

# KAJIAN KONSERVASI ENERGI PADA BANGUNAN KAMPUS UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES) DITINJAU DARI ASPEK PENCAHAYAAN DAN PENGHAWAAN ALAMI

---

**Teguh Prihanto, R.M. Bambang Setyohadi K.P.**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

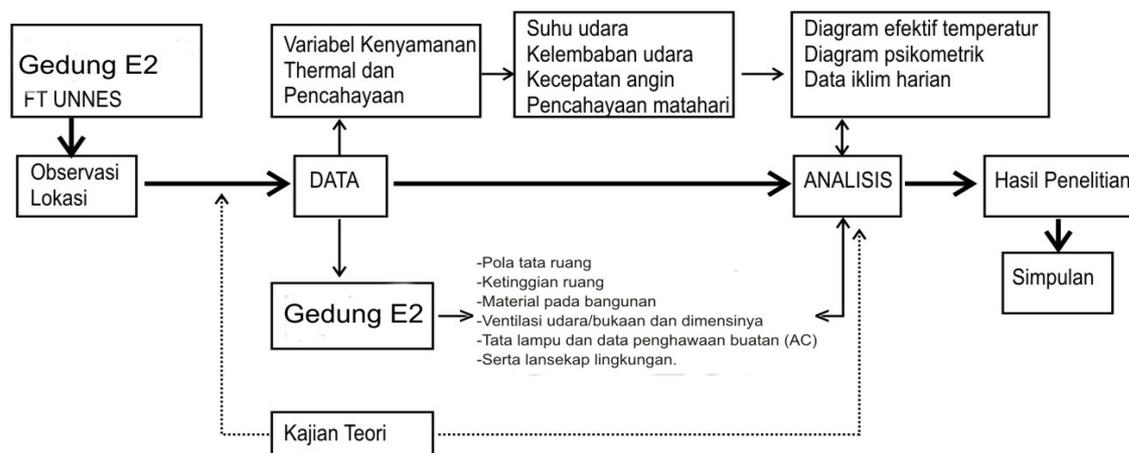
Abstrak. Usaha-usaha untuk lebih mengoptimalkan fungsi bangunan yang responsif terhadap konservasi energi dengan pemanfaatan sumber energi matahari dan angin dalam desain arsitektur menjadi sebuah tuntutan ke depan dan kearifan untuk memanfaatkan potensi alam ke dalam ranah arsitektur. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji tingkat responsibilitas gedung perkuliahan E2 Fakultas Teknik Unnes terhadap potensi pencahayaan dan penghawaan alami sebagai langkah konservasi energi. Bahan penelitian adalah ruang perkuliahan pada Gedung E2 Fakultas teknik Universitas Negeri Semarang (Unnes). Variabel yang digunakan adalah: (1) Penghawaan alami, meliputi: suhu ruang, kelembaban udara dalam ruang dan kecepatan angin dalam ruang; (2) Pencahayaan alami, yaitu intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang; (3) Kondisi dan lingkungan gedung. Pembahasan berdasarkan pada kesesuaian dengan standard yang telah ditetapkan sebagai acuan tingkat kenyamanan pengguna. Hasil penelitian terhadap aspek penghawaan alami adalah: (1) suhu lingkungan dalam zona nyaman optimal ( $24,8^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ ); (2) kelembaban udara lingkungan  $>60\%$  (melebihi batas nyaman); (3) Kecepatan angin lingkungan  $0,26 \text{ m/det} - 0,87 \text{ m/det}$  (melebihi batas nyaman); (4) suhu rata-rata ruang termasuk dalam skala hangat  $27,0^{\circ}\text{C} - 33,2^{\circ}\text{C} > 25,8^{\circ}\text{C}$  (max nyaman optimal); (5) kelembaban udara rata-rata  $>60\%$  (max kelembaban udara relatif); (6) kecepatan angin rata-rata variatif antara  $0 - 1,33 \text{ m/det}$  (kenyamanan antara  $0,15 - 0,25 \text{ m/det}$ ); (7) Gedung E2 memiliki bukaan yang cukup untuk merespon penghawaan alami dari lingkungan luar. Faktor yang berpengaruh antara lain: kondisi iklim dan cuaca, bukaan gedung, vegetasi, dan pengguna ruang. Hasil penelitian terhadap aspek pencahayaan alami adalah: (1) intensitas cahaya lingkungan adalah  $383 \text{ lx} - 2567 \text{ lx}$ ; (2) ruang kuliah rata-rata memiliki intensitas cahaya cukup ( $220 \text{ lx} - 480 \text{ lx}$ ) dan intensitas cahaya tinggi ( $500 \text{ lx} - 770 \text{ lx}$ ); (3) terdapat titik-titik dalam ruang kuliah yang memiliki intensitas cahaya rendah. Faktor yang berpengaruh antara lain: kondisi cuaca, waktu kuliah, jenis dan kondisi kaca jendela, penutupan kaca jendela, tritisan, dan vegetasi.

