

## Evaluation of Lighting and Power Systems At State Vocational School 1 Kramatwatu

### Evaluasi Sistem Penerangan Dan Tenaga Di SMK Negeri 1 Kramatwatu

Alif Kautsar<sup>1\*)</sup>, Irwanto Irwanto<sup>2)</sup> Mohammad Fatkhurrohman<sup>3)</sup>

<sup>1\*)</sup> Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,  
Serang, 42117

Email: [2283200052@untirta.ac.id](mailto:2283200052@untirta.ac.id)

<sup>2)</sup> Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,  
Serang, 42117

Email: [irwanto.ir@untirta.ac.id](mailto:irwanto.ir@untirta.ac.id)

<sup>3)</sup> Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,  
Serang, 42117

Email: [fatkhur0404@untirta.ac.id](mailto:fatkhur0404@untirta.ac.id)

\*) *Corresponding author*

**Abstract:** Evaluation of the electrical installation of a building is something that needs to be done so that the quality of the electrical installation remains in good condition and reliability. This research aims to evaluate the lighting system. Energy needs are currently playing an increasingly important role in human life, one of which is the problem that arises in the use of energy consumption in the New Classroom Building (RKB) at SMK Negeri 1 Kramatwatu. This research aims to determine the value of energy requirements in the RKB building (IKE, kWh, kVA and Cost Tariff), the RKB building is a building that has 2 floors with a total of 12 classrooms, this building was established at the end of 2023, the RKB building has never had an Energy Audit which is useful for identifying inefficient energy use, this energy audit can reduce energy use in order to increase the level of efficiency. To find out the results with data that has been collected using manual calculations and lighting simulations using DIALux software version 12.1. This RKB building uses energy of 17,154kWh/day, 85,770kWh/week, 343,080kWh/month and 4,322,960kWh/year. 226,925VA/Day, 1,134,625VA/Week, 4,538.5VA/Month and 54,462VA/Year. and customer rates Rp. 19,061;/Day, Rp. 95,308;/week, Rp. 381,234;/Month and Rp. 4,574,808;/Year on consumption of lighting power loads and other power loads.

**Keywords:** Energy, Energy Consumption, Intensity and Lighting Audit.

**Abstrak:** Evaluasi instalasi listrik terhadap suatu bangunan adalah hal yang perlu dilakukan agar kualitas dari instalasi listrik tersebut tetap terjaga kondisi dan keandalannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem penerangan. Kebutuhan energi saat ini semakin memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, salah satunya persoalan yang muncul dalam penggunaan konsumsi energi pada Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) di SMK Negeri 1 Kramatwatu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kebutuhan energi pada gedung RKB (IKE, kWh, kVA dan Tarif Biaya), gedung RKB ini bangunan yang memiliki 2 lantai dengan total 12 rombongan kelas, gedung ini berdiri sejak akhir tahun 2023, gedung RKB belum pernah dilakukan Audit Energi yang berguna untuk mengidentifikasi penggunaan energi yang tidak efisien, audit energi ini dapat mengurangi penggunaan energi agar meningkatkan tingkat keefisiensianya. Untuk mengetahui hasil dengan data yang sudah dikumpulkan menggunakan perhitungan manual dan simulasi penerangan menggunakan *software* DIALux versi 12.1. Gedung RKB ini menggunakan energi sebesar 17,154kWh/Hari, 85,770kWh/Pekan, 343,080kWh/Bulan dan 4.322,960kWh/Tahun. 226,925VA/Hari, 1.134,625VA/Pekan, 4.538,5VA/Bulan dan 54.462VA/Tahun. dan tarif pelanggan Rp. 19.061;/Hari, Rp. 95.308;/Pekan, Rp. 381.234;/Bulan dan Rp. 4.574.808;/Tahun pada konsumsi beban daya pencahayaan dan beban daya lainnya.

**Kata Kunci:** Audit Energi, Intensitas, Konsumsi Energi dan Pencahayaan.

DOI: <https://doi.org/10.37577/sainteks.v6i02.676>

Received: 05, 2024. Accepted: 07, 2024.

Published: 09, 2024

## **PENDAHULUAN**

Evaluasi instalasi listrik terhadap suatu bangunan adalah hal yang perlu dilakukan agar menjaga kualitas dari instalasi listrik tetap terjaga dengan kondisi dan keandalannya. Energi listrik adalah hal utama dalam menunjang berbagai aktifitas yang dilakukan dalam bangunan tersebut. Energi listrik merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan manusia, dimana semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat populasi penduduk Indonesia yang semakin tinggi maka permintaan akan tenaga listrik semakin meningkat. Listrik sebagai sumber kehidupan masyarakat selain berfungsi sebagai penerangan, juga berfungsi sebagai energi dalam mengembangkan segala usaha dan aktifitas sehari-hari. Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu (Kementrian ESDM, 2010).

Energi listrik sangat dibutuhkan bagi masyarakat modern sekarang ini. Seiring dengan kemajuan teknologi, permasalahan pada sistem instalasi listrik sering terjadi salah satunya pada kebutuhan energi listrik. Peningkatan kebutuhan energi listrik tidak saja dipengaruhi oleh banyaknya penduduk di suatu wilayah tetapi juga faktor aktifitas ekonomi penduduk yang terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Semakin tinggi aktifitas ekonomi maka akan semakin besar kebutuhan akan energi listriknya. Dapat dipastikan bahwa pertumbuhan suatu masyarakat modern, kebutuhan energi listrik pada umumnya akan meningkat sebanding dengan tingkat aktifitas ekonomi dan juga jumlah penduduk dalam wilayah tersebut (Rajagukguk, 2015).

SMK Negeri 1 Kramatwatu adalah instansi sekolah kejuruan yang berlokasi di Jl. Pancuran, Desa Lebakwana. Kecamatan Kramatwatu. Kabupaten Serang. Provinsi Banten. SMK Negeri 1 Kramatwatu memiliki gedung untuk sarana Kegiatan Belajar Mengajar (KBM). Dalam KBM ini diperlukan penggunaan energi listrik untuk menunjang KBM. Mengingat gedung di SMK Negeri 1 Kramatwatu ini belum pernah dilakukan audit energi maka penggunaan energi di SMK Negeri Kramatwatu belum bisa dikatakan efisien, oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan audit energi di SMK Negeri Kramatwatu dengan tujuan untuk mengetahui profil dan nilai penggunaan energi dan tingkat efisiensi di SMK Negeri Kramatwatu. Jika ini dibiarkan, maka akan mempengaruhi kondisi keandalan pada kegiatan belajar mengajar (KBM) pada gedung tersebut, dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik yang terus-menerus meningkat di SMK Negeri 1 Kramatwatu ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah kebutuhan penerangan satu fasa, kebutuhan tenaga didik untuk menggunakan alat-alat elektronik yang menggunakan energi listrik sebagai kebutuhan dalam proses belajar mengajar dan adanya peserta didik yang menggunakan energi listrik untuk kebutuhan pribadinya yang dilakukan diluar kebutuhan Kegiatan Belajar Mengajar (KBM).

