

INTERVENSI ILUMINANSI DAN OTOMATISASI *ON/OFF* LAMPU RUANG KELAS UNTUK MENCAPAI KENYAMANAN VISUAL DAN HEMAT ENERGI

Endah Setyaningsih^{1*}, Yohanes Calvinus², Joni Fat³,
Fransisca Iriani Roesmaladewi⁴

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara
Email: endahs@ft.untar.ac.id

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara
yohanesc@ft.untar.ac.id

³Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara
jonif@ft.untar.ac.id

⁴Program Studi Psikologi, Universitas Tarumanagara
Email: fransiscar@fpsi.untar.ac.id

*Penulis korespondensi: Email: endahs@ft.untar.ac.id

Masuk: 08-08-2022, revisi: 01-10-2022, diterima untuk diterbitkan: 30-10-2022

ABSTRAK

Kenyamanan visual adalah rasa nyaman dari indra penglihatan seseorang terhadap pencahayaan ruangan yang berkualitas. Parameter yang menentukan pencahayaan ruang berkualitas yaitu tingkat pencahayaan/iluminansi, warna cahaya, dan kesilauan. Ruang kelas sebagai tempat belajar, memerlukan pencahayaan yang berkualitas. Penelitian ini menggunakan ruang kelas untuk studi kasus, yaitu di SMK Islam Perti Tomang Jakarta Barat, namun dibatasi tentang iluminansi. Berdasarkan hasil pengukuran, iluminansi rata-rata ruangan kelas ini, belum memenuhi standar pencahayaan ruang sesuai SNI. Untuk itu diperlukan intervensi iluminansi pada ruang kelas, berupa peningkatan pencahayaan. Peningkatan pencahayaan berdampak pada peningkatan penggunaan daya listrik, untuk itu diperlukan usaha penghematan energi. Permasalahannya adalah bagaimana melakukan peningkatan pencahayaan dan sekaligus hemat energi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah lampu ruang kelas sehingga mencapai iluminansi sesuai SNI, namun hemat energi. Metoda penelitian adalah membuat model ruang kelas dengan pencahayaan yang memenuhi SNI dan ada otomatisasi *on/off* lampu ruang. Langkahnya berupa simulasi dengan menggunakan *software* dialux, sehingga dapat diketahui jumlah lampu yang harus ditambahkan. Metode untuk penghematan energi berupa pemasangan sistem otomatisasi *on/off* lampu ruang kelas. Hasil penelitian adalah adanya peningkatan iluminansi rata-rata dari 213,8 lux menjadi 350 lux yang telah sesuai SNI, sehingga kenyamanan visual dapat tercapai. Intervensi otomatisasi *on/off*, dilakukan dengan pemasangan berupa 3 sensor gerak dengan tipe sensor gelombang mikro efek Doppler pada ruangan kelas. Lampu akan menyala jika ada gerakan siswa atau guru yang memasuki ruangan, dan lampu akan mati jika tidak ada siswa atau guru. Jadi lampu tidak terus menerus menyala selama 10 jam. Adanya intervensi ini, terjadi penghematan energi listrik sebesar 14,004 KWH selama 1 (satu) bulan.

Kata kunci: intervensi; iluminansi; otomatisasi *on/off* lampu; kenyamanan visual; hemat energi

ABSTRACT

Visual comfort is a sense of comfort from one's senses of sight to quality room lighting. The parameters that determine the quality of room lighting are the level of lighting/illuminance, light color, and glare. The classroom as a place for learning and teaching requires quality lighting. This study uses a classroom for case studies, namely at Perti Tomang Islamic Vocational School, West Jakarta, but is limited in terms of illuminance. Based on measurements, the illuminance of this classroom does not meet SNI room lighting standards. For this reason, illumination interventions are needed in the classroom, in the form of increased lighting. Improved lighting has an impact on increasing the use of electric power, for this reason efforts are needed to save energy. The problem is how to increase lighting and save energy at the same time. The purpose of this study was to determine the number of classroom lamps so that they achieve illuminance according to