Kata Kunci: ruang kuliah, penghawaan alami, pencahayaan alami

## PENDAHULUAN

Komponen distribusi pemakaian energi yang terbesar pada sebuah bangunan gedung umumnya adalah pada sistem alat pendinginan ruangan yaitu 50-70%, kemudian pencahayaan dengan energi listrik (artificial) sebesar 10-25%. Karenanya sasaran penghematan energi dalam pembangunan gedung sebenarnya lebih ditujukan pada optimalisasi sistem tata udara dan sistem tata cahaya. Efisiensi sistem tata udara dan sistem tata cahaya dapat dilakukan dengan optimalisasi terhadap penggunaan penerangan dan penghawaan alami, yang dilakukan melalui pelubangan-pelubangan selubung bangunan secara optimal. Bangunan-bangunan yang ada di lingkungan kampus UNNES sebagai sarana dan prasarana dalam proses pembelajaran mempunyai permasalahan yang sama, agar dapat berfungsi secara maksimal dan efisien dalam operasionalnya yang berkaitan dengan sumber energi. Penghematan energi melalui respon terhadap pemanfaatan sumber potensi alam daerah tropis yaitu: matahari dan angin menjadi hal yang perlu dikembangkan. Usaha-usaha untuk lebih mengoptimalkan fungsi bangunan yang responsif terhadap konservasi energi melalui pemanfaatan sumber energi matahari dan angin dalam desain arsitektur. Dengan tidak bergantung pada pengkondisian buatan (artifisial) yang boros dalam mengkonsumsi dan mengeksploitasi sumber energi alam yang tidak terbarukan.

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang muncul adalah bagaimana respon gedung perkuliahan di Kampus Unnes, khususnya di Gedung E2 Fakultas Teknik UNNES terhadap potensi alam pada yang berkaitan dengan optimalisasi pencahayaan dan penghawaan alami dalam bangunan sehingga memenuhi aspek konservasi energi. Mengacu pada permasalahan tersebut maka tujuan kajian ini adalah mengetahui tingkat responsibilitas gedung perkuliahan E2 Fakultas Teknik Unnes terhadap potensi pencahayaan dan penghawaan alami sebagai langkah konservasi energi. Adapun desain kajian adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Desain Kajian

## **METODE**

Bahan penelitian adalah gedung perkuliahan E2 Fakultas teknik Universitas Negeri Semarang (Unnes)

Langkah – langkah dalam penelitian yang dilakukan yaitu :

### **1. Tahap Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan observasi langsung pada bangunan gedung kuliah E2 Fakultas Teknik UNNES, untuk mendapatkan data-data primer yang berkaitan dengan pencahayaan dan penghawaan alami. Sedangkan untuk data sekunder, didapatkan dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) wilayah Semarang.

- a. Data primer : penghawaan alami (suhu lapangan, kelembaban udara lapangan, dan Kecepatan angin lapangan) dan pencahayaan alami (cahaya matahari)
- b. Data sekunder : Peta Master Plan UNNES, Gambar Bangunan Gedung E2 Fakultas Teknik, dan Data iklim tahunan Kota Semarang tahun 2011

