penempatan armatur pada langit-langit di atas tempat tugas visual yang membutuhkan tingkat pencahayaan tinggi dibandingkan dengan sekitarnya.

3. Sistem pencahayaan gabungan merata dan setempat

Sistem pencahayaan gabungan melibatkan penggunaan sistem pencahayaan setempat untuk meningkatkan pencahayaan merata, dengan menempatkan perangkat pencahayaan dekat dengan tugas visual. Sistem pencahayaan kombinasi direkomendasikan untuk:

- 1) Tugas visual yang membutuhkan tingkat pencahayaan tinggi.
- 2) Mempertegas bentuk dan tekstur yang memperhatikan sudut arah datang cahaya.
- 3) Keberadaan halangan dalam mencapai pencahayaan merata.
- 4) Tingkat pencahayaan akan semakin tinggi untuk orang tua maupun orang yang mempunyai masalah penglihatan

2.2.2 Pencahayaan Untuk Bangunan

Gedung olahraga merupakan bangunan yang dirancang khusus untuk menyelenggarakan berbagai kegiatan olahraga di dalam ruangan yang tertutup. Fungsi utama gedung olahraga adalah menyediakan fasilitas yang lengkap untuk mendukung berbagai jenis olahraga, mulai dari lapangan basket, voli, tenis, renang, hingga bulu tangkis. Dalam lingkungan tersebut, menciptakan ruangan yang nyaman bagi para atlet dan peserta menjadi prioritas utama.

Salah satu aspek yang sangat penting dalam mencapai lingkungan yang nyaman dan produktif dalam gedung olahraga adalah pencahayaan yang memadai. Pencahayaan yang cukup tidak hanya memberikan visibilitas yang baik bagi para atlet dan peserta, tetapi juga menciptakan atmosfer yang aman di dalam ruangan. Berdasarkan SNI 03-3647-1994 gedung olahraga diklasifikasikan menjadi tiga tipe, yaitu:

1. Tipe A, digunakan untuk melayani wilayah provinsi atau daerah tingkat 1.
2. Tipe B, digunakan untuk melayani wilayah kabupaten atau kotamadya.
3. Tipe C, digunakan untuk melayani wilayah kecamatan.

Pengklasifikasian tersebut didasarkan pada ketentuan jenis cabang olahraga, ukuran ruangan, dan daya tampung penonton. Dengan mempertimbangkan pengklasifikasian tersebut, gedung olahraga dapat dirancang dan dilengkapi dengan sistem pencahayaan yang sesuai dengan kebutuhan setiap tipe gedung. Penjelasan dari ketentuan-ketentuan tersebut adalah berikut:

- a. Jenis cabang olahraga, jumlah pertandingan dan latihan

Tabel 2.1 Klasifikasi dan Penggunaan Bangunan Gedung Olahraga

| Klasifikasi | Penggunaan | | | Keterangan |
|-------------|--|--------------------------------------|--------------------|--|
| | Jumlah Minimal Cabang Olahraga | Jumlah Minimal Lapangan | | |
| | | Pertandingan Nasional/ Internasional | Latihan | |
| Tipe A | 1. Basket 2. Voli 3. Bulutangkis 4. Tennis lap. | 1 1 4 1 | 3 4 6-7 1 | Cabang olahraga lain masih dimungkinkan penggunaannya selama ketentuan |
| Tipe B | 1. Basket 2. Voli 3. Bulutangkis | 1 1 - | - 2 3 | ukuran minimal masih dapat dipenuhi oleh gedung olahraga |
| Tipe C | 1. Voli 2. Bulutangkis | - 1 | 1 - | |

- b. Ukuran efisien ruang gedung olahraga

Tabel 2.2 Ukuran Minimal Dimensi Ruang Gedung Olahraga

| Ukuran Minimum (meter) | | | | |
|------------------------|--|--|-------------------------------|----------------------------------|
| Klasifikasi | Panjang (Termasuk Daerah Bebas) | Lebar (Termasuk Daerah Bebas) | Tinggi Plafon Permainan | Tinggi Plafon Daerah Bebas |
| Tipe A | 50 | 30 | 12,5 | 5,5 |
| Tipe B | 32 | 22 | 12,5 | 5,5 |
| Tipe C | 24 | 16 | 9 | 5,5 |

Sumber : SNI 03-3647-1994

c. Daya tampung penonton gedung olahraga

Tabel 2.3 Daya Tampung Penonton Gedung Olahraga

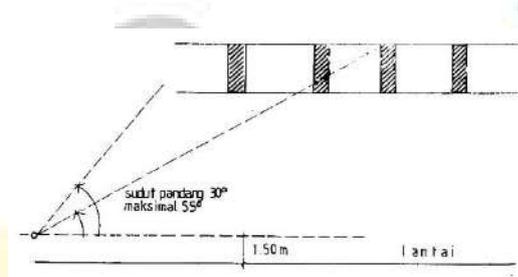
| Klasifikasi Gelanggang Olahraga | Kapasitas Penonton (Orang) |
|------------------------------------|----------------------------|
| Tipe A | 3.000 – 5.000 |
| Tipe B | 1.000 – 3.000 |
| Tipe C | ≤1.000 |

Sumber : SNI 03-3647-1994

Kriteria-kriteria yang dievaluasi pada tata cahaya gedung olahraga meliputi tingkat pencahayaan, pengendalian silau, dan jenis sumber cahaya lampu yang digunakan.

1. Tingkat pencahayaan horizontal di atas permukaan lantai setinggi 1 meter untuk gedung olahraga.
 - a) Untuk latihan, diperlukan paling sedikit 200 lux.

- b) Untuk pertandingan, paling sedikit 300 lux.
 - c) Untuk pengambilan video dokumentasi diperlukan minimal 1000 lux.
2. Penerangan buatan maupun penerangan alami harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan silau pada para pemain.
 3. Upaya pencegahan silau yang disebabkan oleh sinar matahari harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) T-05-1989-F mengenai pencahayaan alami siang hari pada bangunan.
 4. Peletakan sumber cahaya harus memperhatikan sudut antara sumber cahaya dengan titik terjauh seperti gambar 2.1.



Sumber : SNI 03-3647-1994

Gambar 2.1 Titik Terjauh dari Sumber Cahaya.

5. Tata lampu harus disesuaikan tiap kegiatan cabang olahraga.
 6. Instalasi pada setiap penataan lampu harus terpisah antara satu dengan lainnya.
 7. Kapasitas daya minimum generator yang harus disediakan adalah 60% dari daya pasang dan beroperasi paling lambat 10 detik setelah pemadaman oleh PLN jika menggunakan tata cahaya buatan.
- Besarnya tingkat pencahayaan dipengaruhi oleh kegiatan yang akan dilakukan pada ruangan tersebut. Hal ini juga berlaku pada pencahayaan di sebuah

gedung olahraga yang disesuaikan dengan jenis olahraga yang akan dimainkan. Pencahayaan dalam gedung olahraga harus dirancang sedemikian rupa agar memenuhi kebutuhan visual peserta dan pengunjung. Pada umumnya, tingkat pencahayaan yang lebih tinggi diperlukan dalam olahraga yang membutuhkan ketelitian visual dan reaksi cepat, seperti tenis.