SNI, but still achieve energy saving. The research method is to make a classroom model with lighting that meets SNI and there are automation on/off room lights. The step is in the form of a simulation using dialux software, so that the number of lights that must be added can be known. The method for saving energy is by installing an on/off automation system for classroom lights. The results obtained from this study are an increase in average illuminance from 213.8 lux to 350 lux and is in accordance with SNI, so that visual comfort can be achieved. The on/off automation intervention was carried out by installing 3 motion sensors with the Doppler effect microwave sensor type in the classroom. The lights will turn on if there is movement of students or teachers entering the room, and the lights will turn off if there are no students or teachers. Thus, the lamp is not continuously lit for 10 hours. Based on this intervention, 14,004 KWH of electrical energy can be saved for 1 (one) month.

Keywords: *intervention; illuminance; light on/off automation; visual comfort; energy saving*

1. PENDAHULUAN

Pencahayaan ruangan yang berkualitas, yaitu ruangan yang memenuhi standar nasional Indonesia (SNI), dalam hal tingkat pencahayaan/iluminansi, warna cahaya, dan kesilauan. Pencahayaan yang berkualitas akan memberikan kenyamanan visual bagi pengguna ruangan tersebut (Widodo, 2015) dan (Setyaningsih, 2018). Kenyamanan visual adalah rasa nyaman dari indra penglihatan seseorang terhadap pencahayaan ruangan yang berkualitas. Ruang kelas merupakan ruangan yang digunakan untuk kegiatan tatap muka dalam proses belajar mengajar harus memberikan pencahayaan yang berkualitas bagi siswa dan guru. Ruang kelas yang berkualitas memungkinkan guru dan siswa untuk melihat obyek-obyek yang dikerjakannya secara jelas dan tepat. Salah satu ruangan kelas di SMK Islam Perti digunakan sebagai obyek dalam intervensi iluminansi dan otomatisasi *on/off*. Dimensi ruang kelas yaitu (6,85 x 6,65 x 3) m, berturut-turut menunjukkan panjang, lebar dan tinggi ruangan, sedangkan tinggi meja/bangku yaitu 0,77 m.

Suasana pencahayaan ruangan kelas sebelum dilakukan intervensi, seperti terlihat pada Gambar 1. Untuk pencahayaan ruang kelas ini menggunakan lampu TL-LED, 16 watt, panjang lampu 1,2 m, dengan 1 (satu) lumener untuk 2 lampu, yaitu sejumlah 8 buah lampu TL-LED atau 4 buah lumener. Penggunaan lampu TL-LED ini sangat baik, karena lampu TL-LED mempunyai efisiensi (lumen/watt), yang lebih tinggi dari pada lampu TL-T8 dan konsumsi daya listrik serta biaya operasional lampu TL-LED lebih hemat (Candra, 2018). Intervensi iluminansi dilakukan untuk meningkatkan iluminansi ruang kelas tersebut. Berdasarkan pengukuran iluminansi (satuan lux), pencahayaan ruangan kelas ini yaitu sebesar 213,8 lux, yang belum mencapai rekomendasi sesuai standar nasional Indonesia (SNI). Rekomendasi iluminansi sesuai SNI untuk ruang kelas adalah 350 lux (BSN, 2020). Hasil pengukuran iluminansi pencahayaan seperti terlihat pada Tabel 1.

Peningkatan pencahayaan berdampak pada peningkatan penggunaan daya listrik, untuk itu diperlukan usaha untuk penghematan energi. Permasalahannya adalah bagaimana melakukan peningkatan pencahayaan dan sekaligus penghematan energi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah lampu ruang kelas sehingga terjadi peningkatan iluminansi yang sesuai SNI, namun tetap tercapai adanya hemat energi.



