

## INTEGRASI PENCAHAYAAN ALAMI DAN BUATAN PADA RUMAH SUSUN SEMANGGI SURAKARTA

### Nurunnisa Hanifah

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
[d300210157@student.ums.ac.id](mailto:d300210157@student.ums.ac.id)

### Fadhilla Tri Nugrahaini

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
[dhilla.nugrahaini01@gmail.com](mailto:dhilla.nugrahaini01@gmail.com)

### ABSTRAK

*Penelitian ini mengkaji integrasi pencahayaan alami dan buatan pada Rumah Susun Semanggi Surakarta untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni. Isu utama yang dihadapi adalah rendahnya kualitas pencahayaan alami pada beberapa area hunian kurangnya akses sinar matahari. Hal ini berdampak pada tingginya ketergantungan penghuni terhadap pencahayaan buatan, yang mengakibatkan pemborosan energi dan biaya operasional. Penelitian ini mengevaluasi kondisi pencahayaan melalui tinjauan pustaka, observasi lapangan, dan simulasi perangkat lunak Dialux Evo. Analisis berfokus pada penghematan energi dan biaya dari penerapan pencahayaan buatan yang lebih efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan alami di beberapa area unit rumah susun tidak memenuhi standar pencahayaan yang dibutuhkan. Penambahan bukaan jendela dan void pada beberapa lokasi strategis dapat meningkatkan intensitas pencahayaan alami. Selain itu, penggantian lampu LED berhasil mengurangi konsumsi energi dan menghemat biaya konsumsi. Rekomendasi yang dihasilkan memberikan panduan perbaikan desain pencahayaan alami dan buatan, dengan mempertimbangkan efisiensi energi dan kenyamanan visual penghuni.*

### KEYWORDS:

Pencahayaan alami; Pencahayaan buatan; Efisiensi Energi; Rumah susun.

### PENDAHULUAN

Pencahayaan dalam arsitektur memainkan peran krusial dalam menentukan kualitas ruang hunian, terutama dalam konteks rumah susun yang memiliki keterbatasan ruang dan akses cahaya alami. Menurut studi oleh Li dan Tsang (2008), integrasi pencahayaan alami dan buatan yang efektif dapat meningkatkan kenyamanan visual penghuni serta mengurangi konsumsi energi secara signifikan. Selain itu, penelitian oleh Dubois dan Blomsterberg (2011) menunjukkan bahwa desain pencahayaan yang optimal dapat berkontribusi pada efisiensi energi bangunan hingga 30%.

Dalam konteks rumah susun, tantangan utama adalah memastikan distribusi cahaya yang merata ke seluruh unit hunian. Studi oleh Tuhus-Dubrow dan Krarti (2010) menekankan pentingnya desain fasad dan penempatan bukaan yang strategis untuk

memaksimalkan penetrasi cahaya alami. Selain itu, penggunaan teknologi pencahayaan buatan yang adaptif, seperti lampu LED dengan sistem kontrol otomatis, telah terbukti meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni (Reinhart & Wienold, 2011).

Penelitian terbaru oleh Zhang et al. (2022) dalam jurnal *Energy and Buildings* mengkaji integrasi pencahayaan alami dan buatan pada bangunan bertingkat di iklim tropis. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi desain bukaan yang optimal dengan penggunaan sistem pencahayaan buatan yang efisien dapat mengurangi konsumsi energi hingga 40% tanpa mengorbankan kenyamanan visual penghuni. Temuan ini relevan dengan kondisi Rumah Susun Semanggi Surakarta yang

berlokasi di daerah tropis dengan intensitas sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun.

Dengan demikian, integrasi pencahayaan alami dan buatan yang dirancang secara optimal tidak hanya meningkatkan kualitas hidup penghuni tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan konsumsi energi. Pendekatan holistik yang mempertimbangkan desain arsitektural, teknologi pencahayaan, dan perilaku penghuni menjadi kunci dalam mencapai tujuan tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Pencahayaan Alami dalam Desain Bangunan**

Pencahayaan alami adalah penggunaan cahaya matahari untuk menerangi ruang interior, yang dapat mengurangi ketergantungan pada pencahayaan buatan dan menghemat energi. Menurut Cuttle (2003) dalam bukunya *Daylighting: Architecture and Lighting Design*, pencahayaan alami berperan penting dalam menciptakan suasana yang sehat dan menyegarkan bagi penghuni bangunan. Pencahayaan alami dapat dioptimalkan melalui desain bukaan jendela yang tepat, penggunaan void, serta penataan ruang yang memaksimalkan penetrasi cahaya matahari (Li & Lam, 2015).

### **Pencahayaan Buatan: Efisiensi Energi dan Teknologi Terkini**

Penggunaan pencahayaan buatan yang efisien sangat penting dalam mendukung keberlanjutan energi. Teknologi pencahayaan terbaru, seperti LED (Light Emitting Diode) dan CFL (Compact Fluorescent Lamp), telah terbukti jauh lebih efisien dibandingkan dengan lampu pijar dan halogen. Karlen & Mowbray (2000) dalam *Lighting Design Basics* menjelaskan bahwa LED mengonsumsi lebih sedikit daya listrik namun memberikan *output* cahaya yang lebih tinggi dan lebih tahan lama. Teknologi ini dapat menghemat hingga 80% energi dibandingkan lampu konvensional.