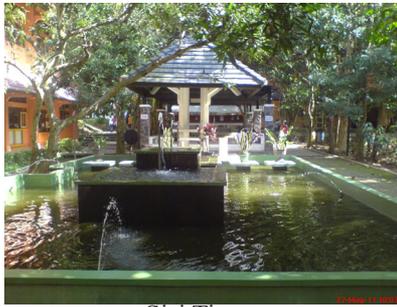
### **2. Tahap Analisis Data**

- a. Sampel, berdasarkan variabel penghawaan serta pencahayaan alami pada bangunan yang menjadi obyek penelitian, antara lain untuk analisa kuantitatif yaitu : suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan radiasi sinar matahari, dan intensitas cahaya matahari. Selain itu, juga mempertimbangkan variabel lingkungan, yaitu vegetasi dan iklim kawasan
- b. Data Iklim Harian, untuk mengetahui keadaan iklim yang ada dilapangan. Waktu pelaksanaan pengambilan data, dengan rentang waktu antara pukul 07.00 - 17.00 WIB diambil pada saat mencapai kondisi thermal yang maksimum, dimana intensitas sinar matahari lebih optimal dan cuaca cenderung cerah
- c. Data Pencahayaan alami: Data Iluminasi cahaya siang hari yang masuk melalui ventilasi kedalam bangunan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN**

### **Kondisi Lingkungan Gedung E2**

Lingkungan gedung E2 berupa ruang terbuka hijau dengan suasana yang sejuk dan asri karena dilingkupi rimbunan pohon peneduh. Ragam pohon yang ada pada umumnya memiliki fungsi utama sebagai peneduh, sehingga kondisi lingkungan dirasakan sejuk dan nyaman. Kondisi ini juga dimanfaatkan dengan menyediakan fasilitas-fasilitas *outdoor*, seperti gazebo dan *sitting group* yang dapat digunakan mahasiswa sebagai sarana berkegiatan di luar kelas. Berikut ini adalah kondisi lingkungan Gedung E2:



Sisi Timur



Sisi Barat



Sisi Selatan

**Gambar 2. Kondisi Lingkungan Gedung E2**

### Panghawaan dalam Ruang

Penghawaan dalam ruang ruang dilihat dari aspek suhu, kecepatan angin dan kelembaban udara. Lokasi pengukuran meliputi Lantai 1 (Ruang 109 dan Ruang 110), Lantai 2 (Ruang 207 dan Ruang 210), dan Lantai 3 (Ruang 307 dan Ruang 308). Waktu pengukuran dilaksanakan berdasarkan jam-jam kuliah, yang terbagi menjadi 4 sesi: Pukul 07.00 – 08.30; Pukul 10.00 – 11.00; Pukul 12.30 – 14.00; Pukul 15.30 – 17.00.

Adapun tingkat kenyamanan penghawaan dalam ruang dibahas masing-masing ruang yang menjadi obyek penelitian dan berdasarkan waktu pengukuran sebagai berikut:

#### 1. Pada Ruang 109

**Tabel 1 . Tingkat Kenyamanan Suhu Ruang 109**

Waktu	Suhu (°C)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	26.0 - 28.6	Suhu dalam skala hangat nyaman hingga hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	27.6 (terendah)	
10.00 – 11.00	Kisaran	27.5 - 29.5	
	Rata-rata	28.8	
12.30 – 14.00	Kisaran	29.3 - 29.8	
	Rata-rata	29.5 (tertinggi)	
15.30 – 17.00	Kisaran	28.0 - 29.7	Suhu dalam skala hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	29.1	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 2. Tingkat Kenyamanan Kelembaban Ruang 109**

Waktu	Kelembaban (%)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	67.0 – 69.0	Kelembaban udara lebih besar dari nilai maksimal kelembaban relatif yang diperbolehkan (40%-50%) sehingga membutuhkan alat dehumidifier
	Rata-rata	68.7	
10.00 – 11.00	Kisaran	63.0 – 67.0	
	Rata-rata	65.7	
12.30 – 14.00	Kisaran	61.8 – 67.5	
	Rata-rata	63.9	
15.30 – 17.00	Kisaran	65.0 – 69.5	
	Rata-rata	67.2	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 3. Tingkat Kenyamanan Kecepatan Angin Ruang 109**