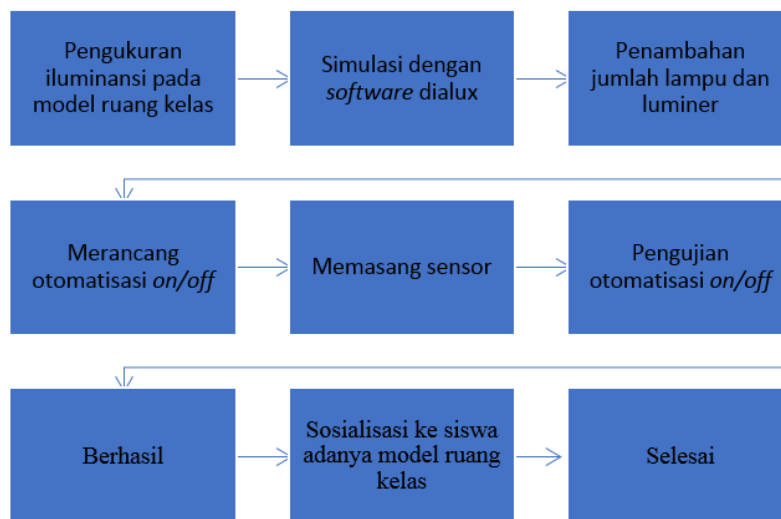
Gambar 1. Suasana pencahayaan ruangan sebelum adanya intervensi iluminansi
 (Sumber: Dokumen Pribadi)

Tabel 1. Hasil Ukur Iluminansi/E (Lux) ruang kelas XI AP3 di SMK Islam Perti
 Tomang Jakarta Barat.
 (Sumber: Hasil Ukur)

Pintu	Titik ukur arah panjang ruang. Panjang ruang = 6.65 m						
	A	B	C	D	E	F	
Titik ukur arah lebar ruang.	1	163	201	176	181.6	203.3	158.1
	2	198.5	236.6	213.3	221.8	262.1	201.4
	3	180.1	231	203.6	200.6	213	170.1
Lebar ruang = 6.85 m	4	198.4	224.1	208.2	211.4	217.7	182.4
	5	246.2	309.7	251.5	250.4	281.7	224.2
	6	184.8	232.1	204.8	215.9	243.6	196.3
E rata-rata = $7698.5/36 = 213.8$ Lux							