### **Efisiensi Energi dengan Pengurangan Watt**

Efisiensi energi sering kali diukur dari seberapa efektif suatu sistem atau perangkat menggunakan energi untuk menghasilkan *output* yang diinginkan. Salah satu cara untuk mencapai efisiensi energi dalam pencahayaan

adalah dengan mengurangi watt yang digunakan oleh lampu, tanpa mengurangi kualitas cahaya yang dihasilkan.

Menurut Liu & Li (2012), pengurangan watt pada lampu dapat dicapai dengan mengganti sistem pencahayaan konvensional dengan teknologi yang lebih efisien seperti LED dan CFL. Mereka menemukan bahwa penggunaan LED dalam pencahayaan bangunan dapat mengurangi penggunaan energi hingga 70-80%, dan penggunaan watt per unit pencahayaan dapat berkurang hingga 50%. Penggunaan lampu dengan watt yang lebih rendah secara langsung berkontribusi terhadap penghematan energi, yang selanjutnya mengurangi biaya operasional dan memperpanjang umur lampu.

Danish et al. (2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengurangan watt dapat dicapai melalui beberapa pendekatan, seperti: Penggunaan lampu dengan efisiensi tinggi, seperti LED atau CFL, yang menggunakan daya listrik lebih rendah untuk menghasilkan intensitas cahaya yang sama dengan lampu tradisional.

Penerapan sistem pencahayaan otomatis, yang menggunakan sensor gerak atau *dimming* untuk menyesuaikan pencahayaan berdasarkan keberadaan penghuni dan kebutuhan pencahayaan yang sebenarnya. Dengan demikian, penggunaan watt dapat dikendalikan sesuai dengan kondisi nyata di ruang tersebut.

Selain itu, menurut Zhang & Zhao (2016), pengurangan watt tidak hanya terbatas pada perubahan teknologi pencahayaan, tetapi juga melibatkan perancangan sistem pencahayaan yang tepat untuk setiap jenis ruang, mengurangi kebutuhan pencahayaan berlebih, dan memastikan penerangan yang optimal tanpa pemborosan energi.

### **Standar Pencahayaan dalam Bangunan**

Pencahayaan dalam bangunan di Indonesia diatur oleh berbagai standar, seperti SNI 03-6575-2001 yang mengatur tingkat pencahayaan minimum yang diperlukan di ruang-ruang tertentu dalam bangunan. Menurut Suprpto (2008), standar pencahayaan ini bertujuan untuk memastikan kenyamanan visual bagi penghuni bangunan, dengan memperhatikan jenis ruang dan

aktivitas yang dilakukan di dalamnya. Misalnya, ruang tidur memerlukan pencahayaan dengan intensitas yang lebih rendah dibandingkan dengan ruang kerja atau ruang tamu.

Untuk rumah susun, di mana setiap unit hunian memiliki ruang terbatas, pencahayaan yang sesuai standar sangat penting untuk menciptakan kenyamanan dan mengurangi ketergantungan pada pencahayaan buatan. Arief & Santosa (2016) menyatakan bahwa pada bangunan vertikal seperti rumah susun, penting untuk memastikan bahwa setiap ruang mendapat pencahayaan yang merata dan cukup untuk mendukung aktivitas penghuni.

#### **Pengaruh Penggantian Lampu pada Penghematan Energi**

Penggantian lampu tradisional dengan lampu hemat energi seperti LED dan CFL dapat secara langsung mengurangi watt yang digunakan, dan dengan demikian mengurangi konsumsi energi listrik. Bartosik & Johanson (2017) dalam penelitiannya menemukan bahwa penggunaan lampu LED dapat mengurangi konsumsi energi hingga 70-80% dibandingkan dengan lampu pijar konvensional. Begitu pula dengan CFL, yang menggunakan sekitar 25-30% dari energi yang dibutuhkan oleh lampu pijar untuk menghasilkan jumlah cahaya yang sama.

#### **Efisiensi Energi pada Bangunan Vertikal**

Pada bangunan vertikal seperti rumah susun, pencahayaan alami dan buatan memainkan peran penting dalam efisiensi energi. Sadeghi & Karami (2016) menjelaskan bahwa pengurangan penggunaan energi dapat dicapai dengan memaksimalkan penggunaan pencahayaan alami dan mengoptimalkan sistem pencahayaan buatan dengan teknologi efisien. Mereka menemukan bahwa dengan mengganti lampu tradisional dengan LED dan CFL, konsumsi energi pada bangunan dapat berkurang hingga 60-70%.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode campuran (kualitatif dan kuantitatif) untuk mengkaji integrasi pencahayaan alami dan buatan di Rumah Susun Semanggi di Surakarta guna meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni. Metode kualitatif

dilakukan melalui observasi lapangan untuk menilai kondisi pencahayaan alami dan buatan pada unit hunian, serta wawancara dengan penghuni untuk memahami persepsi mereka terhadap kenyamanan visual. Simulasi pencahayaan dilakukan menggunakan perangkat lunak Dialux Evo untuk menganalisis distribusi pencahayaan dan mencocokkan hasilnya dengan standar yang berlaku.