Waktu	Kecepatan Angin (m/detik)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	0.0	Tidak ada pergerakan angin, kurang nyaman
	Rata-rata	0.0	
10.00 – 11.00	Kisaran	0.0 – 0.77	Kecepatan maksimal yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det), namun rata-rata kecepatan 0,26 m/det sedikit lebih dari cukup nyaman
	Rata-rata	0.26	
12.30 – 14.00	Kisaran	0.26 – 1.94	Kecepatan minimal yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det) dan rata-rata kecepatan tinggi membuat kurang nyaman
	Rata-rata	0.71	
15.30 – 17.00	Kisaran	0.0 – 0.31	Kisaran kecepatan yang cukup nyaman dengan kecepatan maksimal melebihi batas maksimal nyaman
	Rata-rata	0.1	

Sumber: Analisis, 2011

## 2. Ruang 110

**Tabel 4. Tingkat Kenyamanan Suhu Ruang 110**

Waktu	Suhu (°C)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	26.0 – 28.6	Suhu dalam skala hangat nyaman hingga hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	27.6	
10.00 – 11.00	Kisaran	27.0 – 30.0	Suhu dalam skala hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	28.9	
12.30 – 14.00	Kisaran	28.5 – 29.9	
	Rata-rata	29.4	
15.30 – 17.00	Kisaran	28.5 – 29.8	
	Rata-rata	29.4	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 5. Tingkat Kenyamanan Kelembaban Ruang 110**

Waktu	Kelembaban (%)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	67.0 – 69.2	Kelembaban udara lebih besar dari nilai maksimal kelembaban relatif yang diperbolehkan (40%-50%)
	Rata-rata	68.4	
10.00 – 11.00	Kisaran	62.0 – 68.0	
	Rata-rata	64.7	
12.30 – 14.00	Kisaran	61.0 – 66.0	
	Rata-rata	63.3	
15.30 – 17.00	Kisaran	65.0 – 68.5	
	Rata-rata	66.5	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 6. Tingkat Kenyamanan Kecepatan Angin Ruang 110**

Waktu	Kecepatan Angin (m/detik)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	0.0 – 0.5	Kecepatan maksimal yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det), namun rata-rata kecepatan 0,2 m/det adalah skala nyaman
	Rata-rata	0.2	
10.00 – 11.00	Kisaran	0.0 – 0.66	Kecepatan maksimal dan rata-rata yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det)
	Rata-rata	0.31	
12.30 – 14.00	Kisaran	0.0 – 1.53	Kecepatan maksimal yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det)
	Rata-rata	0.51	
15.30 – 17.00	Kisaran	0.0 – 0.51	Kecepatan maksimal yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det), namun rata-rata kecepatan 0,15 m/det adalah skala nyaman
	Rata-rata	0.15	

Sumber: Analisis, 2011

### 3. Ruang 207

**Tabel 7. Tingkat Kenyamanan Suhu Ruang 207**

Waktu	Suhu (°C)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	26.0 - 28.9	Suhu dalam skala hangat nyaman hingga hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	27.8	
10.00 – 11.00	Kisaran	27.0 – 29.7	Suhu dalam skala hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	28.7	
12.30 – 14.00	Kisaran	28.5 - 31.0	
	Rata-rata	29.7	
15.30 – 17.00	Kisaran	28.5 - 30.3	
	Rata-rata	29.5	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 8. Tingkat Kenyamanan Kelembaban Ruang 207**

Waktu	Kelembaban (%)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	66.5 – 70.0	Kelembaban udara lebih besar dari nilai maksimal kelembaban relatif yang diperbolehkan (40%-50%)
	Rata-rata	67.8	
10.00 – 11.00	Kisaran	61.5 – 66.5	
	Rata-rata	64.3	
12.30 – 14.00	Kisaran	62.0 – 64.0	
	Rata-rata	63.0	
15.30 – 17.00	Kisaran	64.0 – 68.0	
	Rata-rata	65.7	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 9. Tingkat Kenyamanan Kecepatan Angin Ruang 207**

Waktu	Kecepatan Angin (m/detik)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	0.0 - 1.02	Kecepatan maksimal dan rata-rata yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det)
	Rata-rata	0.36	
10.00 – 11.00	Kisaran	0.0 – 1.2	
	Rata-rata	0.36	
12.30 – 14.00	Kisaran	0.0 – 1.53	
	Rata-rata	0.51	
15.30 – 17.00	Kisaran	0.0 – 0.31	Kecepatan maksimal yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det), namun rata-rata kecepatan 0,1 m/det adalah skala nyaman
	Rata-rata	0.1	