Tabel 2.4 Standar Pencahayaan Olahraga

| Jenis Olahraga | Iluminasi Mendatar (Lux) | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------|
| | Latihan | Kompetisi |
| Bola Kaki | 75 | 200 -600 |
| Bola Tangan | 75 | 400 |
| Voli (<i>Indoor</i>) | 200 | 400 |
| <i>Badminton (Indoor)</i> | 200 | 400 |
| Hoki | 200 | 400 |
| Renang | 200 | 400 |
| Polo Air | 200 | 400 |
| Tenis | 200 | 400 -600 |
| Pacuan Kuda | 100 | 150 |
| Loncat Indah (<i>Indoor</i>) | 150 | 400 |
| <i>Bowling</i> | 200 | 200 |

Standar pencahayaan olahraga di dalam ruangan mencakup aspek-aspek seperti intensitas cahaya, tingkat penglihatan, dan distribusi pencahayaan yang

merata. Standar pencahayaan olahraga baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan ditetapkan oleh Phillips (1986:172) yang tertera pada tabel 2.4

Gedung serbaguna selain digunakan sebagai gedung olahraga *indoor* juga sering digunakan untuk kegiatan rapat. Sedangkan untuk bangunan gedung yang difungsikan bukan untuk kegiatan olahraga memiliki standar kuat pencahayaan seperti ditunjukkan pada tabel 2.5 sesuai dengan SNI 03-6575-2001.

Tabel 2.5 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderasi dan temperatur warna yang direkomendasikan

| Fungsi Ruang | Tingkat Pencahayaan rata-rata ($E_{rata-rata}$) | Kelompok renderasi warna | Temperatur Warna | | |
|----------------|---|--------------------------|-------------------|------------------------|------------------|
| | | | Warm white <3300K | Cool White 3300K~5300K | Daylight >5300 K |
| Perkantoran: | | | | | |
| R. Direktur | 350 | 1 atau 2 | | ◆ | ◆ |
| R. Kerja | 350 | 1 atau 2 | | ◆ | ◆ |
| R. Komputer | 350 | 1 atau 2 | | ◆ | ◆ |
| R. Rapat | 300 | 1 | ◆ | ◆ | |
| R. Gambar | 750 | 1 atau 2 | | ◆ | ◆ |
| Gudang Arsip | 150 | 1 atau 2 | | ◆ | ◆ |
| R. Arsip Aktif | 300 | 1 atau 2 | | ◆ | ◆ |

2.2.3 Jenis Lampu Penerangan

Jenis lampu yang digunakan pada penerangan gedung ditentukan berdasarkan segi daya, lumen, bentuk, dan jenisnya. Lampu yang biasa digunakan untuk penerangan gedung yaitu:

1. *Recessed ceiling-mounted fluorescent or LED lensed luminaire.*

Cahaya yang dihasilkan dari LED dengan bahan Aluminium Indium Gallium Phosphide sebesar 590-630 nm sedangkan warna LED biru dari SiC (Silicon Carbide).

Konstruksi LED yang memiliki efisiensi tinggi membutuhkan struktur yang rumit, melibatkan beberapa lapisan. LED yang menggunakan bahan AlInGap dibuat dengan teknik *epitaxial crystal*. LED adalah komponen yang beroperasi dengan tegangan kecil, yaitu 1,5 hingga 4V. LED dioperasikan dengan arus sekitar 20mA dan memiliki daya yang terbuang kurang dari 0,1W. Namun, generasi terbaru LED mampu bekerja dengan arus yang lebih tinggi, misalnya 100mA dan dapat mengurangi daya sekitar 0,65 hingga 1,2W.

LED memiliki rentang output cahaya antara 1 hingga 10 lumen, sehingga harga per satuan lumen LED cukup tinggi. Efisiensi LED bervariasi, misalnya komponen biru memiliki efisiensi rendah sekitar 0,01 lm/W, komponen merah memiliki efisiensi sekitar 0,61 lm/W, dan beberapa komponen merah dan hijau memiliki efisiensi antara 13 hingga 25 lm/W, sedangkan untuk komponen biru memiliki efisiensi sekitar 3 hingga 5 lm/W. Suhu operasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pencahayaan LED. Umur LED mencapai 50.000 hingga 100.000 jam.

Lampu LED putih dihasilkan dengan mengkombinasikan 3 warna cahaya pada panjang gelombang 479 nm, 525 nm, dan 626 nm. Lampu LED merupakan pilihan yang tepat untuk hemat energi, hal ini dikarenakan dengan intensitas yang

sama, lampu ini membutuhkan daya yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis lampu lainnya.

2. *Linear suspended fluorescent or LED indirect/direct luminaire.*

Lampu TL bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi cahaya melalui pancaran radiasi ultraviolet di permukaan yang dilapisi dengan serbuk *fluorescent* seperti *phosphor*. Radiasi ultraviolet terjadi saat elektron-elektron yang terlepas dari emisi elektron pada elektroda bertumbukan dengan atom gas dalam tabung pelepas muatan.

Proses emisi elektron pada lampu *fluorescent* terjadi dengan memanaskan elektroda-elektroda yang dilakukan oleh sebuah perangkat yang dikenal sebagai *starter*. Lampu tabung *fluorescent* memerlukan tegangan yang cukup tinggi yaitu sekitar 400 volt agar dapat menyala. Oleh karena itu, *starter* digunakan untuk menciptakan tegangan penyalan bagi lampu, selain berfungsi sebagai pemanas elektroda.

Setelah proses penyalan selesai, arus listrik akan melintasi tabung lampu *fluorescent*. Karena tegangan pada *starter* lebih tinggi, bimetal pada *starter* akan terbuka. Lampu *fluorescent* memiliki sifat arus-tegangan yang negatif, yang berarti tegangan pada lampu akan menurun saat arus meningkat, dan sebaliknya. Setelah proses penyalan berlangsung, arus yang mengalir melalui tabung akan meningkat hingga mencapai tegangan kerja yang dibutuhkan oleh lampu. Tegangan ini jauh lebih rendah daripada tegangan jala-jala yang tersedia. Untuk menjaga kinerjanya, lampu *fluorescent* membutuhkan *ballast* yang berfungsi sebagai pembatas arus dan pengoperasi lampu sesuai dengan karakteristik listrik.

3. *Linear wall-mounted fluorescent or LED indirect/direct luminaire.*
4. *Surface-mounted fluorescent or LED under-cabinet task light.*

2.2.4 Silau

Silau terjadi ketika kecerahan dari suatu elemen *interior* melebihi kecerahan yang ditentukan. Salah satu penyebab silau yang umum adalah kecerahan yang berlebihan dari armatur dan jendela, baik secara langsung maupun melalui pantulan. Terdapat dua jenis silau, yaitu *disability glare* yang mengakibatkan kesulitan dalam melihat dan *discomfort glare* yang menyebabkan ketidaknyamanan pada penglihatan. Baik *disability glare* maupun *discomfort glare* dapat terjadi secara terpisah maupun bersamaan (SNI 03-6575-2001).

1. *Disability glare* (silau yang menyebabkan ketidakmampuan melihat)

Disability glare terjadi akibat tingginya luminansi pada objek yang dilihat dan dekat dengan medan penglihatan. Fenomena ini mengakibatkan penyebaran cahaya di dalam mata dan perubahan adaptasi visual, yang pada gilirannya dapat mengurangi kontras objek (SNI 03-6575-2001).