**Tabel 1. Standar pencahayaan rumah tinggal**

Ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna
Teras	60	1 atau 2
Ruang tamu	120-250	1 atau 2
Ruang makan	120-250	1 atau 2
Ruang kerja	120-250	1
Kamar tidur	120-250	1 atau 2
Kamar mandi	250	1 atau 2
Dapur	250	1 atau 2
Garasi	60	3 atau 4

(Sumber : SNI 03-6575-2001, diakses pada 2025)

Sementara itu, metode kuantitatif digunakan untuk menghitung penghematan energi dan biaya yang dihasilkan dengan mengganti pencahayaan buatan menggunakan lampu LED yang lebih efisien. Rekomendasi dari penelitian ini mencakup perbaikan desain pencahayaan alami dan buatan yang mengoptimalkan efisiensi energi, mengurangi biaya, dan meningkatkan kenyamanan penghuni.

Penelitian ini memiliki variabel utama yaitu pencahayaan, yang mencakup pencahayaan alami dan buatan, dengan berbagai indikator yang digunakan untuk analisis. Untuk pencahayaan alami, indikatornya meliputi intensitas cahaya yang masuk ke unit hunian, distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan. Pada pencahayaan buatan, indikatornya mencakup efisiensi energi lampu (lm/W), kualitas cahaya yang dihasilkan, jenis lampu dan kesesuaiannya dengan standar pencahayaan SNI 03-6575-2001. Selain itu, kenyamanan visual penghuni dianalisis melalui persepsi mereka terhadap pencahayaan dan kesesuaian pencahayaan dengan aktivitas sehari-hari. Simulasi pencahayaan menggunakan perangkat lunak Dialux Evo menghasilkan indikator distribusi pencahayaan di ruangan serta kesesuaiannya

dengan standar. Penelitian ini juga mencakup penghematan energi dan biaya operasional sebagai indikator efisiensi pencahayaan buatan yang dihasilkan dari penggunaan lampu LED yang lebih efisien. Indikator-indikator tersebut digunakan untuk memberikan rekomendasi desain pencahayaan yang meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni.

### Lokasi Dan Subjek Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Rumah susun Semanggi Surakarta yang tepatnya berada di Jl. Sungai Serang I No.313, Semanggi, Kec. Ps. Kliwon, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57191.



Gambar 1. Lokasi rusun semanggi (sumber : google maps, 2025)

Subjek penelitian ini adalah integrasi pencahayaan alami dan buatan pada Rumah Susun Semanggi di Surakarta, dengan fokus pada peningkatan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni. Penelitian ini meneliti unit hunian dalam rumah susun yang menghadapi tantangan terkait kualitas pencahayaan alami yang terbatas dan ketergantungan pada pencahayaan buatan. Penelitian ini juga mengeksplorasi penggunaan lampu hemat energi seperti LED dan CFL, serta penambahan bukaan jendela dan void untuk meningkatkan pencahayaan alami. Subjek penelitian mencakup analisis sistem pencahayaan pada hunian rumah susun, serta dampaknya terhadap penghematan energi dan biaya operasional pencahayaan.

### Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan studi pustaka untuk memahami teori-teori terkait pencahayaan alami dan buatan, serta konsep efisiensi energi yang relevan. Peneliti

akan mengumpulkan informasi mengenai teknologi pencahayaan hemat energi, seperti lampu LED dan CFL, serta standar pencahayaan yang berlaku. Selanjutnya, pada tahap pengumpulan data, peneliti melakukan observasi langsung di lapangan untuk menilai kondisi pencahayaan alami dan buatan di beberapa unit hunian Rumah Susun Semanggi. Pengamatan ini akan dilakukan dengan mengambil foto pencahayaan alami pada berbagai unit hunian pada siang hari, untuk mengidentifikasi intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan pada waktu tersebut.

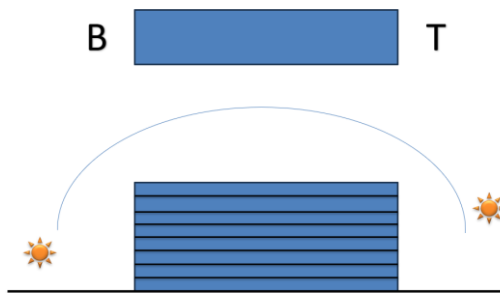
Setelah pengumpulan data, peneliti akan melakukan simulasi pencahayaan menggunakan perangkat lunak Dialux Evo untuk menganalisis distribusi pencahayaan alami dan buatan dalam unit hunian. Hasil simulasi ini akan dibandingkan dengan standar pencahayaan yang berlaku untuk mengevaluasi apakah pencahayaan yang ada sudah memenuhi kebutuhan fungsional dan kenyamanan visual penghuni. Peneliti juga akan melakukan analisis kuantitatif terhadap penghematan energi dan biaya yang dapat dicapai dengan mengganti lampu konvensional dengan teknologi hemat energi seperti lampu LED dan CFL.

Tahapan terakhir dalam proses ini adalah penyusunan rekomendasi desain pencahayaan berdasarkan hasil temuan dari simulasi dan pengamatan lapangan. Rekomendasi ini akan difokuskan pada peningkatan pencahayaan alami dan buatan yang efisien serta mendukung penghematan energi. Selain itu, analisis hasil penelitian akan dirangkum dan disusun ke dalam laporan penelitian yang komprehensif.