2. METODE PENELITIAN

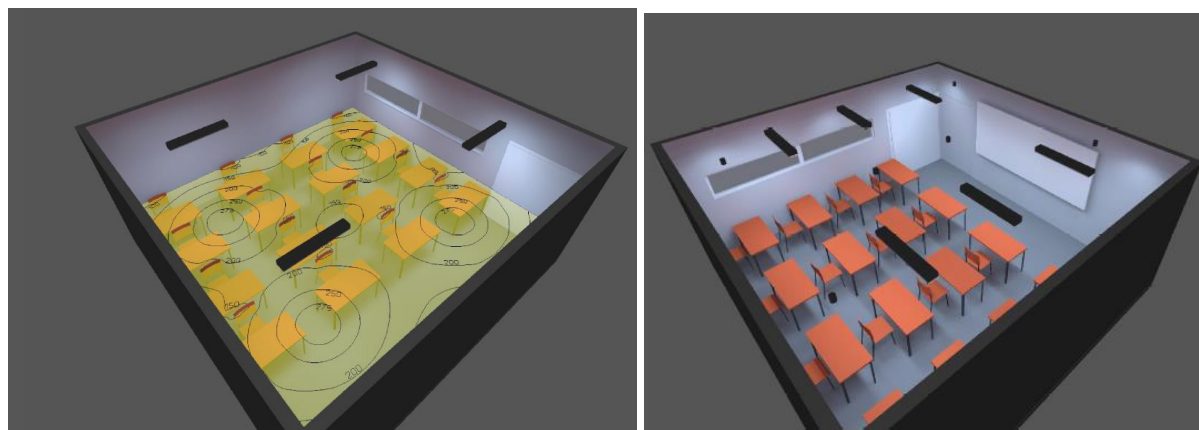
Metode penelitian berupa pembuatan model ruang kelas, yaitu salah satu ruang kelas di SMK Islam Perti, Tomang, Jakarta Barat. Untuk intervensi iluminansi berupa evaluasi pencahayaan ruang kelas, yaitu dimulai dengan melakukan pengukuran iluminansi ruang kelas. Selanjutnya dilakukan perancangan dengan menggunakan *software* dialux, sehingga dapat diketahui jumlah lampu yang akan ditambahkan. Berdasarkan hasil ini, maka diperoleh kondisi sebenarnya ruang kelas, sebelum dan sesudah adanya intervensi iluminansi. Selanjutnya dilakukan penambahan jumlah lampu/lumener untuk ruang kelas, sehingga memenuhi pencahayaan untuk ruang kelas yang sesuai rekomendasi SNI. Untuk intervensi berupa otomatisasi *on/off* lampu ruang kelas, setelah dilakukan evaluasi, maka dilakukan perancangan dan diteruskan dengan pemasangan sensor gerak pada ruangan tersebut. Terakhir dilakukan pengujian otomatisasi *on/off* lampu dengan melibatkan para siswa. Dilanjutkan dengan sosialisasi model ruang kelas yang telah dilengkapi dengan pencahayaan yang sesuai SNI dan adanya otomatisasi *on/off* lampu ruangan. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan penambahan lampu LED untuk ruang kelas, maka dilakukan perancangan pencahayaan ruang berupa simulasi dengan menggunakan *Software Dialux*. Salah satu tujuannya adalah dapat memperkirakan/menentukan jumlah lampu dan tipe lampu yang tepat yang akan dipasang diruang tersebut, dengan iluminansi sesuai SNI yaitu 350 lux. Data ruang yang dibutuhkan antara lain dimensi ruang dan tinggi bidang kerja, serta warna ruangan. Simulasi perancangan ruang kelas XI AP3 dan laboratorium komputer 1 (satu) dan 2 (dua), menggunakan Philips Essensial LED Tube 1200 mm 16W 865 T8 I W 1600 lumen, sesuai yang telah terpasang/eksisting di ruangan kelas SMK Islam Perti. Hasil simulasi seperti terlihat pada Gambar 3. Gambar sebelah kiri adalah jumlah lampu LED yang terpasang (dengan iluminansi 213,8 lux), dan jumlah lampu 8 buah lampu TL-LED (4 luminer) dan gambar sebelah kanan adalah hasil simulasi dengan iluminansi 350 lux dan jumlah lampu menjadi 12 buah lampu TL-LED (6 luminer) dan 6 lampu LED *downlight*, 6,9 watt. Gambar 4, menunjukkan hasil isolinnya dan Tabel 2 merupakan nilai iluminansi yang sudah memenuhi SNI ruang kelas, yaitu 350 lux, dan jenis luminer yang dipakai dalam simulasi.



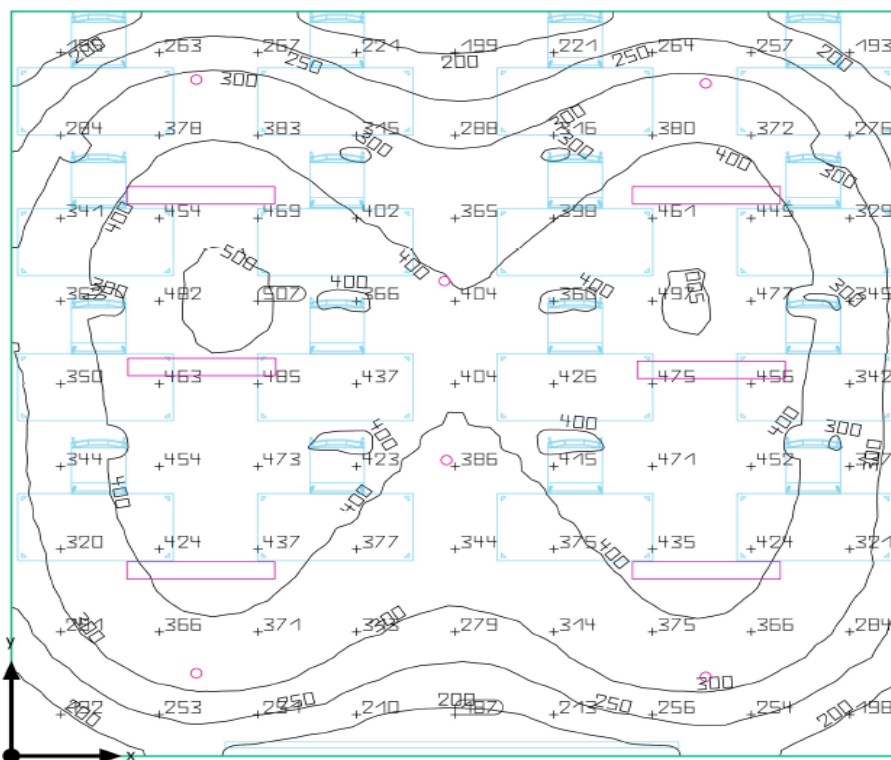
Gambar 3. Hasil simulasi ruang kelas sebelum dan sesudah dilakukan simulasi dengan *software dialux*
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Tabel 2. Hasil simulasi iluminansi rata-rata yang telah memenuhi SNI ruang kelas, yaitu 350 lux, dan tipe lumener yang digunakan.
 (Sumber: Hasil Simulasi)