Penurunan kontras tersebut dapat menyebabkan hilangnya detail penting dalam penglihatan dan berdampak pada kinerja tugas visual. Sumber utama *disability glare* di dalam ruangan biasanya berasal dari sinar matahari langsung atau langit yang terlihat melalui jendela, oleh karena itu perlu dipasang alat pengendali atau pencegah silau (*screening device*).

2. *Discomfort glare*

Ketidaknyamanan penglihatan terjadi akibat tingginya luminansi pada elemen-elemen *interior*. Respon ketidaknyamanan ini bisa terjadi secara langsung

atau mungkin baru dirasakan setelah paparan yang berlebih oleh sumber silau. Tingkat ketidaknyamanan ini bergantung pada tingkat kecerahan dan ukuran sumber silau, kecerahan latar belakang, dan posisi sumber silau dalam medan pandangan.

Discomfort glare semakin intens jika sumber memiliki kecerahan yang tinggi, ukuran yang besar, latar belakang dengan kecerahan rendah, dan posisi yang dekat dengan garis pandang. Variabel desain sistem pencahayaan dapat mempengaruhi lebih dari satu faktor. Misalnya, penggantian armatur dapat mengurangi kecerahan sumber silau dan juga akan menurunkan kecerahan latar belakang. Akan tetapi, *discomfort glare* dapat dihindari dengan pemilihan dan penempatan armatur yang tepat, serta menggunakan permukaan langit-langit dan dinding atas dengan reflektansi tinggi.

2.2.5 Tingkat Pencahayaan Rata-Rata

Tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan umumnya diukur dengan menggunakan rata-rata tingkat pencahayaan pada bidang kerja. Bidang kerja merujuk pada bidang horizontal imajiner yang terletak antara ketinggian 0,75 hingga 0,85 meter di atas permukaan lantai di seluruh area ruangan. Pengukuran ini bertujuan untuk memberikan indikasi tentang seberapa terangnya cahaya yang diterima oleh pengguna atau pekerja di area tersebut.

Berdasarkan SNI 03-6575-2001, tingkat pencahayaan rata-rata $E_{rata-rata}$ (lux) dapat diukur menggunakan persamaan 2.1. Persamaan tersebut digunakan sebagai alat untuk menghitung nilai rata-rata tingkat pencahayaan yang harus dicapai dalam ruangan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times K_p \times K_d}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

E = Kuat penerangan (Lux)

F = Fluks luminus (Lumen)

A = Luas ruangan (m²)

K_p = Koefisien pemanfaatan berkisar antara 0,5~0,65

K_d = Koefisien depresiasi bernilai 0,8

Pemerataan cahaya dapat dianalisis menggunakan dua persamaan. Pertama persamaan 2.3 digunakan untuk menghitung selisih antara hasil pengukuran dengan nilai standar yang ditetapkan. Persamaan ini memberikan gambaran tentang sejauh mana nilai pengukuran berbeda dari nilai standar yang diharapkan. Dalam persamaan tersebut, selisih standar data diperoleh dengan mengurangi nilai standar dari hasil pengukuran.

$$\text{Selisih standar data} = \text{hasil pengukuran} - \text{nilai standar} \dots\dots\dots(2.2)$$

Persamaan 2.3 digunakan untuk menganalisis nilai pemerataan cahaya. Nilai pemerataan cahaya mengacu pada tingkat penyebaran cahaya yang merata di seluruh area yang diukur. Nilai pemerataan yang dihasilkan dari persamaan ini harus lebih besar dari 0,8 lux.

$$\text{analisis pemerataan} = \frac{\text{rata-rata pengukuran}}{\text{nilai rekomendasi}} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.2.6 Koefisien Depresiasi (K_d)

Koefisien depresiasi, juga dikenal sebagai koefisien rugi-rugi cahaya atau *light loss factor* (LLF) merupakan perbandingan antara tingkat pencahayaan yang

tercapai dari sistem pencahayaan saat ini dengan tingkat pencahayaan yang dihasilkan saat instalasi baru. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya koefisien depresiasi meliputi:

1. Kebersihan lampu dan perlengkapan pencahayaan.
2. Kebersihan permukaan dalam ruangan.
3. Penurunan intensitas cahaya lampu seiring penggunaan yang berkelanjutan.
4. Penurunan intensitas keluaran cahaya lampu akibat penurunan tegangan listrik.

Estimasi digunakan untuk menentukan besarnya koefisien depresiasi.

Umumnya, untuk ruangan dan armatur yang dipelihara dengan baik, nilai koefisien depresiasi dianggap sebesar 0,8. Hal-hal yang diperhatikan dalam menentukan nilai koefisien depresiasi adalah sebagai berikut:

1. *Lamp Lumen Depreciation (LLD)*

LLD adalah perubahan jumlah lumen yang terjadi pada sebuah lampu setelah digunakan. Koefisien LLD dapat dihitung dengan mempertimbangkan lamanya penggunaan lampu dan penurunan jumlah lumen yang terjadi.

2. *Luminaire Dirt Depreciation (LDD)*

LDD adalah penurunan tingkat pencahayaan yang disebabkan oleh kotoran yang menempel pada lampu dan armatur. Penurunan ini tergantung pada tingkat kebersihan lingkungan. LDD dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, yaitu lingkungan perkantoran dengan penurunan sebesar 10%, lingkungan industri dengan penurunan 20%, dan lingkungan yang sangat kotor dengan penurunan sebesar 30%.

3. *Room Surface Dirt Depreciation (RSDD)*

RSDD adalah penurunan tingkat pencahayaan yang dipengaruhi oleh tingkat kekotoran ruangan. Tingkat penurunan ini digolongkan berdasarkan tingkat kebersihan ruangan seperti berikut:

- a. Ruangan sangat bersih dengan penurunan kualitas cahaya 0% hingga 12%
- b. Ruangan bersih dengan penurunan kualitas cahaya 13% hingga 24%
- c. Ruangan sedang dengan penurunan kualitas cahaya 25% hingga 36%
- d. Ruangan kotor dengan penurunan kualitas cahaya 37% hingga 48%
- e. Ruangan sangat kotor dengan penurunan kualitas cahaya 49% hingga 60%

Sehingga koefisien LLF dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$LLF = \text{Koefisien LLD} \times \text{Koefisien LDD} \times \text{Koefisien RSD} \dots\dots\dots (2.4)$$

Tingkat pencahayaan yang dikeluarkan oleh lampu pada suatu bidang titik kerja dihitung menggunakan persamaan 2.5:

$$E_p = \frac{I\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

E_p = tingkat pencahayaan pada suatu titik

$I\alpha$ = intensitas cahaya pada sudut α (kandela)

α = sudut pencahayaan

h = tinggi armatur diatas bidang kerja (m)

2.2.7 Koefisien Penggunaan (K_p)

Faktor penggunaan atau *Coefficient of Utilization (CU)* adalah rasio antara

fluks luminositas yang mencapai bidang kerja dengan keluaran cahaya dari semua lampu. Besarnya koefisien penggunaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Distribusi intensitas cahaya dari armatur, yaitu perbandingan keluaran cahaya dari armatur dengan keluaran cahaya yang dihasilkan oleh armatur.
2. Pemantulan cahaya oleh lantai, dinding, dan langit-langit.
3. Penggantungan atau pemasangan armatur pada dinding.
4. Ukuran ruangan.