Sumber: Analisis, 2011

### 4. Ruang 210

**Tabel 10. Tingkat Kenyamanan Suhu Ruang 210**

Waktu	Suhu (°C)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	26.5 - 29.5	Suhu dalam skala hangat nyaman hingga hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	28.3	
10.00 – 11.00	Kisaran	27.5 – 30.4	Suhu dalam skala hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	29.0	
12.30 – 14.00	Kisaran	29.0 - 31.1	
	Rata-rata	30.0	
15.30 – 17.00	Kisaran	29.0 - 30.3	
	Rata-rata	29.5	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 11. Tingkat Kenyamanan Kelembaban Ruang 210**

Waktu	Kelembaban (%)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	66.5 – 68.0	Kelembaban udara lebih besar dari nilai maksimal kelembaban relatif yang diperbolehkan (40%-50%)
	Rata-rata	67.2	
10.00 – 11.00	Kisaran	62.0 – 66.5	
	Rata-rata	64.7	
12.30 – 14.00	Kisaran	61.0 – 63.0	
	Rata-rata	62.0	
15.30 – 17.00	Kisaran	62.0 – 67.0	
	Rata-rata	65.3	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 12. Tingkat Kenyamanan Kecepatan Angin Ruang 210**

Waktu	Kecepatan Angin (m/detik)		Tingkat Kenyamanan	
07.00 – 08.30	Kisaran	0.0 – 1.07	Kecepatan maksimal dan rata-rata yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det)	
	Rata-rata	0.36		
10.00 – 11.00	Kisaran	0.0 – 1.2		
	Rata-rata	0.36		
12.30 – 14.00	Kisaran	0.0 – 0.41		Kecepatan maksimal yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det), namun rata-rata kecepatan 0,15 m/det adalah skala nyaman
	Rata-rata	0.15		
15.30 – 17.00	Kisaran	0.0		Tidak ada pergerakan angin, kurang nyaman
	Rata-rata	0.0		

Sumber: Analisis, 2011

## 5. Ruang 307

**Tabel 13. Tingkat Kenyamanan Suhu Ruang 307**

Waktu	Suhu (°C)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	27.0 – 29.9	Suhu dalam skala hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	28.7	
10.00 – 11.00	Kisaran	28.5 – 31.8	
	Rata-rata	30.7	
12.30 – 14.00	Kisaran	29.8 – 32.7	
	Rata-rata	31.5	
15.30 – 17.00	Kisaran	29.5 – 32.3	
	Rata-rata	30.9	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 14. Tingkat Kenyamanan Kelembaban Ruang 307**

Waktu	Kelembaban (%)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	64.5 – 67.0	Kelembaban udara lebih besar dari nilai maksimal kelembaban relatif yang diperbolehkan (40%-50%)
	Rata-rata	65.5	
10.00 – 11.00	Kisaran	57.0 – 64.0	Kelembaban udara dalam skala toleransi nyaman, dengan rata-rata sedikit melebihi batas toleransi nyaman (60%)
	Rata-rata	61.3	
12.30 – 14.00	Kisaran	58.0 – 61.5	Kelembaban udara dalam skala toleransi nyaman ( $\pm 60\%$ )
	Rata-rata	60.0	
15.30 – 17.00	Kisaran	62.0 – 65.0	Kelembaban udara lebih besar dari nilai maksimal kelembaban relatif yang diperbolehkan (40%-50%)
	Rata-rata	63.8	

Sumber: Analisis, 2011.

**Tabel 15. Tingkat Kenyamanan Kecepatan Angin Ruang 307**

Waktu	Kecepatan Angin (m/detik)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	0.0 – 1.22	Kecepatan maksimal dan rata-rata yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det)
	Rata-rata	0.41	
10.00 – 11.00	Kisaran	0.0 – 1.33	
	Rata-rata	0.46	
12.30 – 14.00	Kisaran	0.0 – 0.87	
	Rata-rata	0.46	
15.30 – 17.00	Kisaran	0.0 – 0.2	Kecepatan maksimal dan rata-rata dalam skala nyaman
	Rata-rata	0.05	