Audit energi merupakan teknik yang digunakan untuk menghitung besarnya penggunaan energi pada suatu gedung serta menemukan berbagai solusi untuk hemat energi. Tujuan dari audit energi yaitu untuk mengukur penggunaan energi pada suatu gedung dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur yang sudah terpasang pada peralatan, kemudian akan dilakukan analisis dengan rinci pada penggunaan energi di beberapa sistem pada gedung tersebut. Kemudian akan ditemukan rekomendasi perubahan sistem atau komponen yang didasari oleh bukti perhitungan sehingga dapat diperoleh peluang hemat energi dan biaya beserta cara mengimplementasikannya (Ginting, 2022). Audit energi bertujuan untuk mengetahui profil penggunaan energi suatu bangunan gedung dan mencari upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi tanpa mengurangkan tingkat kenyamanan bangunan/gedung. Audit energi merupakan suatu teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Melalui audit energi kita dapat mengetahui pola distribusi energi,

sehingga bagian yang mengkonsumsi energi terbesar dapat diketahui dan bisa memberikan peluang penghematan energi apabila dilakukan peningkatan efisien (Amir Machmud, 2019).

Sekarang kebutuhan energi sangatlah dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sehari-hari dan cenderung tidak dapat ditinggalkan yaitu terutama kebutuhan energi listrik. Penggunaan kebutuhan energi akan terus tumbuh bersama bertambahnya populasi lebih cepat setiap tahunnya terutama energi listrik. Energi listrik adalah sumber energi utama untuk memenuhi kebutuhan energi dunia yang tidak dapat diperbaharui (Revana, 2018).

Berdasarkan data Kementerian ESDM, konsumsi listrik Indonesia dari tahun ke tahun makin meningkat. Faktanya peningkatan ini tidak setara dengan besaran pasokan energi listrik dari pembangkit listrik, jadi ini terjadi kerap kali mengakibatkan krisis dan ketidakterediaan energi listrik. Untuk mengantisipasi peningkatan ini, pemerintah juga meningkatkan kapasitas terpasang pembangkit listrik menjadi 65 GW dari 60 GW. Hingga akhir 2018, rasio elektrifikasi ditargetkan pada 95,15 persen dan akan mencapai 100 persen pada 2025 (Kementerian ESDM, 2018). Pemerintah terus berupaya meningkatkan konsumsi listrik perkapita. Secara tren, tercatat konsumsi listrik perkapita Indonesia terus meningkat sejak tahun 2017. Terbaru, pada 2023 realisasi konsumsi listrik rata-rata setiap orang di Indonesia mencapai 1.285kWh/kapita. Angka ini meningkat dari 1.173 kWh/kapita pada 2022.

Arifin Tasrif (ESDM, 2024) menyampaikan bahwa tahun 2024 konsumsi listrik ditargetkan mencapai 1.408 kWh/kapita. Pemerintah terus menyiapkan pasokan listrik guna mengantisipasi kenaikan konsumsi listrik masyarakat. "Realisasi konsumsi listrik per kapita di tahun 2023 mencapai 1.285 kWh per kapita. Kita targetkan di tahun 2024 itu mencapai 1.408 kWh per kapita. Ini tentu saja kita prediksi dari tren demand dan juga untuk itu kita harus bisa menyiapkan pasokannya. Pemerintah juga tengah berupaya untuk mengoptimalkan transmisi listrik di dalam negeri guna menurunkan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) pembangkit, supaya dapat menurunkan nilai subsidi listrik. Pemerintah juga sedang berupaya untuk dapat mengoptimalkan transmisi listrik di dalam negeri sehingga bisa mengefisienkan operasi-operasi dari pembangkit-pembangkit, dan menghasilkan cost BPP yang lebih murah. Nah tentu saja ini akan bisa memberikan dampak pengurangan terhadap subsidi listrik" (Arifin Tasrif, 2024).

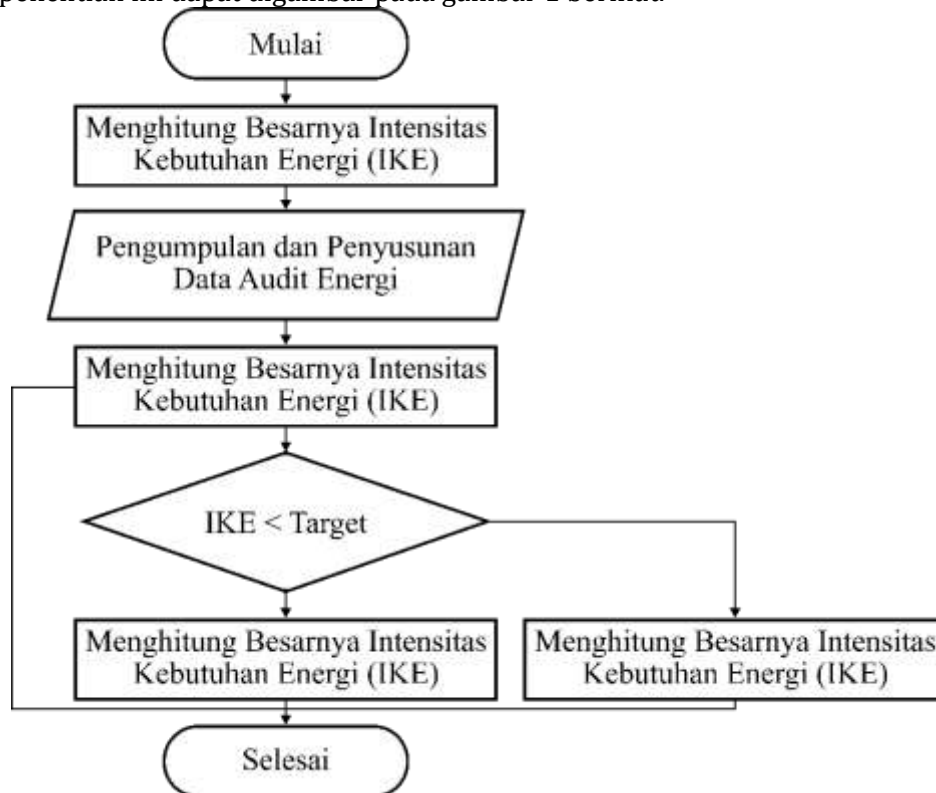
Kejadian kecil yang kerap terjadi selama ini pada sistem instalasi listrik dengan padamnya listrik yang banyak memungkinkan karena beban berlebih pada gedung-gedung yang ada, mungkin tanpa disadari akan sangat berdampak dan jika setiap waktu dilakukan akan mengakibatkan kelangkaan energi listrik. Ini disebabkan karena gaya hidup konsumtif konsumen yang boros dan tidak efisien, contohnya pembelian barang elektronik yang mengutamakan nilai gengsi daripada fungsi utamanya sebagai apa dan belum mendukung kegiatan produktif. Ini adalah contoh perilaku konsumtif konsumen. Selain itu, aktivitas manusia memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan telah mempercepat pemanasan global dan perubahan iklim (Molina, 2017). Maka dari itu kita sebagai konsumen harus menyesuaikan kebutuhan yang dibutuhkan pada kegiatan di rumah maupun diluar rumah.

Energi listrik merupakan salah satu faktor utama untuk pilar Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) di gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu. Terdapat beban-beban listrik yang digunakan pada waktu tertentu sehingga dapat dihitung besar konsumsi energi listriknya. Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data primer yaitu data hasil survei yang telah peneliti lakukan.