Properties		\bar{E} (Target)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Workplane (Room 1) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m		351 lx (≥ 300 lx) ✓	111 lx	513 lx	0.32	0.22
Consumption values	Consumption	270 - 410 kWh/a		max. 1600 kWh/a		✓
Lighting power density	Room	4.73 W/m ²		-		-
		1.35 W/m ² /100 lx		-		-

Luminaire list

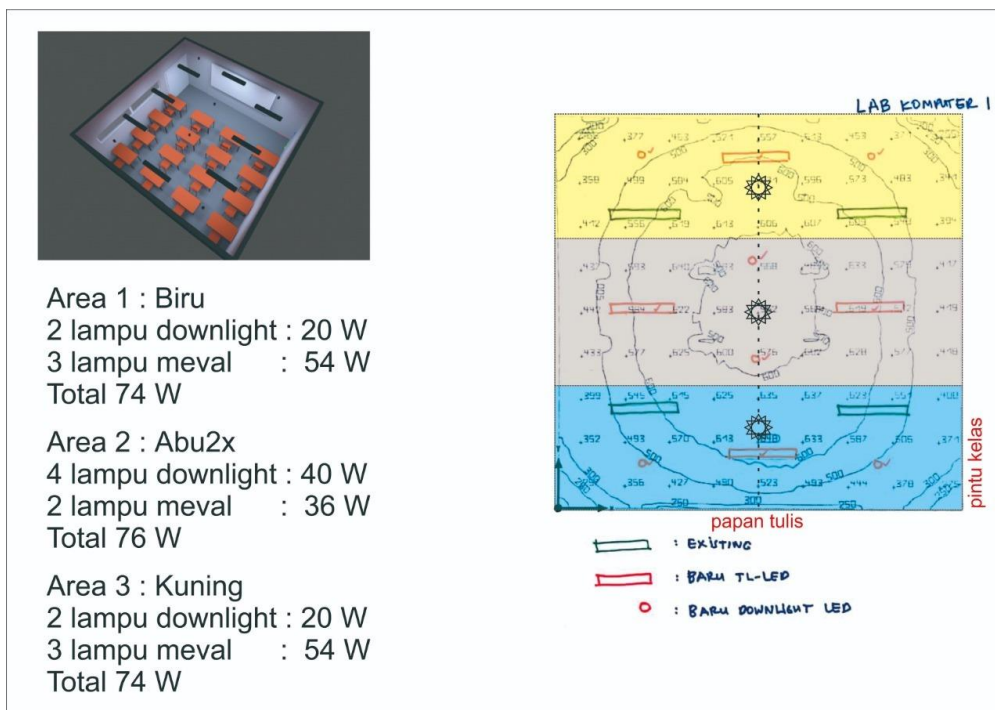
pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	Φ	Luminous efficacy
6			DN290B 1xDLED-4000 PSU ALU /4010K	6.9 W	667 lm	96.3 lm/W
6	Philips		RC100C LED25S865 PSU W30L120 /6388K	29.0 W	3199 lm	110.3 lm/W