Tabel koefisien penggunaan (k_p) disediakan oleh pabrik pembuat armatur berdasarkan hasil pengujian dari instansi terkait. Pemberian tabel ini merupakan kewajiban pabrik pembuat armatur, karena tanpa tabel tersebut, perancangan pencahayaan yang menggunakan armatur tersebut akan kesulitan dalam mengatur reflektansinya dengan baik.

Setiap objek memiliki kemampuan untuk memantulkan sebagian dari cahaya yang mengenainya. Terdapat beberapa ukuran yang dapat digunakan untuk menggambarkan refleksi cahaya, seperti reflektansi cahaya total, reflektansi cahaya regular (*specular*), reflektansi cahaya difus, faktor reflektansi cahaya atau faktor luminansi yang semuanya bergantung pada susunan geometris objek tersebut. Skala reflektansi cahaya (ρ) berkisar antara 0 hingga 100%, di mana 0 mengindikasikan warna hitam dan 100% mengindikasikan warna putih.

Penggunaan dinding dan langit-langit yang memiliki warna terang, baik netral maupun berwarna, lebih efektif dalam mengurangi konsumsi energi dan menciptakan penyebaran cahaya yang merata. Hal ini dikarenakan kemampuan

warna terang dalam memantulkan lebih banyak cahaya dibandingkan dengan warna gelap.

2.2.8 Fluks Cahaya

Fluks cahaya adalah ukuran kuantitatif dari jumlah cahaya yang dihasilkan oleh sebuah sumber cahaya. Secara lebih teknis, fluks cahaya menggambarkan jumlah total energi cahaya yang dipancarkan dalam semua arah oleh suatu sumber cahaya dalam satu detik. Dalam konteks pencahayaan, fluks cahaya merupakan parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan kuantitas pencahayaan di suatu ruangan atau area.

Satuan fluks cahaya adalah lumen. Lumen mengindikasikan jumlah fluks cahaya yang terlihat oleh mata manusia. Semakin tinggi jumlah lumen, semakin terang cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya tersebut. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah fluks total menurut SNI 03-6574-2001 ditunjukkan pada persamaan 2.6. Dengan menggunakan persamaan tersebut, pengguna atau perancang pencahayaan dapat memperhitungkan jumlah fluks cahaya yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat pencahayaan yang sesuai dengan kebutuhan ruangan atau area yang akan diterangi.

$$F_{\text{total}} = \frac{E \times A}{Kp \times Kd} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dari persamaan 2.6 diatas, maka dapat digunakan untuk menghitung jumlah armatur yang digunakan. Persamaan untuk menghitung jumlah lampu ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$N_{\text{total}} = \frac{F_{\text{total}}}{Fl \times n} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

F_{total} = fluks total yang dibutuhkan

N_{total} = jumlah armatur

F_1 = fluks satu buah lampu (lumen)

n = jumlah lampu dalam satu armatur

2.2.9 Kualitas Warna Cahaya

Kualitas warna cahaya lampu merujuk pada sejauh mana lampu mampu memancarkan warna dengan akurasi yang baik. Hal ini mencakup sejauh mana cahaya yang dihasilkan oleh lampu mampu memperlihatkan warna dengan tingkat kejernihan, ketepatan, dan kecerahan yang sesuai dengan warna sebenarnya. Lampu memiliki dua karakteristik kualitas warna, yaitu:

- a. Tampak warna yang dinyatakan sebagai temperatur warna,
- b. Renderasi warna yang mempengaruhi penampilan objek yang diberikan cahaya suatu lampu.

Lampu dengan tampak warna yang sama dapat memiliki renderasi warna yang berbeda. SNI 03-6575-2001 mengklasifikasikan tampak warna berdasarkan temperatur warna. Tabel 2.6 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai lumen maka tampak warna yang dihasilkan akan semakin dingin.

Tabel 2.6 Tampak Warna terhadap Temperatur Warna

| Temperatur warna K (Kelvin) | Tampak Warna |
|-----------------------------|--------------|
| >5300 | Dingin |
| 3300 ~ 5300 | Sedang |
| < 3300 | Hangat |

Semakin tinggi tingkat pencahayaan maka tampak warna akan semakin sejuk warnanya sehingga akan tercipta pencahayaan yang nyaman. Tabel 2.7 menunjukkan hubungan tingkat pencahayaan terhadap tampak warna lampu.

Tabel 2.7 Hubungan Tingkat Pencahayaan dengan Tampak Warna Lampu

| Tingkat Pencahayaan (Lux) | Tampak Warna Lampu | | |
|---------------------------|--------------------|-----------|--------|
| | Hangat | Sedang | Dingin |
| < 500 | Nyaman | Netral | Dingin |
| 500 ~ 1000 | | | |
| 1000 ~ 2000 | Stimulasi | Nyaman | Netral |
| 2000 ~ 3000 | | | |
| μ 3000 | Tidak alami | Stimulasi | Nyaman |

Meninjau pada SNI 03-6575-2001, didapatkan bahwa jika besar lux kurang dari 500 maka kesan umum yang didapatkan pada tampak warna lampu hangat adalah nyaman, sedang adalah netral, sedangkan dingin adalah dingin. Pada tingkat pencahayaan 1000 sampai 2000 lux maka didapatkan kesan umum pada tampak warna hangat adalah stimulasi, sedang adalah nyaman dan dingin adalah netral. Sedangkan untuk tingkat pencahayaan μ 3000 didapatkan kesan umum pada tampak warna hangat adalah tidak alami, sedang adalah stimulasi, dan dingin adalah nyaman.

2.2.10 Luminasi

Luminasi adalah jumlah cahaya yang dipantulkan, merambat, atau melewati suatu area tertentu. Luminasi digunakan untuk menggambarkan refleksi dari permukaan suatu objek datar. Luminasi permukaan dinding merupakan salah satu

faktor yang mempengaruhi besar intensitas cahaya. Selain luminasi permukaan dinding, langit-langit serta lantai juga mempengaruhi intensitas pencahayaan. Tabel 2.8 menunjukkan faktor refleksi berdasarkan warna.

Tabel 2.8 Faktor Refleksi

| Warna | Faktor Refleksi |
|--------|-----------------|
| Putih | 0,7 |
| Terang | 0,5 |
| Muda | 0,3 |
| Gelap | 0,1 |

Faktor refleksi juga dapat digunakan untuk memperhitungkan besarnya indeks ruangan. Indeks ruangan digunakan untuk mendapatkan nilai efisiensi penerangan dalam sebuah ruangan. Indeks ruangan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.8.

$$k = \frac{A}{t(P+L)} \dots\dots\dots (2.8)$$

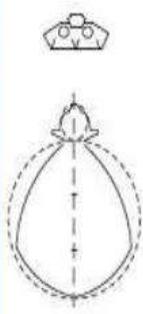
Keterangan :

- k = indeks ruangan
- t = tinggi ruangan
- A = luas ruangan
- P = panjang ruangan
- L = lebar ruangan

Efisiensi penerangan merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan penerangan. Efisiensi penerangan berpengaruh dalam menentukan besar lumen, jarak antar armatur, ataupun jumlah titik penerangan. Selain itu,

efisiensi penerangan digunakan agar penyebaran intensitas cahaya dapat lebih merata sehingga pencahayaan dapat lebih optimal. Tabel 2.9 menunjukkan tabel efisiensi penerangan dalam keadaan baru.