Sumber: Analisis, 2011

6. Ruang 308

**Tabel 16. Tingkat Kenyamanan Suhu Ruang 308**

Waktu	Suhu (°C)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	27.5 – 29.9	Suhu dalam skala hangat dan rata-rata bersuhu hangat
	Rata-rata	28.7	
10.00 – 11.00	Kisaran	29.0 – 31.4	
	Rata-rata	30.4	
12.30 – 14.00	Kisaran	30.0 – 33.2	
	Rata-rata	31.5	
15.30 – 17.00	Kisaran	30.0 – 31.2	
	Rata-rata	30.6	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 17. Tingkat Kenyamanan Kelembaban Ruang 308**

Waktu	Kelembaban (%)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	65.0 – 66.0	Kelembaban udara lebih besar dari nilai maksimal kelembaban relatif yang diperbolehkan (40%-50%)
	Rata-rata	65.3	
10.00 – 11.00	Kisaran	60.0 – 64.0	Kelembaban udara minimal dalam skala toleransi nyaman ( $\pm 60\%$ ), namun kelembaban rata-rata melebihi batas maksimal kenyamanan
	Rata-rata	62.0	
12.30 – 14.00	Kisaran	60.0 – 60.5	
	Rata-rata	60.2	
15.30 – 17.00	Kisaran	60.0 – 61.5	
	Rata-rata	63.0	

Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 18. Tingkat Kenyamanan Kecepatan Angin Ruang 308**

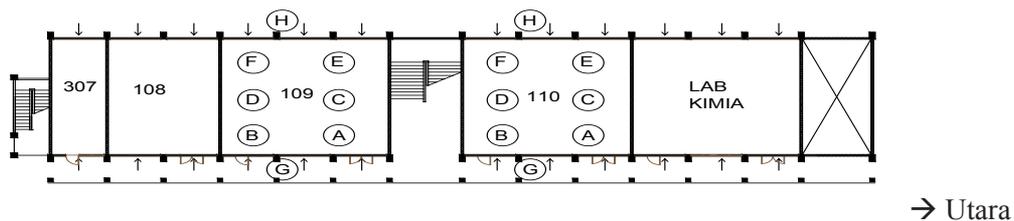
Waktu	Kecepatan Angin (m/detik)		Tingkat Kenyamanan
07.00 – 08.30	Kisaran	0.0 – 0.82	Kecepatan maksimal dan rata-rata yang melebihi batas maksimal kenyamanan (0,25 m/det)
	Rata-rata	0.31	
10.00 – 11.00	Kisaran	0.0 – 0.97	
	Rata-rata	0.31	
12.30 – 14.00	Kisaran	0.0 – 0.87	
	Rata-rata	0.31	
15.30 – 17.00	Kisaran	0.0 – 0.2	Kecepatan maksimal dan rata-rata dalam skala nyaman
	Rata-rata	0.05	

Sumber: Analisis, 2011

## Pencahayaan dalam Ruang

Pencahayaan dalam ruang-ruang dilihat dari aspek intensitas cahaya yang diterima di titik pengukuran. Lokasi dan waktu pengukuran sama dengan pengukuran pada penghawaan alami. Kondisi lokasi dan waktu yang berbeda dapat dilihat dari letak ruang dan faktor eksternal, yaitu vegetasi di ruang luar dan kondisi langit. Pengukuran ditentukan oleh sebaran 6 titik di ruang dalam dengan asumsi memiliki intensitas cahaya yang berbeda. Berikut ini adalah hasil pengukuran dan analisis intensitas cahaya di masing-masing ruang:

### 1. Lantai 1



**Gambar 6. Titik Ukur Pencahayaan Alami pada Lantai 1 Gedung E2**

**Tabel 24. Tingkat Intensitas Cahaya pada Ruang 109**

Waktu	Timur		Tengah		Barat	
	A (lx)	B (lx)	C (lx)	D (lx)	E (lx)	F (lx)
07.00 – 08.30	240	740	220	180	240	340
10.00 – 11.00	100	150	140	160	240	220
12.30 – 14.00	130	160	340	340	580	980
15.30 – 17.00	80	100	200	160	400	360