### Analisis Dan Hasil

Orientasi bangunan Rumah Susun Semanggi Surakarta menghadap ke arah barat dan timur, yang mempengaruhi pola pencahayaan alami yang diterima bangunan. Berdasarkan lintasan matahari, bangunan ini akan mendapatkan pencahayaan matahari yang optimal sepanjang hari. Pada pagi hari, sisi timur bangunan akan menerima sinar matahari langsung, sementara pada sore hari, sisi barat akan mendapatkan cahaya matahari yang cukup.

Selain itu, orientasi bangunan didesain dengan mempertimbangkan sisi terpendek menghadap arah matahari, yaitu barat dan timur. Hal ini bertujuan untuk memastikan distribusi cahaya matahari yang merata ke dalam setiap unit hunian di sepanjang sisi panjang bangunan. Dengan orientasi seperti ini, sinar matahari dapat menjangkau lebih banyak area dalam ruangan, meminimalkan zona gelap, dan meningkatkan pencahayaan alami di seluruh bangunan. Pendekatan ini tidak hanya mendukung kenyamanan visual penghuni, tetapi juga berpotensi mengurangi kebutuhan pencahayaan buatan pada siang hari, sehingga meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan.



**Gambar 2. Orientasi bangunan rusun**  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Untuk menganalisis pencahayaan yang ada, penelitian ini menggunakan denah unit Rumah Susun tipe 36 yang mencakup ruang keluarga, kamar utama, kamar anak, kamar mandi, dapur, dan area cuci jemur. Denah ini digunakan sebagai dasar untuk simulasi pencahayaan dalam software Dialux Evo, yang dapat menentukan distribusi pencahayaan alami dan buatan yang optimal. Dengan simulasi ini, peneliti dapat mengidentifikasi area-area yang memerlukan penyesuaian pencahayaan untuk mencapai kenyamanan visual yang diinginkan.



**Gambar 3. Denah unit hunian rusun**

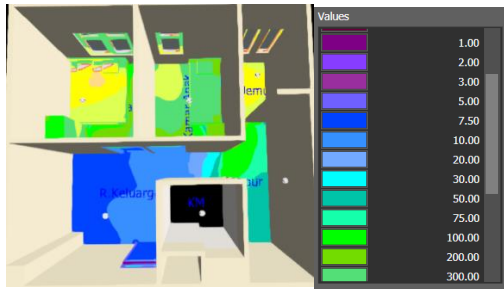
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Melakukan observasi dan dokumentasi di lapangan yang dilakukan pada pukul 15.00 untuk mendapatkan data pencahayaan alami yang diterima oleh setiap sisi ruangan. Hal ini penting untuk mengetahui sisi-sisi mana yang mendapatkan pencahayaan alami cukup dan mana yang kurang, yang kemudian akan membantu dalam memahami kebutuhan pencahayaan yang tepat untuk setiap ruangan.



**Gambar 4. Dokumentasi pencahayaan alami pada hunian pukul 15.00** (Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

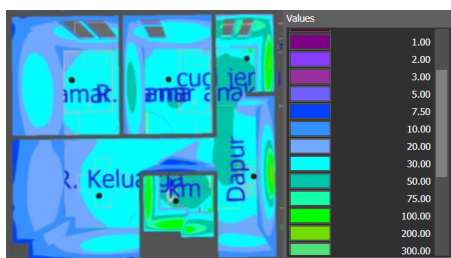
Tahapan simulasi pencahayaan eksisting dilakukan untuk menganalisis kondisi pencahayaan saat ini pada unit hunian di Rumah Susun Semanggi. Simulasi ini menggunakan perangkat lunak Dialux Evo untuk memetakan distribusi pencahayaan alami dan buatan berdasarkan data lapangan yang telah dikumpulkan sebelumnya. Langkah ini bertujuan untuk mengevaluasi intensitas cahaya di setiap ruangan, mengidentifikasi area dengan kekurangan atau kelebihan pencahayaan, dan membandingkan hasilnya dengan standar pencahayaan yang berlaku. Hasil simulasi akan menjadi dasar untuk merancang strategi peningkatan pencahayaan yang lebih efisien dan nyaman bagi penghuni.



**Gambar 5.** Hasil simulasi eksiting pencahayaan alami melalui software Dialux  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Berdasarkan gambar simulasi dari Dialux Evo menunjukkan distribusi pencahayaan alami pada unit hunian di Rumah Susun Semanggi, dengan warna kuning menandakan area dengan intensitas cahaya tinggi, sementara hijau dan biru menunjukkan pencahayaan sedang hingga rendah. Area seperti ruang keluarga tampak memiliki intensitas pencahayaan yang lebih rendah dibandingkan area lainnya.

Selain melakukan simulasi pencahayaan alami, juga dilakukan simulasi pencahayaan buatan sebagai bantuan penerangan pada malam hari. Pencahayaan buatan sangat dibutuhkan pada bangunan vertikal untuk memastikan kenyamanan visual sepanjang hari.