Tabel 2.9 Efisiensi Penerangan

| Armatur penerangan sebagian besar langsung | v | Efisiensi penerangan untuk keadaan baru | | | | | | | | | Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan | | | | |
|--|-----|---|----------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|---|-------------------|---------|---------|---------|
| | | k | r _w | r _p 0,7 | | | 0,5 | | | 0,3 | | | 1 tahun | 2 tahun | 3 tahun |
| | | | | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | | | |
| GCB | 0,5 | | 0,32 | 0,26 | 0,22 | 0,29 | 0,24 | 0,21 | 0,27 | 0,23 | 0,20 | | | | |
| 2 x TLF 36 W  | 0,8 | | 0,37 | 0,31 | 0,27 | 0,35 | 0,30 | 0,26 | 0,32 | 0,28 | 0,25 | Pengotoran ringan | | | |
| | 1 | | 0,46 | 0,41 | 0,36 | 0,43 | 0,38 | 0,35 | 0,40 | 0,36 | 0,33 | 0,90 | 0,80 | 0,75 | |
| | 1,2 | | 0,53 | 0,48 | 0,44 | 0,49 | 0,45 | 0,42 | 0,46 | 0,42 | 0,39 | | | | |
| | 1,5 | | 0,58 | 0,52 | 0,48 | 0,54 | 0,49 | 0,46 | 0,50 | 0,46 | 0,43 | Pengotoran sedang | | | |
| | 2 | | 0,62 | 0,58 | 0,54 | 0,58 | 0,54 | 0,51 | 0,54 | 0,51 | 0,48 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | |
| | 2,5 | | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,63 | 0,59 | 0,57 | 0,58 | 0,55 | 0,53 | | | | |
| | 3 | | 0,71 | 0,67 | 0,64 | 0,66 | 0,63 | 0,60 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | Pengotoran berat | | | |
| | 4 | | 0,73 | 0,70 | 0,67 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | X | X | X | |
| | 5 | | 0,76 | 0,74 | 0,71 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,64 | 0,62 | | | | |
| | 5 | | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,64 | | | | |

sumber: Aprizulkifli dan Riyanto, S. (2021)

2.2.11 Kebutuhan Daya

Daya listrik yang digunakan guna mendapat tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja dapat dihitung mulai dari perhitungan fluks luminus total dapat dicari menggunakan persamaan 2.6 yang digunakan untuk menghitung jumlah armatur. Daya listrik atau daya total lampu per unit luas ruangan yang digunakan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Daya terpasang } \left(\frac{\text{watt}}{\text{m}^2}\right) = \frac{W_{total}}{A} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$W_{total} = N \times W_l \dots\dots\dots(2.10)$$

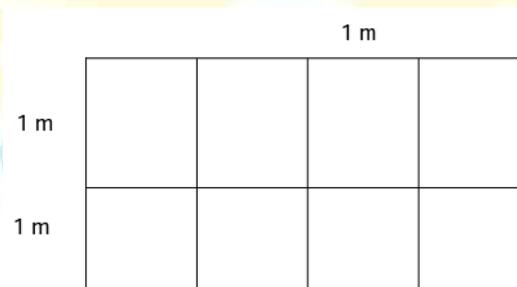
Keterangan :

| | |
|----------------|--|
| Daya terpasang | = daya total/luas ruangan (watt/m ²) |
| W_{total} | = daya semua lampu (watt) |
| $W1$ | = daya tiap lampu (watt) |
| N | = jumlah armatur |

2.2.12 Penentuan Titik Pengukuran

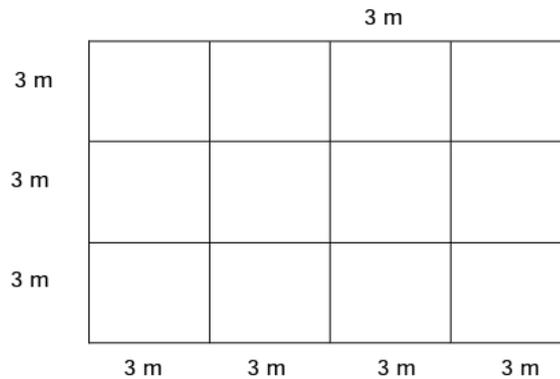
Penempatan titik lokasi pengukuran dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh hasil pengukuran yang lebih efisien dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Dalam konteks penerangan umum, untuk menentukan lokasi pengukuran dapat digunakan standar SNI 16-7062-2004 yang menetapkan titik potong garis panjang horizontal dan lebar ruangan pada jarak tertentu setinggi satu meter dari lantai. Jarak tertentu ini dapat bervariasi berdasarkan luas ruangan, termasuk:

1. Luas ruangan kurang dari 10 meter, maka jarak 1 meter menjadi titik potong horizontal panjang dan lebar.



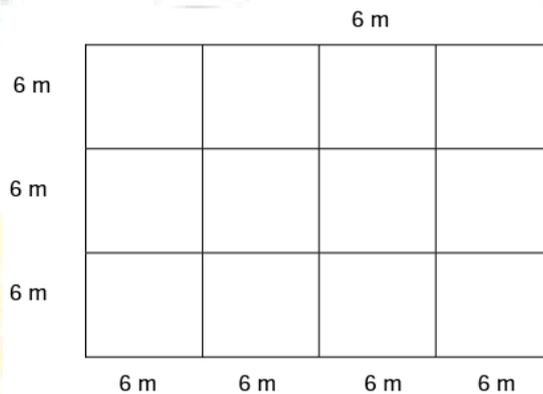
Gambar 2.2 Titik Pengukuran Luas Kurang dari 10 m²

2. Luas ruang antara 10 sampai 100 meter, maka jarak 3 meter menjadi titik potong horizontal panjang dan lebar.



Gambar 2.3 Titik Pengukuran Luas 10 sampai 100 m²

3. Luas ruang lebih dari 100 meter, maka jarak 6 meter menjadi titik potong horizontal panjang dan lebar.



Gambar 2.4 Titik Pengukuran Luas Lebih dari 100 m²

2.2.13 Standar Deviasi

Standar deviasi merupakan variasi dari suatu data atau nilai yang mengindikasikan seberapa jauh data tersebar dari nilai rata-ratanya. Standar deviasi digunakan untuk mengevaluasi apakah data yang telah di sampling telah memenuhi persyaratan atau tidak, dengan kata lain data yang telah di sampling tidak membuang nilai yang terlalu ekstrim. Untuk menghitung standar deviasi tunggal dapat digunakan persamaan 2.11, sedangkan untuk menghitung standar deviasi kelompok digunakan persamaan 2.12. Mencari nilai rata-rata dapat menggunakan

persamaan 2.13.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}}{\sum f_i} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

S = Standar deviasi

x_i = Nilai tengah

n = Jumlah data

\bar{x} = Nilai rata-rata

f_i = frekuensi

Standar deviasi digunakan untuk berbagai perhitungan seperti mengukur berat badan beberapa orang, banyaknya penggunaan listrik, dan lain-lain. Standar deviasi dapat dikatakan baik ketika nilainya lebih kecil dari nilai rata-rata.