Menurut Stephen J Chapman (2002), Masalah pemborosan energi secara umum, sekitar 80% disebabkan oleh faktor manusia dan 20% disebabkan oleh faktor teknis. Pemborosan energi listrik berarti energi listrik terbuang sia-sia. Masalah pemborosan listrik sekarang menjadi masalah yang sangat penting untuk dihadapi, di mana ketersediaan sumber daya pembangkit listrik dengan kebutuhan konsumsi listrik sangat berbeda. Ini karena listrik digunakan secara berlebihan dan tidak sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan listrik yang berlebihan ini tidak hanya ditemukan di sektor rumah tangga, tetapi juga dapat ditemukan di sektor industri, bisnis (seperti hotel, mal/pusat perbelanjaan), kantor, sekolah, dan di kampus.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian keteknikan, penelitian ini adalah penelitian yang mengharuskan peneliti merencanakan, membuat dan memperbaharui sebuah sistem yang ada, dengan pendekatan kuantitatif dengan data yang sekunder dari hasil data tertulis pada objek ukur maupun alat ukur, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan hasil yang dapat pada berbagai disiplin ilmu dan industri serta memberikan solusi terhadap masalah-masalah praktis. Adapun alur penelitian ini dapat digambar pada gambar 1 berikut.

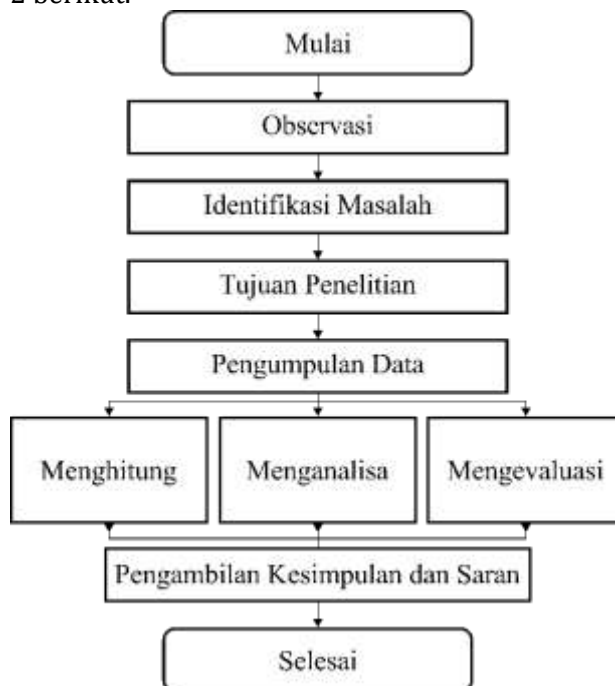


Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kebutuhan energi pada gedung RKB (IKE, kWh, kVA dan Tarif Biaya), gedung RKB ini bangunan yang memiliki 2 lantai dengan total 12 rombel kelas, gedung ini berdiri sejak akhir tahun 2023, gedung RKB belum pernah dilakukan Audit Energi yang berguna untuk mengidentifikasi penggunaan energi yang tidak efisien, audit energi ini dapat mengurangi penggunaan energi agar meningkatkan tingkat keefisiensinya, gedung menggunakan lampu untuk pencahayaan buatan, setiap kelas menggunakan 12 buah lampu TL (*Tubelamp*) jenis *fluorescent* dengan daya masing-masing lampu 8watt, sampling yang digunakan 3 ruang kelas lantai dasar pada gedung A yang memiliki kode ruangnya RKB-A 0001, RKB-A 0002 dan RKB-A 0003. Pada penelitian ini peneliti menggunakan beberapa alat ukur untuk mengetahui nilai suatu tegangan, arus dan lumenasi pada sistem penerangan, alat yang digunakan diantaranya: (1) Multimeter Digital yang digunakan untuk mengetahui nilai tegangan yang dipakai, (2) Tang Ampere untuk mengetahui arus yang mengalir pada sebuah sistem dan (3) Lux Meter yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada suatu bangunan gedung. Audit energi ini menggunakan audit awal yang meliputi pengumpulan data historis, dokumentasi dan pengamatan bangunan yang tersedia, data audit ini berguna untuk menentukan perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE), potensi penghematan energi dan persiapan laporan audit untuk dilakukan atau tidaknya perencanaan ulang.

Penelitian menggunakan data hasil yang sudah didapatkan dari hasil pengukuran dan data tulis, data-data tersebut dihitung untuk membuat suatu perbandingan antara data tertulis dan hasil ukur, setelah data akan di konversikan dalam bentuk KVA (kilo Volt Ampere) dan Tarif

Konsumen sesuai golongan pada penggunaan batas daya. Penelitian ini menggunakan metode untuk mengumpulkan data diantaranya observasi, kajian pustaka, wawancara dan dokumentasi, dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



**Gambar 2. Langkah-langkah Pengumpulan Data**

Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai pada Intensitas Kebutuhan Energi (IKE). Intensitas Kebutuhan Energi (IKE) merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik, pada esensinya Intensitas Kebutuhan Energi ini ialah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu hari, satu minggu, satu bulan dan satu tahun) dengan total luasan bangunan yang menggunakan energi. Adapun rumus yang digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung nilai Intensitas Kebutuhan Energi (IKE) sebagai berikut:

$$IKE = \frac{kWh \text{ Total/Tahun}}{Luas \text{ Bangunan}} \dots\dots\dots 1$$

kWh Total : Jumlah total penggunaan *Kilo Watt Hour/Tahun*

Luas Bangunan : Luas yang dihitung dari panjang dan lebarnya

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini merupakan penelitian yang difokuskan pada evaluasi sistem penerangan gedung Ruang Kelas Baru (RKB) di SMK Negeri 1 Kramatwatu. Berdasarkan hasil penelitian, peneliti melakukan analisis secara menyeluruh, berikut hasil analisis yang dilakukan peneliti.

**Tabel 1. Nilai IKE Bangunan Gedung Tidak ber-AC**

No	Kriteria	Keterangan
1	Efisien (10-20) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konservasi energi listrik b) Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur c) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi
2	Cukup Efisien (20-30) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi b) Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan

3	Boros (30-40) kWh/m2/Tahun	a) Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
4	Tidak Efisien (40-50) kWh/m2/Tahun	a) Instalasi peralatan, desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi b) Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan c) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

Sumber: Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2006.