**Gambar 6.** Hasil simulasi eksiting pencahayaan Buatan melalui software Dialux  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

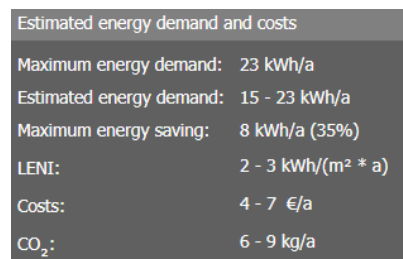
Berdasarkan gambar simulasi dari Dialux Evo menunjukkan hasil pencahayaan buatan eksisting pada unit hunian di Rumah Susun Semanggi. Distribusi pencahayaan ditampilkan dalam berbagai warna, di mana warna biru menunjukkan intensitas pencahayaan yang rendah, sementara warna hijau menandakan area dengan intensitas pencahayaan yang lebih optimal. Area seperti ruang keluarga (R. Keluarga), kamar mandi (KM), dapur, dan beberapa ruang lainnya memiliki distribusi pencahayaan yang tidak merata, dengan banyak area berada dalam

kategori intensitas rendah (biru), menunjukkan kekurangan pencahayaan buatan yang memadai.

**Tabel 2.** Hasil intensitas cahaya pada eksiting pencahayaan buatan

Room	Standar	Hasil Simulasi (lx)
R. Keluarga	150	72.8
Kamar Utama	150	126
Kamar Anak	150	137
Dapur	250	141
KM/WC	250	227
Cuci jemur	150	141

(Sumber : Analisa penulis, 2025)



**Gambar 7.** Hasil simulasi eksiting kebutuhan energi pencahayaan buatan pada Dialux

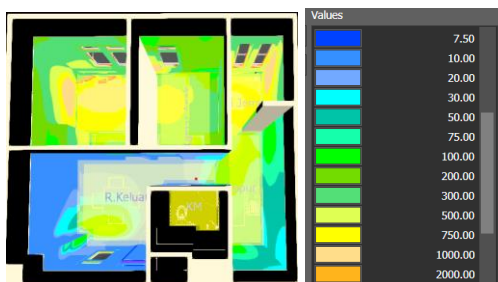
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Hasil estimasi menunjukkan bahwa kebutuhan energi maksimum pencahayaan buatan mencapai 23 kWh per tahun, dengan estimasi kebutuhan energi berkisar antara 15 hingga 23 kWh per tahun, dengan perkiraan biaya yang berkisar antara 4 hingga 7 Euro per tahun atau sekitar 67.247 hingga 117.682 per tahun, serta Potensi penghematan energi maksimum adalah sebesar 8 kWh, atau setara dengan 35% dari kebutuhan awal. LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) tercatat antara 2 hingga 3 kWh per meter persegi. emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan berada pada rentang 6 hingga 9 kilogram per tahun.

Meskipun terdapat potensi penghematan energi, hasil simulasi ini juga menyoroti bahwa beberapa area belum memenuhi standar pencahayaan yang diperlukan untuk hunian. Hal ini dapat memengaruhi kenyamanan dan fungsi visual penghuni. Untuk meningkatkan performa pencahayaan buatan, disarankan penggunaan lampu hemat energi (LED) dengan intensitas yang lebih sesuai standar, penambahan lampu di area dengan pencahayaan rendah, dan pengaturan ulang tata letak pencahayaan untuk distribusi cahaya yang lebih merata.

Langkah-langkah ini akan mendukung efisiensi energi sekaligus meningkatkan kualitas pencahayaan di seluruh ruangan.

Setelah melakukan simulasi pencahayaan alami dan buatan pada kondisi eksisting, ditemukan alternatif untuk meningkatkan kualitas pencahayaan di Rumah Susun Semanggi. Salah satu langkah yang diusulkan adalah menambah pencahayaan alami dengan penambahan bukaan dan void pada sisi koridor. Penambahan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pencahayaan alami di area yang lebih gelap serta menciptakan distribusi cahaya yang lebih merata di seluruh unit hunian. Simulasi ulang setelah penambahan bukaan dan void akan memberikan gambaran yang lebih jelas dan akurat mengenai perbaikan pencahayaan alami dalam desain tersebut.



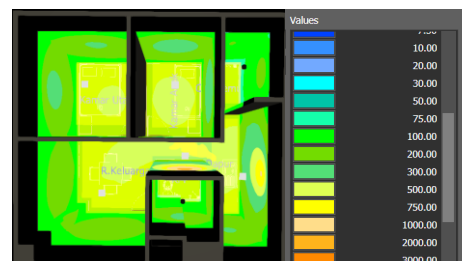
**Gambar 8. Hasil simulasi alternatif pencahayaan alami melalui software Dialux (Sumber: Dokumen Penulis, 2024)**

Hasil simulasi menunjukkan bahwa alternatif pencahayaan alami dapat dinilai efektif jika pada bagian ruang keluarga sudah menunjukkan warna kuning hingga hijau, menandakan intensitas cahaya alami yang mencukupi. Pencahayaan alami ini diperoleh melalui bukaan dan pantulan cahaya yang masuk ke koridor, kemudian menyebar ke dalam ruang keluarga. Hal ini membuktikan bahwa alternatif tersebut mampu meningkatkan intensitas cahaya di ruangan yang sebelumnya kurang mendapat pencahayaan alami.