2.2.14 Analisis Korelasi *Pearson*

Analisis korelasi *pearson* merupakan sebuah metode statistik yang digunakan untuk mengukur hubungan linier dua variabel, yaitu satu variabel bebas (*independen*) dan satu variabel terikat (*dependent*). Analisis korelasi *pearson* dilakukan guna mengetahui hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat secara parsial. Metode ini dapat memberikan informasi mengenai sejauh mana kedua variabel tersebut berhubungan dan arah hubungan tersebut.

Variabel bebas digunakan untuk memprediksi atau menjelaskan variasi dalam variabel terikat. Semakin tinggi koefisien korelasi maka terdapat hubungan

yang kuat antara kedua variabel. Pedoman dalam memberikan interpretasi koefisien korelasi menurut Sugiyono (2013) adalah sebagai berikut:

Tabel 2.10 Koefisien Korelasi *Pearson*

| Nilai | Keterangan |
|--------------|---------------|
| 0,00 – 0,199 | Sangat Rendah |
| 0,20 – 0,399 | Rendah |
| 0,40 – 0,599 | Sedang |
| 0,60 – 0,799 | Tinggi |
| 0,80 – 1,000 | Sangat Tinggi |

Besarnya nilai koefisien korelasi *pearson* dapat dicari menggunakan persamaan 2.14. Data-data yang dibutuhkan dalam menghitung koefisien korelasi *pearson* adalah data pengukuran (X_1), rata-rata data pengukuran (\bar{X}_1), selisih data pengukuran dengan rata-rata data pengukuran (X_2), data perencanaan, data rata-rata perencanaan, selisih data perencanaan dengan data rata-rata perencanaan (X_3), serta produk selisih yaitu perkalian antara selisih data pengukuran dengan rata-rata data pengukuran (X_2) dan selisih data perencanaan dengan data rata-rata perencanaan (X_3) yang dilambangkan dengan X_4 .

$$\text{Koefisien korelasi } Pearson = \frac{\sum X_4}{\sqrt{\sum X_2^2 \times \sum X_3^2}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

$\sum X_4$ = jumlah hasil perkalian produk selisih

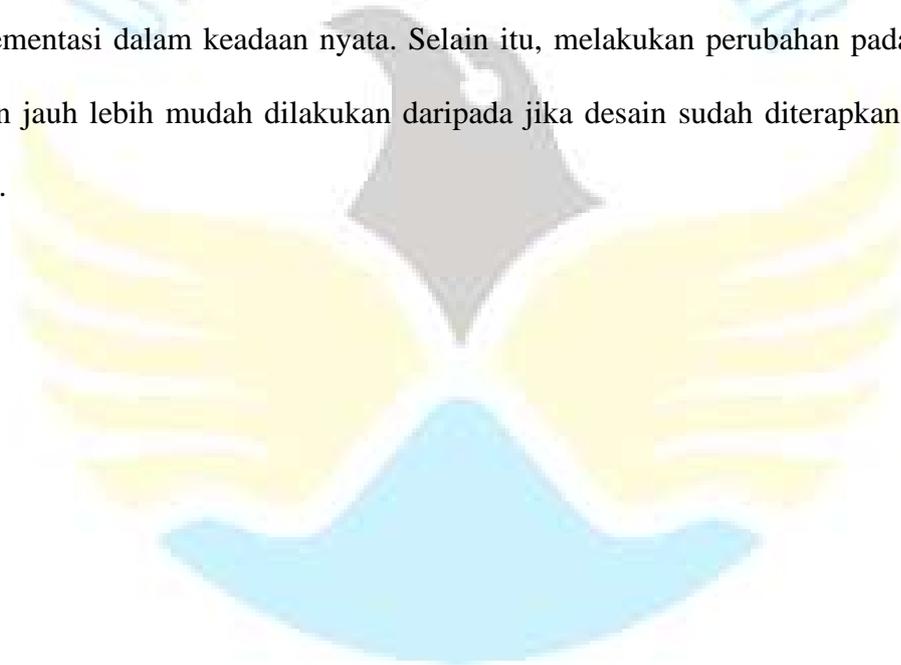
$\sum X_2^2$ = jumlah selisih data pengukuran dengan rata-rata data pengukuran kuadrat

$\sum X_3^2$ = jumlah selisih data perencanaan dengan data rata-rata perencanaan kuadrat

2.2.15 Software DIALux

Dialux merupakan perangkat lunak perencanaan pencahayaan ruangan yang berasal dari Jerman. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan visual rendering yang memungkinkan pengguna untuk melihat tampilan hasil secara virtual sebelum diimplementasikan secara nyata.

Simulasi digital tata cahaya, baik yang terkait dengan pencahayaan alami maupun buatan digunakan untuk memperkirakan kualitas pencahayaan sebelum diterapkan dalam keadaan yang sebenarnya. Dengan simulasi, maka penata cahaya dapat mencapai hasil maksimal dari ide yang digunakan sebelum melakukan implementasi dalam keadaan nyata. Selain itu, melakukan perubahan pada tahap desain jauh lebih mudah dilakukan daripada jika desain sudah diterapkan secara nyata.



BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan metode-metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, termasuk penjelasan mengenai bahan atau materi penelitian, peralatan, metodologi yang digunakan, variabel yang dipertimbangkan, data yang dibutuhkan, serta analisis hasil yang akan diuraikan di bawah ini.

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dalam penelitian ini berupa lux meter dengan tipe HS1010A sebagai alat untuk mengukur kuat pencahayaan dan software DIALux evo sebagai simulator. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah data spesifikasi ukuran dari Gedung Serbaguna di Secang yang diperoleh secara langsung oleh penulis yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Bahan-bahan Penelitian

| No | Bahan | Sumber Data |
|-----------|--|--------------------|
| 1 | Ukuran gedung | Primer |
| 2 | Ukuran tiap-tiap ruangan | Primer |
| 3 | Lampu yang dipakai | Primer |
| 4 | Bahan dan warna dinding, Bahan dan warna langit-langit, Bahan dan warna lantai | Primer |
| 5 | Data Nilai Kuat Pencahayaan | Primer |

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan seperti berikut:

a. Studi pustaka.

Studi pustaka ini dilakukan guna mempelajari serta memahami berbagai sumber referensi yang berkaitan dengan penelitian. Referensi didapat dari buku, jurnal atau penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan rancangan sistem pencahayaan di gedung olahraga.

b. Pengumpulan data.