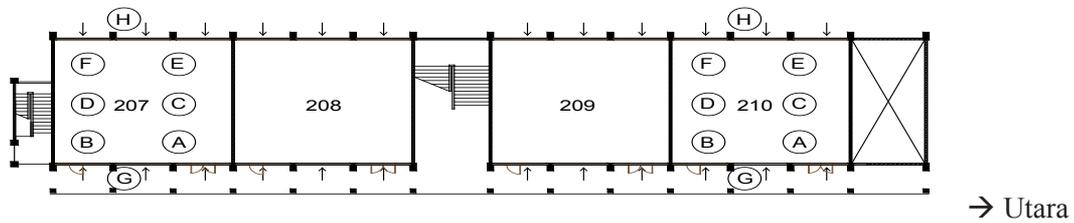
Kurang    Batas Minimal    Cukup    Tinggi    << Skala  
 Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 25. Tingkat Intensitas Cahaya pada Ruang 110**

Waktu	Timur		Tengah		Barat	
	A (lx)	B (lx)	C (lx)	D (lx)	E (lx)	F (lx)
07.00 – 08.30	140	120	110	80	45	40
10.00 – 11.00	120	140	140	120	210	110
12.30 – 14.00	120	140	260	180	440	300
15.30 – 17.00	190	120	140	120	120	140

Kurang    Batas Minimal    Cukup    Tinggi    << Skala  
 Sumber: Analisis, 2011

2. Lantai 2



**Gambar 7. Titik Ukur Pencahayaan Alami pada Lantai 2 Gedung E2**

**Tabel 26. Tingkat Intensitas Cahaya pada Ruang 207**

Waktu	Timur		Tengah		Barat	
	A (lx)	B (lx)	C (lx)	D (lx)	E (lx)	F (lx)
07.00 – 08.30	140	200	150	140	450	320
10.00 – 11.00	160	250	280	280	500	400
12.30 – 14.00	180	340	360	400	840	500
15.30 – 17.00	60	220	200	200	800	340

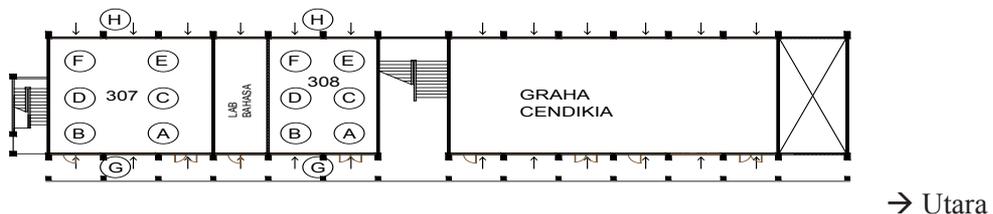
Kurang
Batas Minimal
Cukup
Tinggi
 << Skala  
 Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 27. Tingkat Intensitas Cahaya pada Ruang 210**

Waktu	Timur		Tengah		Barat	
	A (lx)	B (lx)	C (lx)	D (lx)	E (lx)	F (lx)
07.00 – 08.30	180	140	240	240	640	320
10.00 – 11.00	200	220	420	360	620	600
12.30 – 14.00	160	200	500	560	920	660
15.30 – 17.00	80	80	200	200	260	400

Kurang
Batas Minimal
Cukup
Tinggi
 << Skala  
 Sumber: Analisis, 2011

3. Lantai 3



**Gambar 8. Titik Ukur Pencahayaan Alami pada Lantai 1 Gedung E2**

**Tabel 28. Tingkat Intensitas Cahaya pada Ruang 307**

Waktu	Timur		Tengah		Barat	
	A (lx)	B (lx)	C (lx)	D (lx)	E (lx)	F (lx)
07.00 – 08.30	220	280	320	340	350	520
10.00 – 11.00	240	280	280	400	420	560
12.30 – 14.00	220	450	460	440	700	770
15.30 – 17.00	165	500	500	390	420	500

Kurang    Batas Minimal    Cukup    Tinggi    << Skala  
 Sumber: Analisis, 2011

**Tabel 29. Tingkat Intensitas Cahaya pada Ruang 308**

Waktu	Timur		Tengah		Barat	
	A (lx)	B (lx)	C (lx)	D (lx)	E (lx)	F (lx)
07.00 – 08.30	140	160	300	240	400	420
10.00 – 11.00	140	160	280	280	480	420
12.30 – 14.00	130	90	340	260	520	640
15.30 – 17.00	80	80	360	240	600	550