Sedangkan pada alternatif pencahayaan buatan diperlukan penambahan total lumen yang sesuai standar, sehingga dapat memberikan pencahayaan optimal di setiap ruangan tanpa mengorbankan efisiensi energi. Solusi yang diajukan adalah dengan melakukan pemilihan lampu hemat energi dengan efisiensi

tinggi yang mampu memenuhi kebutuhan lumen. Lampu yang dipilih adalah:

1. Philips DN027B G3 LED20/CW 19W 220-240V D200 RD, dengan luminous flux 2.100 lumen, efikasi tinggi sebesar 110 lm/W, dan daya 19 watt. Lampu ini cocok untuk area yang membutuhkan pencahayaan intensif, seperti ruang keluarga atau dapur.
2. Panasonic LED Downlight 12 Watt, dengan luminous flux sekitar 900 lumen dan efikasi sekitar 75 lm/W. Lampu ini ideal untuk area yang memerlukan pencahayaan sedang, seperti area cuci jemur atau kamar mandi.



**Gambar 9. Hasil simulasi alternatif pencahayaan buatan pada Dialux (Sumber: Dokumen Penulis, 2024)**

Gambar ini merupakan hasil simulasi pencahayaan dari DIALux evo yang menunjukkan distribusi intensitas cahaya dalam ruangan menggunakan gradasi warna. Area dengan warna hijau terang hingga kuning menunjukkan pencahayaan optimal yang sesuai untuk aktivitas, seperti di ruang keluarga dan kamar utama, sementara warna hijau tua atau gelap menandakan area dengan intensitas cahaya lebih rendah, seperti di sudut ruangan. Distribusi pencahayaan yang lebih merata terlihat di beberapa area, menunjukkan tata letak lampu yang efektif, meskipun terdapat titik terang di bawah sumber cahaya langsung. Secara keseluruhan, visualisasi ini membantu mengevaluasi kecukupan pencahayaan berdasarkan kebutuhan ruang.

**Tabel 3. Hasil intensitas cahaya pada alternatif pencahayaan buatan**

Room	Standar	Hasil Simulasi (lx)
R. Keluarga	150	150
Kamar Utama	150	150
Kamar Anak	150	150
Dapur	250	250
KM/WC	250	250
Cuci jemur	150	150

(Sumber : Analisa penulis, 2025)

Estimated energy demand and costs	
Maximum energy demand:	4 kWh/a
Estimated energy demand:	4 kWh/a
Maximum energy saving:	0 kWh/a (0%)
LENI:	1 kWh/(m <sup>2</sup> * a)
Costs:	1 €/a
CO <sub>2</sub> :	2 kg/a

**Gambar 10. Hasil simulasi alternatif kebutuhan energi pencahayaan buatan pada Dialux**

Hasil estimasi kebutuhan energi pencahayaan buatan menunjukkan bahwa konsumsi energi maksimum hanya sebesar 4 kWh per tahun, dengan estimasi kebutuhan energi yang konsisten pada angka yang sama tanpa variasi. Penghematan energi maksimum tercatat sebesar 0 kWh, menunjukkan bahwa efisiensi telah mencapai kondisi optimal. LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) tercatat sebesar 1 kWh per meter persegi per tahun, dengan biaya yang sangat rendah, yaitu hanya sekitar 1 Euro atau sekitar 16.811 per tahun. Selain itu, emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan juga sangat minimal, hanya sebesar 2 kilogram per tahun, mencerminkan efisiensi energi dan keberlanjutan yang sangat baik.

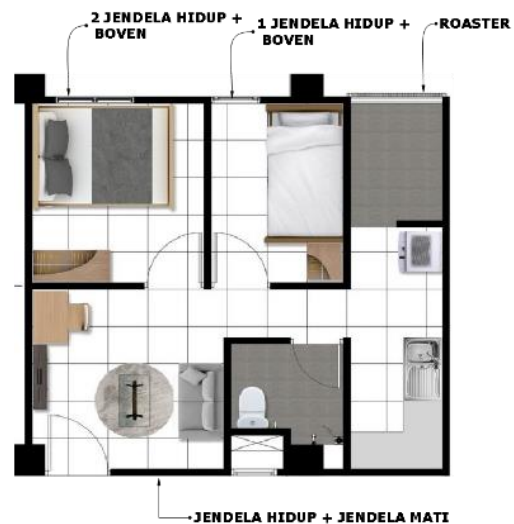
Selain itu, temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fabanyo et al. (2023) di Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, yang mengindikasikan bahwa penggunaan lampu LED 18Watt dapat menurunkan biaya listrik tahunan menjadi Rp. 32.726.940, sehingga disarankan penggunaan lampu LED (Light Emitting Diode) untuk efisiensi energi

Selain itu, studi oleh Prawiranti dan Handojo (2015) menekankan bahwa pemanfaatan energi cahaya matahari sebagai alternatif utama pengganti lampu listrik untuk pencahayaan ruang di kawasan rumah susun padat pada pagi hingga sore hari dapat mengurangi konsumsi energi listrik secara signifikan

Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara pencahayaan alami dan penggunaan lampu hemat energi, seperti Philips DN027B G3 LED20/CW 19W dan Panasonic LED Downlight 12 Watt, dapat memenuhi standar pencahayaan, mengurangi biaya listrik, serta mendukung keberlanjutan lingkungan.