Gambar 4. Isoline ruang kelas, hasil simulasi
 Sumber: Dokumen Pribadi

Intervensi otomatisasi *on/off*, dimaksudkan untuk penghematan energi dalam ruangan kelas. Menurut (Arshad et al., 2017), adanya penerapan teknologi salah satu hasil yang ingin dicapai adalah suatu penghematan energi. Penyalaan lampu untuk ruangan kelas ini biasanya dilakukan oleh salah satu karyawan, yaitu menghidupkan lampu (lampu *on*) yang dilakukan pada pukul 06.30, yaitu sebagai persiapan untuk memulai penggunaan ruang kelas pada pukul 07.00. Ruangan digunakan untuk belajar mengajar sampai pukul 15.00. Lampu dimatikan (lampu *off*), pada pukul 16.30, yaitu pada saat karyawan bersiap untuk meninggalkan sekolah. Berdasarkan hal ini, maka lampu dalam kondisi menyala selama 10 jam per hari. Lampu tetap menyala pada saat siswa istirahat, karena sebagian siswa masih tetap berada di ruangan kelas. Intervensi otomatisasi *on/off*, dilakukan dengan pemasangan sensor gelombang mikro efek doppler dan saklar sebagai komponen relay. Sistem sensor *doppler* memiliki tingkat kepekaan lebih tinggi yaitu sensor akan aktif memancarkan gelombang untuk mendeteksi pergerakan yang terjadi di suatu ruangan (Yohanes, 2021). Di ruangan kelas ini tidak menggunakan sensor *Passive Infra Red motion* (PIR *Motion*, karena sensor PIR sangat sensitif terhadap perubahan temperatur dan gelombang infra red dari sekitar. Penggunaan sensor PIR/*infra red* memiliki keterbatasan yaitu dalam tingkat sensitivitas (Lukman et al., 2018). Berdasarkan hasil penelitian (Yohanes et al, 2021) yang dipublikasikan dalam artikel dengan judul Implementasi Sensor Doppler Sebagai Otomatisasi Lampu Ruang Laboratorium SMAN 23 Tomang, juga menyebutkan tentang keunggulan sensor doppler terhadap sensor PIR motion.

Oleh karena itu ada sistem sensor yang dikembangkan dengan menggunakan sensor gelombang mikro efek doppler. Efek Doppler adalah suatu perbedaan/perubahan frekuensi gelombang dari suatu sumber yang diterima oleh detektor dan akan mengalami perubahan yang disebabkan perubahan posisi atau pergerakan relatif detektor terhadap sumber gelombang atau sebaliknya. Spesifikasi dari sensor gerak dengan efek doppler ini menggunakan gelombang mikro sebesar 5.8 GHz dengan toleransi ± 75 MHz. Sensor dipasang pada plafon dengan tinggi rekomendasi sebesar 3,0 meter dengan beban lampu per 1 sensor sebesar 150 watt lampu LED. Secara fungsional menggunakan gelombang mikro, maka sensor ini lebih tahan terhadap gangguan pantulan cahaya matahari sinar UV yang dapat mengubah pembacaan sensor yang menggunakan sensor PIR. Sensor ini bekerja memancarkan gelombang mikro terus menerus oleh sebab itu sensor ini memiliki daya yang lebih boros karena gelombang mikro yang terus menerus dipancarkan untuk mendeteksi perubahan frekuensi yang dipantulkan. Gambar 5, menunjukkan desain modul sensor untuk ruang kelas XI AP 3 dan Gambar 6, menunjukkan sensor (berjumlah 3 buah) yang telah terpasang di ruang kelas XI AP 3 SMK Islam Perti-Tomang, Jakarta Barat.