**Tabel 2. Tingkat minimum Lumen pada Bangunan Gedung**

Area	Nilai Minimum Lumen	Sumber
Area Ruang Kelas	250	SNI nomor 03-6575-2001
Area bangunan umum- Koridor	100	Lighting Manual 5 <sup>th</sup> ed., 1993:447-452

**Tabel 3. Data Perangan Hasil Observasi Dengan Data Tertulis**

Kode Ruangan	Nama Area	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Intensitas (Lux)	Jumlah Lampu
RKB-A 0001	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-A 0002	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-A 0003	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-A 0004	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-A 0005	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-A 0006	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-B 0001	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-B 0002	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-B 0003	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-B 0004	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-B 0005	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-B 0006	Ruang Kelas	220	0,070	8	250	12
RKB-A Lt.1	Koridor	220	0,12	18	100	6
RKB-A Lt.2	Koridor	220	0,12	18	100	6
RKB-B Lt.1	Koridor	220	0,12	18	100	6
RKB-B Lt.2	Koridor	220	0,12	18	100	6

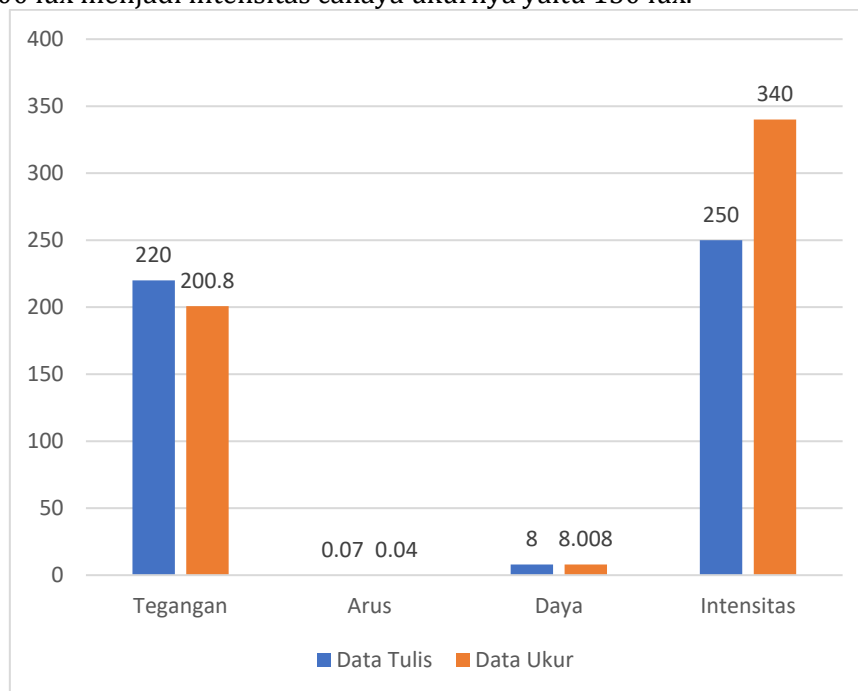
Pada tabel 3 diatas, data didapatkan secara tertulis pada objek pengambilan dari objek yang digunakan pada area ruang kelas adalah lampu jenis *Tube Lamp (TL) fluorescent* lamp dipasang 12 buah lampu untuk masing-masing ruang kelas dengan daya tertulisnya 8watt, 0,070ampere untuk arus dan sumber tegangan 220volt. Dan objek yang digunakan pada area koridor adalah lampu jenis *Downlight* dipasang 6 buah lampu untuk masing-masing koridor dengan daya tertulisnya 18watt, 0,120ampere untuk arus dan sumber tegangan 220volt.

**Tabel 4. Data Perangan Hasil Observasi Dengan Data Terukur**

Kode Ruangan	Nama Area	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Intensitas (Lux)	Jumlah Lampu
RKB-A 0001	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-A 0002	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-A 0003	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12

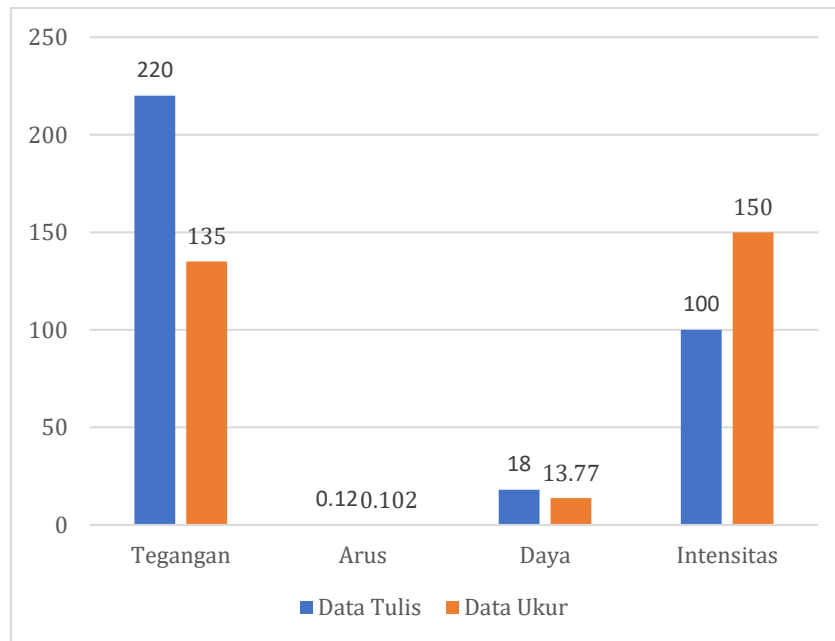
RKB-A 0004	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-A 0005	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-A 0006	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-B 0001	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-B 0002	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-B 0003	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-B 0004	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-B 0005	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-B 0006	Ruang Kelas	200,2	0,040	8,008	340	12
RKB-A Lt.1	Koridor	135	0,102	13,77	150	6
RKB-A Lt.2	Koridor	135	0,102	13,77	150	6
RKB-B Lt.1	Koridor	135	0,102	13,77	150	6
RKB-B Lt.2	Koridor	135	0,102	13,77	150	6

Pada tabel 4 diatas, data didapatkan dengan cara mengukur satu persatu objek yang akan di ukur, pada tabel diatas dapat diketahui bahwa data tertulis dengan data terukur didapatkan sedikit perbedaan pada kategori tegangan, arus, daya dan lumenasi. Pada tegangan tertulis di area ruang kelas yang nilainya 220volt menjadi tegangan ukurnya yaitu 200,2 volt, arus tertulis 0,070 ampere menjadi arus ukurnya 0,040 ampere, daya tertulis 8watt menjadi daya ukurnya yaitu 8,008watt dan intensitas cahaya minimal tertulisnya 250 lux menjadi intensitas cahaya ukurnya yaitu 340lux. Sedangkan pada tegangan tertulis di area koridor yang nilainya 220volt menjadi tegangan ukurnya yaitu 135 volt, arus tertulis 0,120 ampere menjadi aru ukurnya 0,102 ampere, daya tertulis 18watt menjadi daya ukurnya yaitu 13,77watt dan intensitas cahaya minimal tertulisnya 100 lux menjadi intensitas cahaya ukurnya yaitu 150 lux.



**Gambar 3. Perbandingan Data Tulis dan Data Ukur pada Area Ruang Kelas**

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan data perbandingan untuk tegangan tertulis adalah 220V dan tegangan ukur adalah 200,8V. Perbandingan untuk arus tertulis adalah 0,070A dan tegangan ukur adalah 0,4A. Perbandingan untuk daya tertulis adalah 8W dan daya ukur adalah 8,008W. Perbandingan untuk standar intensitas pada siang hari adalah 250lux dan hasil intensitas pengukuran adalah 340lux.



**Gambar 4. Perbandingan Data Tulis dan Data Ukur pada Area Koridor**

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa dengan data perbandingan untuk tegangan tertulis adalah 220V dan tegangan ukur adalah 135V. Perbandingan untuk arus tertulis adalah 0,120A dan tegangan ukur adalah 0,102A. Perbandingan untuk daya tertulis adalah 18W dan daya ukur adalah 13,77W. Perbandingan untuk standar intensitas pada siang hari adalah 100lux dan hasil intensitas pengukuran adalah 150lux.