## PEMBAHASAN

Hasil diskusi menghasilkan rekomendasi strategis untuk memaksimalkan pencahayaan alami di Rumah Susun, yaitu dengan membuat void di koridor dan menambahkan jendela yang menghadap langsung ke koridor. Void yang dirancang di area koridor berfungsi sebagai jalur cahaya vertikal, memungkinkan sinar matahari masuk dari atas dan menyebar ke seluruh area koridor. Dengan adanya void, cahaya alami dapat diteruskan melalui jendela yang berhadapan langsung dengan koridor, sehingga meningkatkan intensitas dan distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan. Strategi ini tidak hanya menciptakan lingkungan yang lebih terang dan nyaman, tetapi juga mengurangi kebutuhan penggunaan pencahayaan buatan pada siang hari, sehingga mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.

**Gambar 11. Hasil simulasi eksting pencahayaan buatan pada Dialux**

(sumber: Perencana rusun,2024)

Melakukan pemilihan lampu berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi dan biaya bulanan tiap lampu agar dapat mengetahui jenis lampu yang efisien untuk jangka panjang. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus:

Rumus Konsumsi Energi Bulanan:  
 Konsumsi Energi (kWh/bulan)  
 = Daya Lampu (Watt) × Jumlah Jam Penggunaan  
 per Hari × 30 ÷ 1000

Rumus Biaya Bulanan:  
 Biaya Bulanan (IDR) =  
 Konsumsi Energi (kWh/bulan) × Tarif Listrik/kWh

Tabel 3. Hasil perhitungan konsumsi energi dan biaya

Merk Lampu	Daya (Watt)	Luminous Flux (lm)	Efisiensi (lm/W)	Harga	Konsumsi energi /bulan	Biaya/bulan	Keterangan
Panasonic LED	12 watt	1200	100	150.000	2.88 kWh	4,320 IDR	Dipilih: Efisien dan hemat energi
Philips DN027B G3 LED20/CW	19 watt	1900	100	200.000	4.56 kWh	6,840 IDR	Dipilih: Efisien untuk area lebih luas
Osram LEDVANCE downlight 15 watt	15 watt	1300	86.6	13.000	3.60 kWh	5,400 IDR	Tidak dipilih: Kurang efisien
NVC LED downlight 20 watt	20 watt	1800	90	18.000	4.80 kWh	7,200 IDR	Tidak dipilih: konsumsi daya tinggi

Berdasarkan tabel, lampu dengan konsumsi energi dan biaya bulanan paling rendah adalah Panasonic LED (12 watt), dengan konsumsi energi sebesar 2,88 kWh/bulan dan biaya operasional hanya Rp. 4.320/bulan. Lampu ini menjadi pilihan terbaik karena menawarkan efisiensi energi yang sangat tinggi sekaligus biaya yang paling hemat, menjadikannya ideal untuk penggunaan jangka panjang.

Setelah menghitung konsumsi energi dan biaya bulanan, dilakukan kembali pemilihan lampu berdasarkan berbagai kriteria, termasuk efisiensi energi, konsumsi daya, biaya operasional, kualitas cahaya, reputasi dan durabilitas, serta nilai ekonomi jangka panjang.

Tabel 4. Hasil analisis pemilihan lampu berdasarkan kriteria

Kriteria	Panasonic LED	Philips DN027B G3 LED20/CW	Osram LEDVANCE downlight 15 watt	NVC LED downlight 20 watt
Efisiensi Energi (lm/W)	100 (Sangat Efisien)	100 (sangat efisien)	86.6 (cukup efisien)	90 cukup efisien)
Konsumsi	2.88 (Paling Hemat)	4.56 (hemat)	3.6 (cukup hemat)	4.8 (lebih boros)
Biaya Bulanan	Rp. 4.320 (Paling Rendah)	Rp. 6.840 (rendah)	Rp. 5.400	Rp. 7.200
Kualitas Cahaya	Cahaya merata. Nyaman untuk mata	Cahaya terang, cocok untuk area luas	Kurang merata	Cahaya cukup terang
Reputasi dan durabilitas	Tinggi	Tinggi	Sedang	sedang
Nilai ekonomi jangka panjang	Hemat energi, investasi jangka panjang	Hemat energi investasi jangka panjang	Efisiensi rendah, biaya lebih tinggi	Biaya operasional tinggi

Hasil analisis yang menunjukkan bahwa Panasonic LED dan Philips DN027B G3 LED2700CW adalah lampu yang paling efisien sejalan dengan temuan dari berbagai penelitian terkait efisiensi energi lampu LED.

Misalnya, menurut penelitian oleh Bartosik & Johanson (2017), penggunaan lampu LED dapat mengurangi konsumsi energi hingga 70-80% dibandingkan dengan lampu pijar konvensional. Hal ini menjelaskan mengapa

Panasonic LED, dengan konsumsi energi hanya 2,88 kWh per bulan, dapat menjadi pilihan yang sangat hemat energi dan biaya operasional yang rendah (Rp. 4.320/bulan).