Dalam hal ini teknik yang dipakai untuk mengumpulkan data spesifikasi dari Gedung Serbaguna Secang yaitu data primer. Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari sumber melalui observasi berupa pengukuran, pengamatan, penggambaran, dan dokumentasi terhadap gedung dan perlengkapannya di dalamnya.

c. Uji validitas data

Uji validitas data digunakan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan prediksi sistem perencanaan pencahayaan yang dilakukan. Hubungan antara prediksi sistem perencanaan dengan pengukuran aktual diukur dengan koefisien korelasi Pearson. Nilai hasil uji semakin dekat dengan 1 maka menunjukkan hubungan yang kuat antara prediksi sistem pencahayaan dengan pengukuran aktual.

d. Analisis Data

Pada tahap ini data yang didapat akan dibandingkan dengan standar SNI. Perbandingan data dengan standar SNI dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3. Hasil yang telah diuji akan divalidasi, jika hasil tersebut sudah standar maka tidak perlu dilakukan audit, sedangkan jika hasil belum mencapai standar maka perlu dilakukan audit serta simulasi.

e. Perancangan simulasi

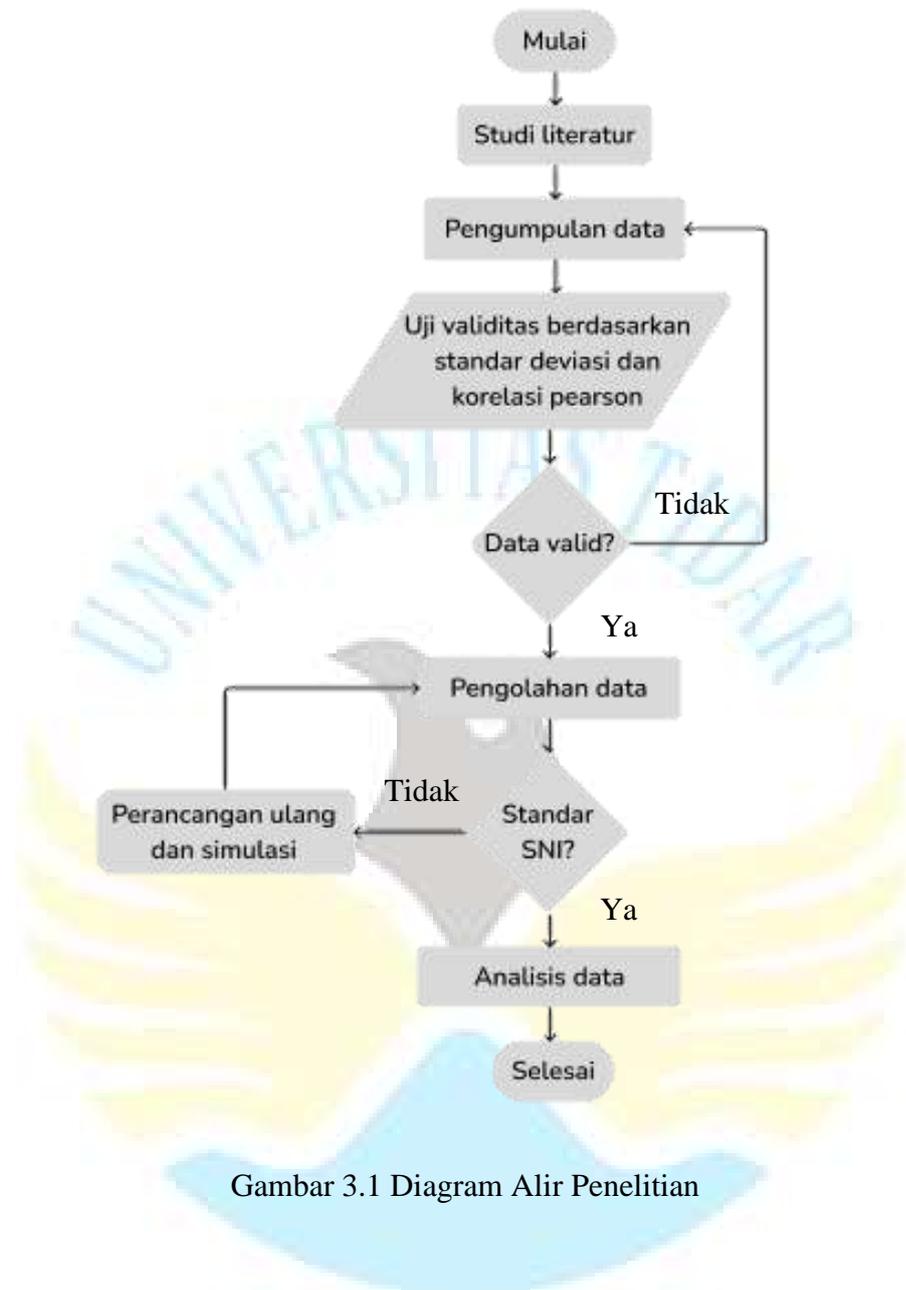
Perancangan pencahayaan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *software* Dialux. Sebelum memulai proses perancangan, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat ilustrasi denah Gedung Serbaguna. Ilustrasi ini dibuat dengan tujuan untuk menggambarkan secara akurat ukuran, posisi, dan lampu yang terpasang di gedung tersebut. Setelah ilustrasi selesai, dilakukan simulasi menggunakan *software* Dialux dan hasil simulasi tersebut dianalisis agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

f. Analisis hasil

Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil perancangan sistem pencahayaan yang telah direncanakan dan disimulasikan menggunakan *software* DIALux Evo. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi antara desain sistem pencahayaan yang ada sebelumnya dengan desain sistem pencahayaan yang baru.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir merupakan sebuah alat yang berguna dalam memvisualisasikan langkah-langkah dalam proses penelitian dimulai dari identifikasi topik yang melibatkan studi literatur, kemudian pengumpulan data melalui observasi, pengujian data, pengolahan data, standarisasi, dan analisis data. Diagram alir berikut ini dapat membantu menjelaskan bagaimana alur penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, M. S., Emidiana, E., dan Nurdiana, N. (2020). Evaluasi Kesilauan Lampu Penerangan Lapangan Stadion Bumi Sriwijaya Terhadap Kuat Penerangan Lampu Eksisting. *Jurnal Ampere*, 5(1), 41. <https://doi.org/10.31851/ampere.v5i1.4310>
- Badan Standarisasi Nasional. (2001). SNI 6575 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung. Jakarta: *Badan Standar Nasional*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja. *SNI 16-7062-2004 Tentang Pengukuran Intensitas Penerangan Di Tempat Kerja*, 1–14.
- Departemen Pekerjaan Umum Yayasan LPMB Bandung. (1994). SNI 03-3647-1994 Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Gedung Olahraga Departemen Pekerjaan Umum. *Yayasan LPMB, Bandung*, 28.
- GmbH, Zumtobel Lighting, The Lighting Handbook. Dornbirn: Schweizer Strasse 30, 2018.
- Indirwan, D., Pebrianti, I. K., Perawati, dan Azis, A. (2023). Evaluasi Sistem Penerangan Lapangan Bola Basket di Taman Dharma Wanita Palembang. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 9(2), 106-118.
- Isnaeni, L., Santoso, H. H., dan Wati, E. K. (2020). Optimasi Sistem Pencahayaan Buatan Pada Gedung Olahraga Hoki Di Kota Administrasi Jakarta Selatan. *Jurnal Ilmiah Giga*, 22(1), 33. <https://doi.org/10.47313/jig.v22i1.741>
- Mangkuto, R. A., Rahmaniah, F., dan Pinasthika, D. (2019). Analisis Sensitivitas dan Optimisasi Sistem Pencahayaan Elektrik pada Gedung Olahraga Bulu Tangkis. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 8(3), 299-307.
- Manolis, E., Doulos, L. T., Niavis, S., dan Canale, L. (2019). *The impact of energy efficiency indicators on the office lighting planning and its implications for office lighting market*. 2019 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe). doi:10.1109/eeeic.2019.8783856.
- Manyurang, A. R., dan B. Sudibya. (2022). Evaluasi Sistem Pencahayaan dan Penggunaan Energi Listrik pada Lampu Sorot di Gelanggang Olah Raga Kridosono Yogyakarta. *AVITEC*, 4(1), 13-26
- Ntoutsos, G., Doulos, L. T., Zerefos, S., Papalambrou, A., dan Balafoutis, T. (2021). Light pollution and sports lighting in dense urban areas: Early results in a case study of a stadium. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 899(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/899/1/012038>
- Pakkert, M., Rosemann, A. L. P., Duijnhoven, J. V., dan Donners, M. A. H. (2018). Glare Quantification for Indoor Volleyball. *Building and Environment* 143, 48-58.
- Philips Lighting B.V. 1986. Light and Perception. Netherlands.
- Salis, J. P., Suresh, A., dan Shailesh, K. . (2019). *Lighting Design Of An Indoor Sports Facility-A Case Study*. 2019 Second International Conference on Advanced Computational and Communication Paradigms (ICACCP).