Gambar 5. Desain modul sensor untuk ruang kelas XI AP 3
(Sumber: Dokumen Pribadi)



Gambar 6. Sensor (ber jumlah 3 buah) yang telah terpasang di ruang kelas XI AP 3.
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan penjelasan di atas dan dari Tabel 2, bahwa *on/off* ruangan kelas dilakukan selama 10 jam per hari. Ruangan kelas menggunakan daya listrik sebesar $(12 \times 16 \text{ watt}) + (6 \times 6,9 \text{ watt}) = 233,4 \text{ watt}$. Jika digunakan selama 10 jam, maka totalnya adalah 2334 watt jam atau 2,334 KWH per hari. Setelah dilakukan intervensi *on/off*, maka lampu akan menyala jika ada siswa atau guru masuk ruang kelas yaitu pukul 07.00 dan lampu akan mati jika guru dan siswa meninggalkan kelas pada pukul 15.00.

Jadi lamanya penggunaan berkurang sebanyak 2 jam. Berarti terjadi penghematan daya listrik sebesar $233,4 \text{ watt} \times 2 \text{ jam} = 466,8 \text{ watt jam}$ atau $0,4668 \text{ KWH}$ per hari. Dalam satu bulan dapat dihemat energi listriknya sebanyak $0,4668 \text{ KWH} \times 30 \text{ hari} = 14,004 \text{ KWH}$.

4. KESIMPULAN

Adanya intervensi iluminansi dapat meningkatkan pencahayaan dari 213,8 lux menjadi 350 lux. Nilai iluminansi ini telah memenuhi rekomendasi SNI, sehingga kenyamanan visual dapat tercapai. Adanya intervensi otomatisasi *on/off* terhadap lampu ruang kelas dapat diperoleh penghematan energi listrik sebesar 14,004 KWH selama 1 (satu) bulan.

Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgement*)

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah memberikan dana, sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Ucapan terima kasih juga kepada Kepala Sekolah SMK Islam Perti, Tomang Jakarta Barat, yang telah mengizinkan salah satu ruang kelasnya sebagai model untuk penelitian ini.

REFERENSI

- Arshad, R., Zahoor, S., Shah, M. A., Wahid, A., & Yu, H. (2017). Green IoT: An investigation on energy saving practices for 2020 and beyond. *IEEE Access*, 5, 15667–15681. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2686092>
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2020). SNI No. 6197-2020, Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.
- Candra, H., Setyaningsih, E., & Tji Beng, J. (2018). Analisis Efisiensi Konsumsi Daya Listrik dan Biaya Operasional Lampu TL-LED terhadap Lampu TL-T8,. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan* Vol. 2, No. 1, April 2018: hlm 186-193, ISSN-L 2579-6410
- Calvinus, Y., Setyaningsih, E., & Fat, J. (2021). Re-Desain Sistem Otomatisasi Lampu Pada Ruang Kelas. *Seri Seminar Nasional Universitas Tarumanagara Ke-II (SERINA UNTAR II)*, 28-29 April 2021, Hal 756-763.
- Calvinus, Y., Setyaningsih, E., & Fat, J. (2021). Implementasi Sensor Doppler Sebagai Otomatisasi Lampu Ruang Laboratorium SMAN 23 Tomang, *Seri Seminar Nasional Universitas Tarumanagara Ke-II (SERINA UNTAR II)*, 28-29 April 2021, Hal 1178- 1183.
- Lukman, M. P. J., & Rieuwpassa, Y. F. Y. (2018). Sistem Lampu Otomatis dengan Sensor Gerak, Sensor Suhu dan Sensor Suara Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 1(2), 100–108. <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v1i2.305>
- Setyaningsih, E & Candra, H (2018), Perancangan Tata Cahaya dan Retrofit Lampu Ruang Kelas untuk Mencapai Kualitas dan Kenyamanan Visual Siswa di SMP Cibinong, Bogor, Jawa Barat, *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia* ISSN 2620-7710 (Versi Cetak) Vol. 1, No. 2, November 2018, Hal. 221-228.
- Widodo, L., Dewi, F. I. R., & Setyaningsih, E (2015) *Ergonomic Aspect of Physical Environment in Junior High School (Between Individual Comfort and Saving Energy Behavior) Proceeding 2nd International Conference on Engineering of Tarumanagara (ICET 2015) Faculty of Engineering*, Universitas Tarumanagara, Jakarta-Indonesia, 22-23 October 2015.