Selain itu, Philips DN027B G3 LED2700CW, dengan efisiensi energi tinggi 100 lm/W, menawarkan kualitas cahaya yang terang dengan konsumsi daya yang lebih rendah, yang merupakan salah satu keunggulan lampu LED. Penelitian oleh Zubair et al. (2019) juga mendukung efisiensi lampu LED dalam menyediakan pencahayaan terang dengan penggunaan daya yang lebih rendah dibandingkan dengan teknologi pencahayaan konvensional lainnya seperti lampu pijar dan CFL. Dalam konteks ini, kedua lampu ini memberikan solusi ideal untuk hunian rusun yang menuntut penghematan energi dan pengurangan biaya operasional dalam jangka panjang.

Kedua lampu ini sesuai dengan tren global dalam pengadopsian teknologi lampu hemat energi untuk mengurangi dampak lingkungan dan beban biaya, terutama di lingkungan perkotaan dengan konsumsi energi yang tinggi. Sebagaimana disarankan dalam berbagai studi, peralihan ke lampu LED seperti Panasonic dan Philips ini tidak hanya menguntungkan dari segi ekonomi tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon secara keseluruhan.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi jenis lampu yang paling sesuai untuk digunakan di unit Rumah Rusun Semanggi. Pilihan lampu mempertimbangkan efisiensi energi dan kesesuaian standar lumen untuk setiap ruangan. Lampu yang terpilih memiliki konsumsi daya rendah namun tetap memenuhi standar pencahayaan, sehingga mampu menciptakan lingkungan yang nyaman bagi penghuni. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan lampu yang hemat energi tidak hanya dapat menekan biaya operasional, tetapi juga mendukung kualitas hidup penghuni melalui pencahayaan yang optimal sesuai kebutuhan ruang. Selain itu, penggunaan lampu hemat energi sangat mengurangi biaya listrik bagi penghuni,

terutama mengingat bahwa hunian ini diperuntukkan bagi masyarakat berpenghasilan rendah, yang tentunya membutuhkan solusi untuk pengurangan pengeluaran rumah tangga.

## SARAN

Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam memilih jenis lampu hemat energi yang sesuai dengan standar lumen untuk rumah susun 8 lantai lainnya. Dengan menggunakan hasil penelitian ini, pengembang dan pengelola rumah susun dapat memastikan pencahayaan yang efisien dan optimal di setiap ruangan, sehingga tidak hanya menekan konsumsi energi tetapi juga meningkatkan kenyamanan penghuni. Implementasi ini juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tiap bangunan, seperti tata letak, fungsi ruang, dan tingkat aktivitas penghuni, untuk memastikan pencahayaan yang merata dan memenuhi standar keselamatan serta kenyamanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, B., & Santosa, W. (2016). *Pencahayaan dalam bangunan vertikal: Studi kasus pada rumah susun*. Jurnal Arsitektur Indonesia, 9(2), 34-45.
- Bartosik, J., & Johanson, K. (2017). *Efisiensi energi pada pencahayaan buatan: Studi kasus penggunaan lampu LED*. Jurnal Teknologi Pencahayaan, 15(2), 45-53.
- Cuttle, C. (2003). *Daylighting: Architecture and Lighting Design*. Elsevier Science.
- Danish, M., Rehman, S., & Ahmad, F. (2018). *Reduksi konsumsi energi melalui pencahayaan hemat energi*. Journal of Energy Management, 12(3), 55-64.
- Dubois, M., & Blomsterberg, Å. (2011). *Energy efficiency in lighting systems: Integrating daylight and artificial light*. Energy and Buildings, 43(11), 2809-2819.
- Karlen, M., & Mowbray, J. (2000). *Lighting Design Basics*. John Wiley & Sons.
- Li, D. H. W., & Lam, T. N. T. (2015). *Strategies for enhancing daylighting design*. Building and Environment, 84, 97-107.

- Li, D. H. W., & Tsang, E. K. W. (2008). *Integrasi pencahayaan alami dan buatan pada bangunan tropis*. *Journal of Lighting Research and Technology*, 40(3), 205-215.
- Liu, J., & Li, Z. (2012). *Pengurangan konsumsi energi pada sistem pencahayaan*. *Lighting Research and Technology Journal*, 44(2), 123-134.
- Reinhart, C. F., & Wienold, J. (2011). *Daylighting design in buildings: A study of visual comfort and energy savings*. *Journal of Architectural and Planning Research*, 28(3), 213-229.
- Sadeghi, S., & Karami, A. (2016). *Optimasi pencahayaan alami pada bangunan vertikal*. *Sustainable Architecture Journal*, 22(5), 102-110.
- Suprpto, B. (2008). *Standar pencahayaan dalam bangunan: SNI 03-6575-2001*. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 5(2), 12-19.
- Tuhus-Dubrow, D., & Krarti, M. (2010). *Integration of daylighting in multi-unit residential buildings*. *Journal of Energy Efficiency*, 11(4), 445-458.
- Zhang, X., & Zhao, X. (2016). *Adaptive lighting systems in buildings*. *Journal of Building Performance*, 21(3), 102-117.
- Zhang, Y., Zhou, X., & Lee, E. (2022). *Energy-efficient lighting design in tropical high-rise buildings*. *Energy and Buildings*, 260, 111897.