Kurang    Batas Minimal    Cukup    Tinggi    << Skala  
 Sumber: Analisis, 2011

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Penghawaan alami

1. Kondisi suhu di lingkungan Gedung E2 dalam zona nyaman optimal ( $24,8^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ )
2. Kecepatan angin pada lingkungan adalah  $0,26 \text{ m/det} - 0,87 \text{ m/det}$  dengan pergerakan dinamis dan variatif melebihi batas maksimal tingkat kenyamanan ( $0,25 \text{ m/det}$ )
3. Berdasarkan suhu, rata-rata ruang-ruang kuliah Gedung E2 memiliki tingkat kenyamanan dalam skala hangat dengan suhu antara  $27,0^{\circ}\text{C} - 33,2^{\circ}\text{C}$ . Kondisi ini melebihi batas kenyamanan zona nyaman optimal ( $22,8^{\circ}\text{C} \sim 25,8^{\circ}\text{C}$ )
4. Berdasarkan kelembaban udara, rata-rata ruang-ruang kuliah Gedung E2 memiliki kelembaban udara  $> 60\%$  yang melebihi nilai maksimal kelembaban udara relatif.
5. Berdasarkan kecepatan angin, ruang-ruang kuliah Gedung E2 memiliki kecepatan angin variatif antara  $0 \text{ m/det} - 1,33 \text{ m/det}$ , dan rata-rata memiliki kecepatan angin yang melebihi batas kenyamanan yaitu  $0,15 \text{ m/det} - 0,25 \text{ m/det}$ .
6. Faktor pengaruh penghawaan alami ruang-ruang kelas Gedung E2 adalah:
  - Kondisi iklim dan cuaca berpengaruh terhadap kondisi penghawaan gedung.
  - Bukaannya sebagai pengontrol kondisi ruang terhadap pengaruh lingkungan.

Pencahayaan alami

1. Intensitas pencahayaan alami rata-rata di sekitar Gedung E2 adalah  $383 \text{ lx} - 2567 \text{ lx}$ .
2. Ruang-ruang kuliah Gedung E2 rata-rata memiliki intensitas cahaya cukup ( $220 \text{ lx} - 480 \text{ lx}$ )

dan intensitas cahaya tinggi (500 lx – 770 lx).

3. Faktor pengaruh tingkat intensitas pencahayaan alami terhadap ruang kuliah Gedung E2 antara lain:
  - Kondisi cuaca. Kondisi cerah memiliki tingkat intensitas cahaya paling tinggi, sedangkan kondisi cuaca mendung memiliki intensitas cahaya paling rendah
  - Waktu kuliah siang (13.00 – 14.30) memiliki tingkat intensitas paling tinggi sedangkan waktu kuliah (15.30 – 17.00) memiliki tingkat intensitas paling rendah.

## Saran

Dari Kesimpulan penelitian terhadap penghawaan dan pencahayaan alami dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Optimalisasi penghawaan alami
  - a. Memasang termometer ruang untuk mengontrol kondisi suhu ruang
  - b. Kelembaban udara dalam ruang >60% sebaiknya menggunakan alat dehumidifier untuk mengurangi tingkat kelembaban udara (batas toleransi max 60%)
  - c. Suhu ruang di atas 28°C perlu menghidupkan kipas angin, jika suhu nyaman telah tercapai maka kipas angin dimatikan lagi.
2. Optimalisasi pencahayaan alami
  - a. Membersihkan kaca jendela-pintu secara berkala agar selalu terjaga kejernihannya
  - b. Tidak menempel kertas atau benda apapun pada kaca jendela-pintu
  - c. Tidak menghalangi bukaan, baik langsung maupun tidak langsung
  - d. Menghidupkan lampu ruang jika intensitas < 100 lx

## DAFTAR PUSTAKA

- Irianto, C. Gagarin. 2006. Studi Optimasi Sistem Pencahayaan Ruang Kuliah Dengan Memanfaatkan Cahaya Alam. Jakarta: Jurnal Teknik Elektro Universitas Tri Sakti: JETri, Volume 5, Nomor 2, Februari 2006, Halaman 1-20, ISSN 1412-0372.
- SNI 03-6197-2000, “ SNI Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung “. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-6390-2000, “ SNI Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung “. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-6572-2001, “SNI Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung” Departemen Pekerjaan Umum.