Untuk mengetahui nilai dalam bentuk Wh dan kWh dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$kWh / (\text{Hari/Pekan/Bulan/Tahun}) = \text{Jumlah Aspek} \times \text{Daya (W)} \times \text{Waktu} \dots\dots\dots 2$$

Sebelum melakukan perhitungan, perlu untuk mengetahui waktu dalam sehari penggunaan penerangan pada area kelas dan area koridor, untuk area kelas, waktu penggunaan penerangan yaitu 9jam dimulai pada pukul 07.00 s/d 16.00, sedangkan untuk area koridor waktu penggunaan penerangan yaitu 12jam dimulai pukul 18.00 s/d 06.00, untuk area ruang kelas penggunaan penerangannya pagi s/d sore hari sedangkan untuk area koridor hanya malam hari s/d dini hari. Dengan menggunakan rumus diatas dapat dihitung penggunaan energi untuk sistem penerangan sebagai berikut:

**Perhitungan Beban Penerangan Area Kelas**

- |  |  |
|--|--|
| <p>1) Beban Penerangan Kelas/Tahun<br/>kWh/Tahun = 144×8×2160<br/>= 2.488.320 Wh<br/>= 2.488,320 kWh</p> | <p>3) Beban Lainnya (Proyektor)<br/>kWh/Tahun = 3×250×720<br/>= 540.000 Wh<br/>= 540 kWh</p>   |
| <p>2) Beban Penerangan Koridor /Tahun<br/>kWh/Tahun = 24×14×2880<br/>= 967.680 Wh<br/>= 967,680 kWh</p>  | <p>4) Beban Lainnya (Kipas Angin)<br/>kWh/Tahun = 1×50×2160<br/>= 108.000 Wh<br/>= 108 kWh</p> |

Dari perhitungan di atas, diketahui hasil total pada penggunaan beban daya penerangan dan beban daya beban lainnya (Printer, Proyektor dan Kipas angin) mencapai 17,154kWh/Hari, 85,770kWh/Pekan, 343,080kWh/Bulan dan 4.356,960kWh/Tahun.

Berikutnya perhitungan untuk daya semu (atau daya nyata ditambah aktif power), untuk menghitung konversi dari kW ke KVA dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$VA = kW / PF \dots\dots\dots 3$$

Dimana PF adalah power faktor pada perhitungan VA dapat ditentukan yaitu sebesar 0,8, dan jumlah total nilai kW satu hari, satu pekan, satu bulan dan satu tahun paada tabel berikut dan berikut perhitungan dan tabelnya:

**Tabel 5. Data Penggunaan Daya (kW) Menurut Waktu**

Jenis Beban	Kilo Watt (kW)			
	Perhari	Perpekan	Perbulan	Pertahun
Beban Daya Penerangan	14,400	72,000	288,000	3.456,000
Beban Daya Lainnya	2,754	13,770	55,080	660,960
Total	17,154	85,770	343,080	4.116,960
Total Keseluruhan	4.356,960			

Perhitungan beban daya VA pada beban penerangan

- |  |  |
|--|--|
| 1) VA Beban Penerangan/Hari<br>VA/Hari = 14,4/0,08<br>= 180 VA               | 3) VA Beban Penerangan/Bulan<br>VA/Bulan = 288,0/0,08<br>= 3.600 VA    |
| 2) Perhitungan VA Beban Penerangan/Pekan<br>VA/Pekan = 72,0/0,08<br>= 900 VA | 4) VA Beban Penerangan/Tahun<br>VA/Tahun = 3.456,0/0,08<br>= 43.200 VA |

Perhitungan beban daya VA pada beban lainnya

- |   |  |
|---|--|
| 1) VA Beban Lainnya/Hari<br>VA/Hari = 2,754/0,08<br>= 34,925 VA     | 3) VA Beban Lainnya /Bulan<br>VA/Bulan = 55,08/0,08<br>= 688,5 VA    |
| 2) VA Beban Lainnya /Pekan<br>VA/Pekan = 13,77/0,08<br>= 172,125 VA | 4) VA Beban Lainnya /Tahun<br>VA/Tahun = 660,96/0,08<br>= 8.262,0 VA |

Dari perhitungan di atas, diketahui hasil total pada penggunaan beban daya penerangan dan beban daya beban lainnya (Printer, Proyektor dan Kipas angin) mencapai 226,925VA/Hari, 1.072,125VA/Pekan, 4.288,5VA/Bulan dan 51.462VA/Tahun. Berikutnya perhitungan untuk tarif/VA dengan batas daya 3 phase yaitu 10600VA termasuk ke golongan S-1 (Sosial-1) dengan batasan 13000VA dan tarif menurut waktunya dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tarif} = \text{VA} \times \text{Tarif VA}$$

Diamana tarif per-VA pada penggunaan kWh meter dengan batasan Miniature Circuit Breaker (MCB) yaitu RP. 84/VA, berikut perhitungannya:

Perhitungan Tarif (Rupiah) pada beban penerangan

- |  |  |
|--|--|
| 1) Tarif Beban Penerangan/Hari<br>Tarif/Hari = 180×84<br>= Rp. 15.120;   | 3) Tarif Beban Penerangan/Bulan<br>Tarif/Bulan = 3.600×84<br>= Rp. 302.400;    |
| 2) Tarif Beban Penerangan/Pekan<br>Tarif/Pekan = 900×84<br>= Rp. 75.600; | 4) Tarif Beban Penerangan/Tahun<br>Tarif/Tahun = 43.200×84<br>= Rp. 3.628.800; |

Perhitungan Tarif (Rupiah) pada beban lainnya

- |   |  |
|---|--|
| 1) Tarif Beban Lainnya/Hari<br>Tarif/Hari = 2,754×84<br>= Rp. 231,336;    | 3) Tarif Beban Lainnya/Bulan<br>Tarif/Bulan = 688,5×84<br>= Rp. 57.834;    |
| 2) Tarif Beban Lainnya/Pekan<br>Tarif/Pekan = 13,77×84<br>= Rp. 1.156,68; | 4) Tarif Beban Lainnya/Tahun<br>Tarif/Tahun = 8.262,0×84<br>= Rp. 694.008; |

Dari perhitungan di atas, diketahui hasil total pada penggunaan beban daya penerangan dan beban daya beban lainnya (Printer, Proyektor dan Kipas angin) mencapai Rp. 15.351;/Hari, Rp. 76.756;/Pekan, Rp. 360.234;/Bulan dan Rp. 4.322.808;/Tahun. Setelah selesai melakukan dan mengetahui hasil-hasil peritungan kW, VA dan Rupiah (Rp.) Selanjutnya menentukan Intensitas Kebutuhan Energi (IKE), untuk menentukan IKE perlu mengetahui data kilo Watt dan Luas Bangunan, bangunan yang diteliti merupakan bangunan non-AC. Volume luas bangunan gedung

RKB ini dengan mengkategorikan *Area Room* dan *Area Nonroom*, dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 6. Luas Bangunan Area Room dan Nonroom**

Area	Panjang (M)	Lebar (M)	Luas/Lantai (M <sup>2</sup> )	Luas Total (M <sup>2</sup> )
Room	35,1	10,4	365,04	1.460,16
Nonroom	39	2,6	101,40	405,60

Pada tabel 6 di atas untuk melakukan perhitungan Intensitas Kebutuhan Energi (IKE) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IKE = \frac{kWh\ Total\ (kWh/Tahun)}{(Area\ Room+Area\ Non\ Room)}$$