- Sanyoto, R. L. (2019). EVALUASI PERANCANGAN SISTEM PENCAHAYAAN STADION MOCH. SUBROTO MAGELANG (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Subekti, M., Rahardjo, I. A., dan Kurniawan, R. A. (2020). Evaluation of The Pasar Rebo Sport Building Lighting Systems. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Sugiyono. (2013). Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: ALFABETA.
- Suresh, A., Salis, J.P, dan Shailesh K.R. (2019). *Lighting Optimization to save energy in an Indoor Sports Facility*. 2019 Second International Conference on Advanced Computational and Communication Paradigms (ICACCP).
- Sutrisno, M., Nurdiana, N., Irwansi, Y., dan Amin, M. S. A. (2021). Evaluasi Sistem Penerangan di Lapangan Bulu Tangkis Kampus B Universitas PGRI Palembang. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 8(2), 155-162.
- Taufani, A., dan Hariyanto, N. (2020). Studi Evaluasi Perencanaan Instalasi Penerangan Gedung Imigrasi Jakarta Utara. *Prosding Diseminasi Fakultas Teknologi Industri ITENAS*.
- Tepina, M. S., Gorlenko, N. V., dan Murzin, M. A. (2022). Studying the Impact of the Light Environment on the Health of Athletes Using the Example of an Educational Institution. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 988(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/988/2/022069>

LAMPIRAN 1

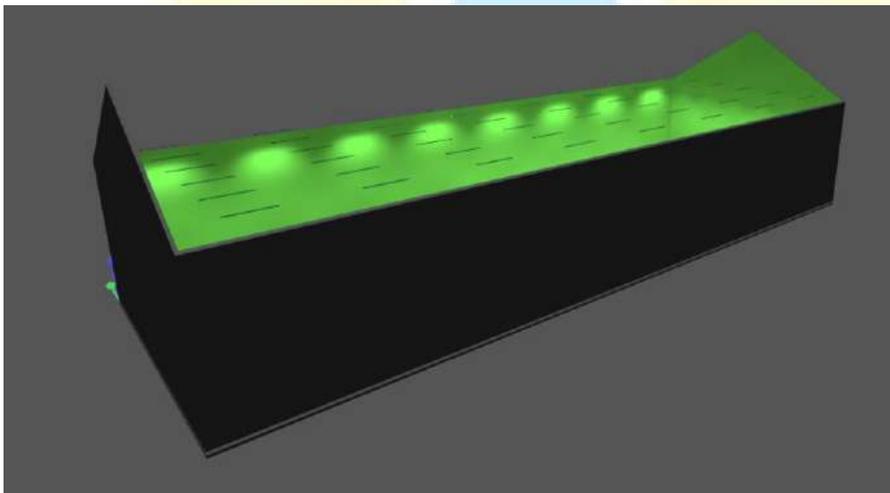
Hasil Pengukuran



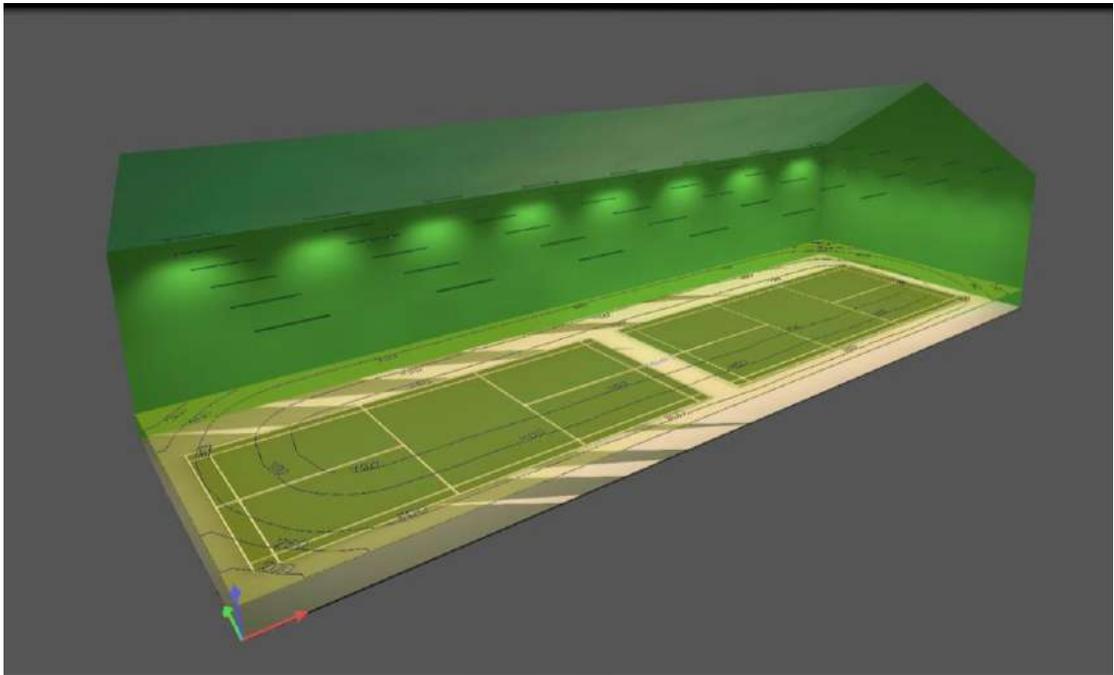




LAMPIRAN 2



Penempatan Titik Lampu pada DIALux



Hasil Simulasi pada DIALux

Results

| | Symbol | Calculated |
|---------------|----------------------------------|------------|
| Working plane | $\bar{E}_{\text{perpendicular}}$ | 394 lx |

Hasil Perhitungan DIALux

LAMPIRAN 3

Tabel Daftar RAB Alat yang Digunakan

| No | Nama barang | Unit | Harga per unit | Harga total |
|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | Lux meter | 1 | Rp 250.000 | Rp 250.000 |
| 2 | Dialux Evo | 1 | - | - |
| Total | | | | Rp 250.000 |