Dari rumus di atas, dapat dihitung untuk mengetahui nilai Intensitas Kebutuhan Energi (IKE), berikut perhitungannya:

$$IKE = \frac{4.116,96kWh/Tahun}{(1.460,16+405,60)}$$

$$IKE = \frac{4.116,96kWh/Tahun}{(1.865,76)}$$

$$IKE = 2.20kWh/Tahun/m^2$$

Pada audit awal ini kita perlu menghitung IKE (Intensitas Kebutuhan Energi) Listrik di Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu, untuk menentukan apakah perlu audit rinci atau tidak. Menurut Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional nilai IKE dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC, golongan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 7. IKE Bangunan Gedung Tidak ber-AC**

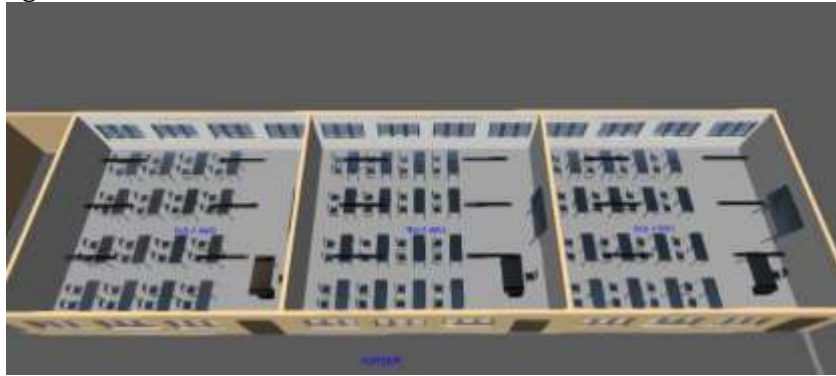
Kriteria	Keterangan
Efisien (10-20) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	1) Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konfersi energi listrik 2) Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur 3) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi
Cukup Efisien (20-30) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	1) Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi 2) Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan
Boros (30-40) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	1) Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari 2) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
Tidak Efisien (40-50) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	1) Instalasi peralatan, desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi 2) Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan 3) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

Sumber: Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2006

Dilihat pada tabel 7 di atas bahwa nilai Intensitas Kebutuhan Energi (IKE), jika disamakan dengan standar nilai IKE menurut (Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2006) untuk Bangunan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu ini sangat efisien.

Perancangan sistem pencahayaan dilakukan pada 3 ruangan yaitu RKB-A 0001, RKB-A 0002 dan RKB-A 0003 yang ada di Gedung Ruang Kelas Baru SMK Negeri 1 Kramatwatu dengan menggunakan software DIALux Evo 12.1 dan mengacu pada standar SNI 03-6575-2001. Rancangan tersebut semaksimal mungkin dibuat untuk mencapai tingkat penerangan yang sesuai dengan standar yang berlaku dengan menyesuaikan sifat pencahayaan dan parameter-parameter yang ada pada kondisi gedung sebenarnya yang terdapat pada setiap ruang. Berikut ini adalah

tampilan 3D hasil simulasi perancangan sistem pencahayaan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan standar SNI 03-6575-2001.



**Gambar 5. Desain Sistem Pencahayaan Buatan Gedung RKB SMK Negeri 1Kramatwatu**

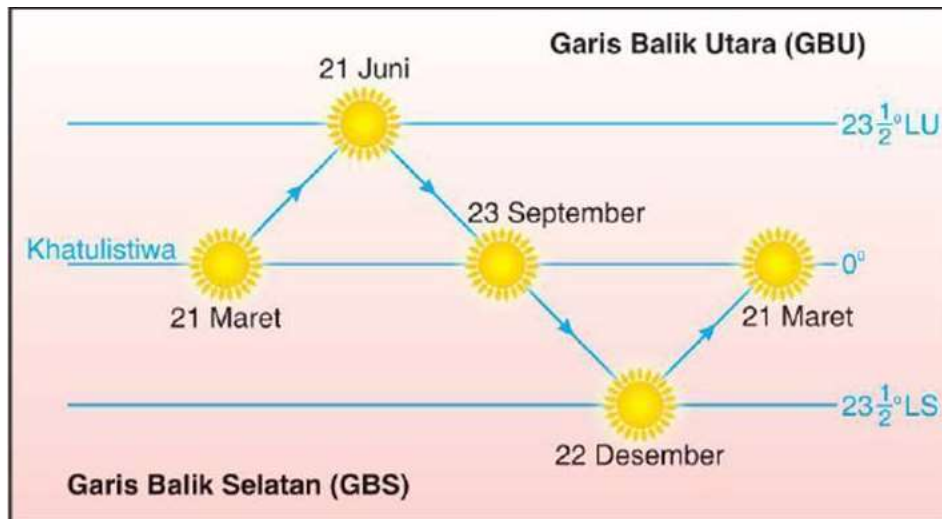


**Gambar 6. Tampak Luar Gedung Ruang Kelas Baru**



**Gambar 7. Tampak Dalam Gedung Ruang Kelas Baru**

Dari gambar 5 di atas dapat dilihat dan diketahui jika penggunaan pencahayaan di dalam ruang kelas sebanyak 6 titik lampu dengan total 12 lampu, jenis lampu yang digunakan lampu *Tube Lamp (TL) fluorescent* dengan daya 8 watt, fluks cahaya 800lm dan *Color Temperature (Kelvin) 6500K*. Pada software DIALux Evo 12.1 dapat me-simulasikan dengan waktu tertentu, maka dari itu perlu untuk mengetahui pergeseran matahari di waktu tertentu, dapat di lihat pada gambar di bawah ini:

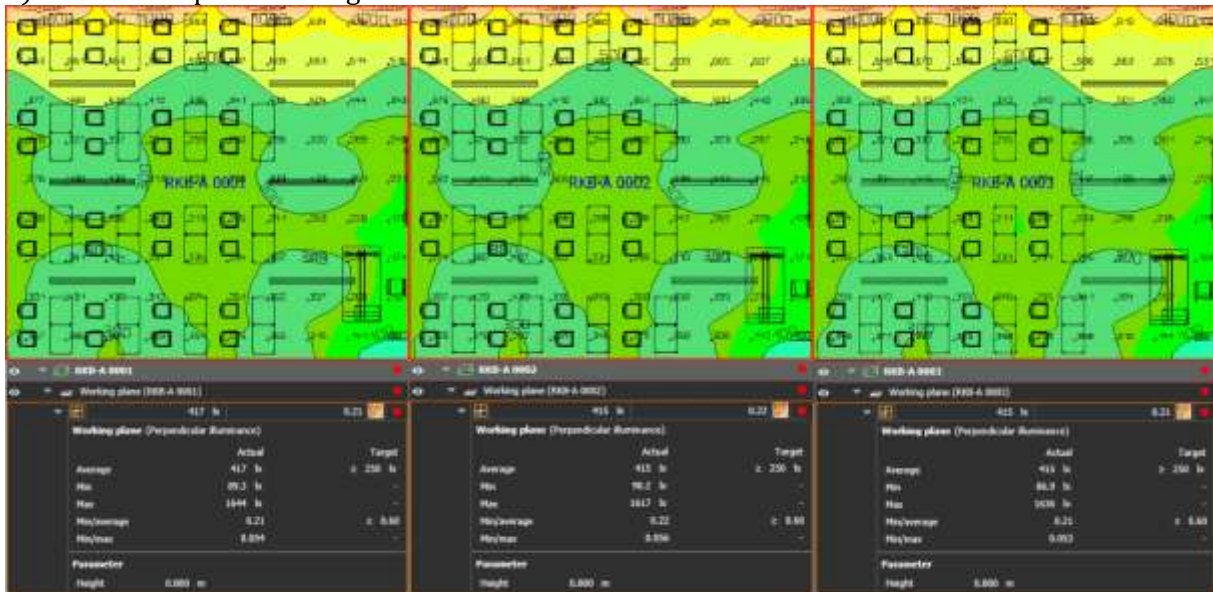


Gambar 8. Pergeseran Matahari

Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

Setelah mengetahui dan memahami pergeseran matahari yang ada di Indonesia menurut BMKG, waktu yang akan di simulasikan ada tiga waktu, yaitu (1) Garis Khatulistiwa (21 Maret), (2) Garis Lintang Utara (21 Juni) dan (3) Garis Lintang Selatan (22 Desember).

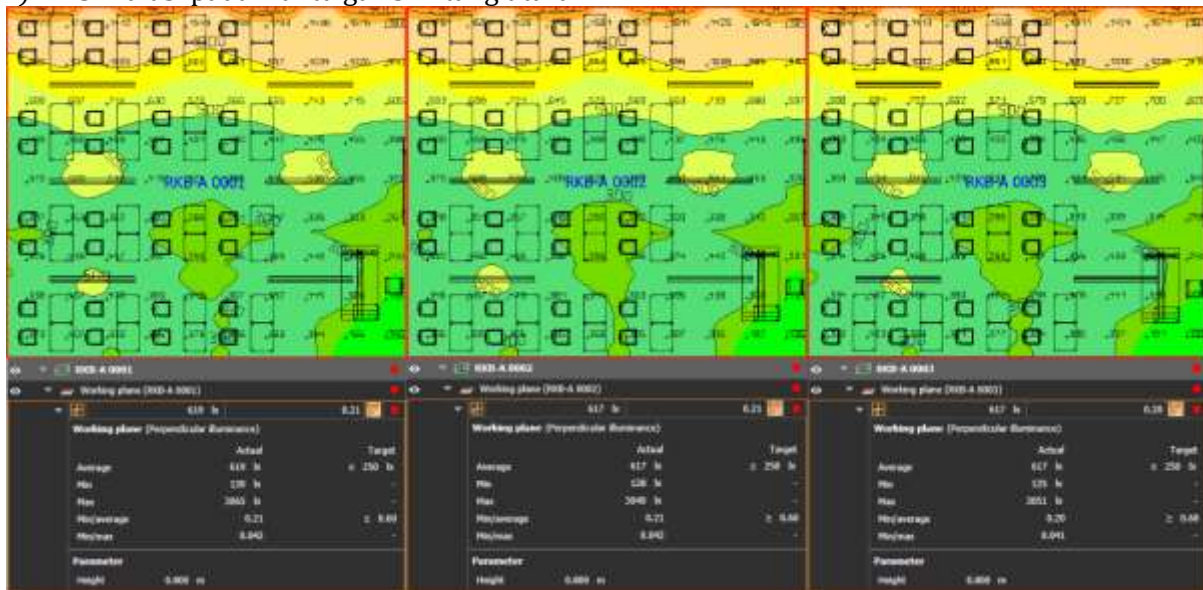
1) Simulasi pada waktu garis khatulistiwa



Gambar 9. Data Simulasi DIALux dengan waktu Garis Khatulistiwa

Gambar 9 di atas merupakan hasil simulasi dengan waktu pada garis khatulistiwa, dimana rata-rata lumen pada RKB-A 0001 berkisar 440lx, RKB-A 0002 berkisar 439lx dan RKB-A 0003 berkisar 521lx dari target 250lx, pengukuran ini di ukur dari atas benda kerja yaitu meja belajar, tinggi benda kerja ini 80cm, berikut hasil penyebaran cahaya, garis isolux dan warna garis warna:

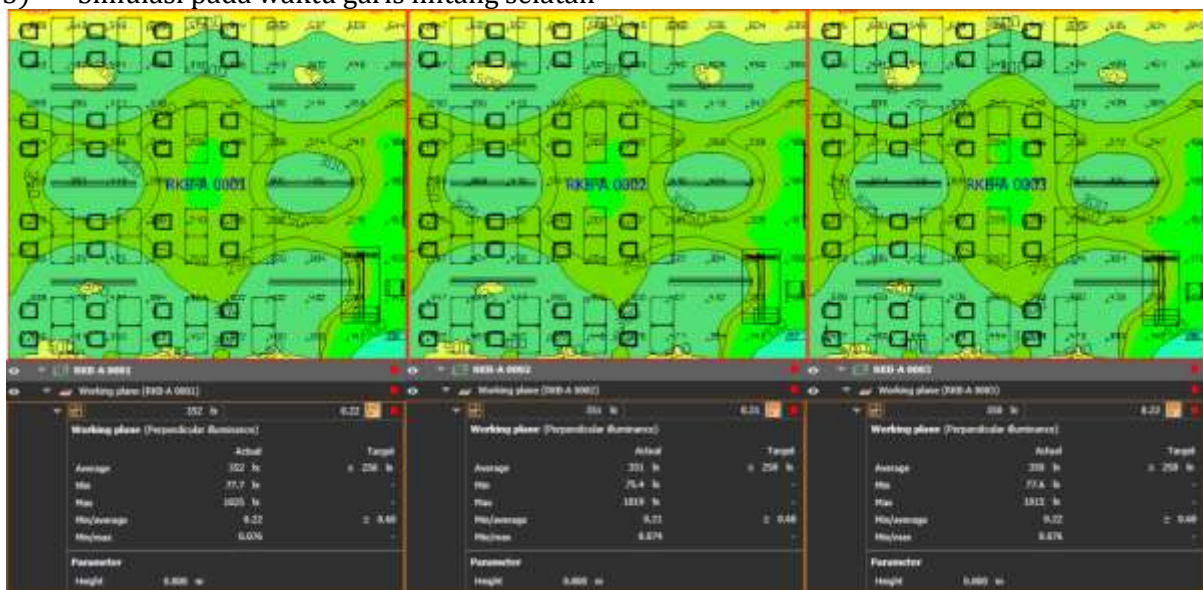
2) Simulasi pada waktu garis lintang utara



Gambar 10. Data Simulasi DIALux dengan waktu Garis Lintang Utara

Gambar 10 di atas merupakan hasil simulasi dengan waktu pada garis khatulistiwa, dimana rata-rata lumen pada RKB-A 0001 berkisar 544lx, RKB-A 0002 berkisar 544lx dan RKB-A 0003 berkisar 545lx dari target 250lx, pengukuran ini di ukur dari atas benda kerja yaitu meja belajar, tinggi benda kerja ini 80cm, berikut hasil penyebaran cahaya, garis isolux dan warna garis warna:

3) Simulasi pada waktu garis lintang selatan

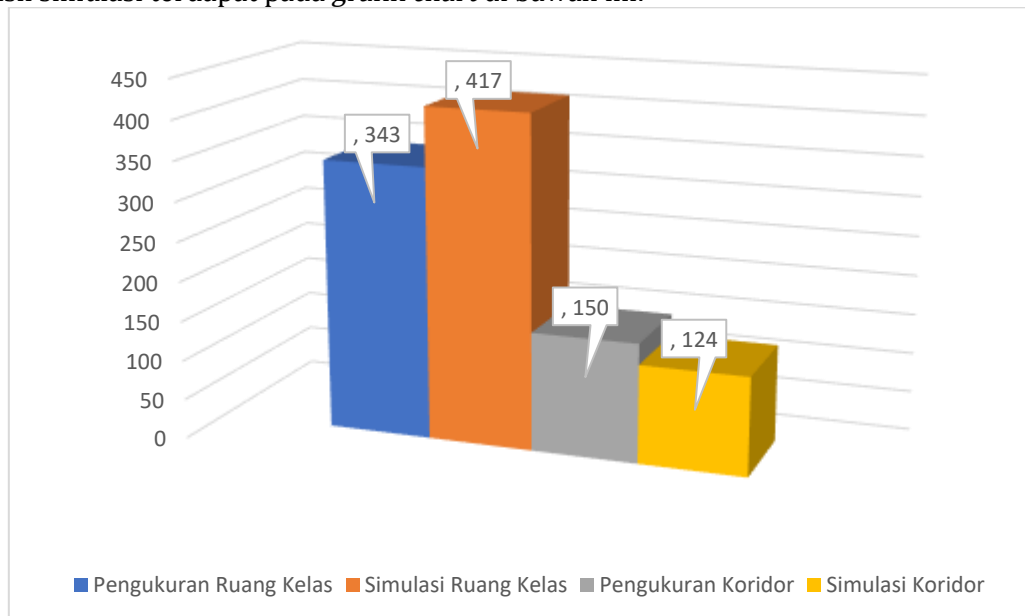


Gambar 11. Data Simulasi DIALux dengan waktu Garis Lintang Selatan

Gambar 11 di atas merupakan hasil simulasi dengan waktu pada garis khatulistiwa, dimana rata-rata lumen pada RKB-A 0001 berkisar 177lx, RKB-A 0002 berkisar 176lx dan RKB-A 0003 berkisar 259lx dari target 250lx, pengukuran ini di ukur dari atas benda kerja yaitu meja belajar, tinggi benda kerja ini 80cm, berikut hasil penyebaran cahaya, garis isolux dan warna garis warna:

Berdasarkan simulasi perancangan sistem pencahayaan buatan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu yang dirancang ulang dengan menggunakan software DIALux Evo 12.1 telah memenuhi standar sesuai dengan SNI 03- 6575-2001 untuk seluruh ruangan. Total daya maksimum berdasarkan data eksisting yaitu sebesar 17962 watt, sedangkan total daya

maksimum berdasarkan data redesain yaitu sebesar 967,680 kilo Watt. Oleh karena itu, selisih daya dari sistem pencahayaan buatan desain lama dan desain ulang Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu adalah 4638,6 watt. Selisih daya tersebut disebabkan adanya penambahan maupun pengurangan lampu pada beberapa ruangan untuk memenuhi standar SNI 03-6575- 2001. Untuk mengetahui perbandingan tingkat pencahayaan pada hasil pengukuran dan hasil simulasi terdapat pada *grafik chart* di bawah ini:



**Gambar 12. Hasil Perbandingan Pengukuran Pencahayaan dan Hasil simulasi**

Berdasarkan simulasi perancangan sistem pencahayaan buatan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu yang dirancang ulang dengan menggunakan software DIALux Evo 12.1 telah memenuhi standar sesuai dengan SNI 03- 6575-2001 untuk seluruh ruangan. Nilai target pada area ruang kelas sebesar 250lux dan area koridor sebesar 100lux, area kelas ini sesuai dengan SNI 03- 6575-2001 dan area koridor Lighting Manual 5<sup>th</sup> ed., 1993:447-452. Setelah dilakukan evaluasi sistem penerangan dengan melakukan simulasi menggunakan manufaktur lampu Philips Lighting, diperoleh tingkat pencahayaan yang memenuhi standar yang ditetapkan.

Pada audit awal ini kita perlu menghitung IKE (Intensitas Kebutuhan Energi) Listrik di Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu sebesar 2.20kWh/Tahun/m<sup>2</sup>, untuk efisiensi energi dapat menggunakan jenis lampu LED dengan daya yang lebih menurun untuk meningkatkan serta penghematan energi dilingkungan SMK Negeri 1 Kramatwatu dan hasilperhitungan biaya konsumsi energi sebesar Rp. 4.322.808 pertahun.

## SIMPULAN

Nilai IKE gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu sebesar 2.20kWh/Tahun/m<sup>2</sup>. Dengan diperoleh hasil tersebut, bisa diketahui bahwa nilai IKE di gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu sangat efisien. Ini didasarkan pada parameter Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2006. Kondisi gedung RKB ini sering meningkatkan peningkatan konsumsi energi, untuk itu perlu setiap periodenya dilakukan pengecekan konsumsi energinya, karena bisa saja disebabkan bertambahnya populasi pada lingkungan SMK Negeri 1 Kramatwatu yang setiap periodenya semakin meningkat. Performa konsumsi energi di gedung Ruang Kelas Baru (RKB) SMK Negeri 1 Kramatwatu yaitu mulai dari beban pencahayaan sebesar 3.456 kWh/tahun dan tarif pelanggan Rp. 3.628.800/tahun dan untuk efisiensi energi dapat menggunakan jenis lampu LED dengan daya yang lebih menurun untuk meningkatkan serta penghematan energi dilingkungan SMK Negeri 1 Kramatwatu.

**DAFTAR PUSTAKA**

- A. Machmud and H. Muborak, "Audit Energi dan Peluang Konservasi Energi Listrik di PT. Arelsi Karya Sejahtera," Universitas Islam Indonesia, 2019.
- ASEAN-USAID. 1992. *Building Energi Conservation Project. ASEAN-Lawrence Barkeley Labolatory*
- Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2006. Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasan Di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Ginting, S, O., Manuaba, I, B, G., Pemayun, G, M. (2022). "Audit Energi Untuk Pencapaian Penghematan Penggunaan Energi Listrik di PT. Graha Sarana Duta II Denpasar". Jurnal Spektrum Vol. 9.
- Rajagukguk, A, S., Pakiding, M., Rumbayan, E, M. (2015). "Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado". E-journal Teknik Elektro dan Komputer, ISSN: 2301-8402
- Revana, D. Q. (2018). Kinerja Efisiensi Energi Terhadap Manajemen Biaya Operasional Gedung Rekayasa Sipil. 12(1), 71-78.
- Badan Standarisasi Nasional, 2001, SNI 6575 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung, Jakarta : BSN
- Philips Lighting. Lighting Manual Fifth Edition. Netherlands: Philips Lighting B. V., 1993: 447-452
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2019). Equinox Fenoma Biasa, Masyarakat di Imbau Tenang. Jakarta: Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (SNI 6197: 2011). Konservasi energi pada sistem pencahayaan.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2011). Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung.
- Usaid. (2014). Panduan Penghematan Energi di Gedung Pemerintah Sesuai Amanat Peraturan Menteri ESDM no. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik. Jakarta: Iced Project