

Pemilihan Warna Cahaya Lampu LED Untuk Pencahayaan Ruangan Kerja sebagai Upaya Optimalisasi Konsumsi Daya Listrik

Irman, Latifah, & Ruskardi

*Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak
Jalan Ahmad Yani Pontianak 78124
E-mail: irmanpolnep@gmail.com*

Abstrak: Lampu LED adalah salah satu jenis lampu yang direkomendasikan untuk digunakan sebagai alternatif program konservasi energi disektor pencahayaan. Lampu LED umumnya dipasarkan dengan warna cahaya atau *Correlated Color Temperature (CCT)*: Warm-White (2700 K), White (3000 K), Cool-white (5000 K), dan Day-light (6000 K). Setiap warna cahaya lampu akan menghasilkan panas dalam bentuk cahaya yang berbeda pada ruangan. Akan tetapi apakah konsumsi energi listriknya berbeda jika digunakan untuk memenuhi intensitas pencahayaan standar pada ruangan. Dari hasil pengujian, pengukuran dan perhitungan yang dilakukan pada lampu LED (4W; 7W; 9W dan 15W) didapat untuk memenuhi intensitas pencahayaan (lux) standar ruangan, konsumsi daya terkecil adalah lampu LED dengan warna cahaya *White*.

Kata Kunci: LED, Warna Cahaya, Energi Listrik, Intensitas Pencahayaan

Seiring dengan perkembangan teknologi, teknologi lampu seperti lampu LED (*Light Emitting Diode*) lebih hemat dalam mengkonsumsi energi listrik dibanding lampu swabalast, karena efisiensi daya lampu LED lebih hemat 45-55% dari lampu swabalast.[1] Meskipun harganya masih tergolong mahal, lampu LED sebagai lampu untuk pencahayaan sudah mulai banyak digunakan masyarakat.

Lampu LED dari beberapa merk dipasarkan dengan warna cahaya atau *Correlated Color Temperature (CCT)*: Warm-White (2700 K), White (3000 K), Cool-white (5000 K), dan Day-light (6000 K). Setiap warna cahaya lampu akan menghasilkan panas dalam bentuk cahaya yang berbeda pada ruangan. Warna cahaya lampu dibuat untuk memberikan pilihan pada konsumen dalam memilih warna cahaya sesuai dengan keinginannya.

Adanya variasi warna cahaya lampu

tentunya akan berpengaruh terhadap konsumsi energi listriknya, mengingat warna cahaya lampu yang berbeda akan menghasilkan rugi cahaya dalam bentuk energi panas yang berbeda pula. Hal ini tentunya akan mempengaruhi konsumsi energi listriknya

Oleh karena itu untuk mengetahui sejauh mana konsumsi energi listrik dari masing-masing warna lampu LED jika digunakan untuk memenuhi intensitas pencahayaan standar ruangan, maka dilakukan penelitian dalam bentuk pengujian terhadap lampu LED dengan warna cahaya/CCT lampu LED yang dipilih yaitu *warm-white, white, cool-white, day-light dan flame* dari salah satu merk lampu LED yang ada di pasaran, dan dengan kapasitas daya yang sama serta bersertifikasi SNI 04-6504-2001.

Lampu LED. Teknologi lampu LED mulai dikenal baik oleh masyarakat umum, bukan hanya oleh *lighting designer*, arsitek atau desain interior. Tetapi masyarakat umum sudah

banyak yang memanfaatkan sebagai pencahayaan di rumah. Sudah waktunya pula LED digunakan sebagai pencahayaan umum mengganti lampu neon dan CFL. Terlebih jika dikaitkan dengan usaha menghemat konsumsi listrik dan desakan untuk mulai menggunakan teknologi hijau. Namun demikian salah satu kekurangan lampu LED ini adalah Color Rendering Indeks (CRI), masih rendah bila dibanding dengan lampu halogen dan lampu penerangan lainnya. CRI lampu LED umumnya berada di bawah 80%.^[7]

Berdasarkan spesifikasi, lampu LED yang ada di pasaran berkapasitas Dari 2 watt sampai 13 watt. Tegangan kerja bervariasi mulai dari 100V sampai dengan 265V. Umur lampu bervariasi mulai dari 15.000 jam hingga 50.000 jam. Efikasi berada pada rentang 65 – 100 lumen/watt.^[7]

Daya. Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha atau banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus.

Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP). *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt.

Daya dalam system arus bolak-balik dikenal ada tiga macam, yaitu daya aktif (P) dengan satuan watt, daya reaktif (Q) dengan satuan Var dan daya semu (S) dengan satuan Va. Daya aktif ditrasformasikan untuk menghasilkan kerja berupa panas, cahaya maupun kerja mekanis, sedangkan daya reaktif diperlukan oleh peralatan-peralatan yang bekerja dengan sisten electromagnet. Kedua daya tersebut membentuk suatu daya total yang disebut dengan daya semu. Berikut dibahas masing-masing daya.

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Daya ini digunakan secara umum dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (1)$$

Dimana: P = Daya aktif (Watt); V = Tegangan (Volt); I = Arus (Ampere).

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk *fluks* medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain-lain.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (2)$$

Daya semu (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya semu adalah VA, maka dapat diturunkan persamaannya seperti di bawah ini: $S = V \cdot I$ (3)

Sistem Pencahayaan. Dalam SNI 03-6197-2000 tentang "Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan" memuat ketentuan tentang pedoman pencahayaan pada bangunan gedung untuk memperoleh sistem pencahayaan dengan pengoperasian yang optimal sehingga penggunaan energi dapat efisien tanpa harus mengurangi atau mengubah fungsi bangunan, kenyamanan dan produktivitas kerja serta mempertimbangkan aspek biaya.

Tingkat Pencahayaan (E). Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja adalah bidang horisontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata ($E_{rata-rata}$), dapat dihitung dengan persamaan berikut:^[3]

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times K_p \times K_d}{A} \text{ (Lux)} \quad (4)$$

dimana :

F_{total} : Fluks luminus total yang diperlukan oleh bidang kerja (lumen)

K_p : Koefisien penggunaan

K_d : Koefisien depresiasi (penyusutan)

Koefisien penggunaan didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai di bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu. Besarnya koefisien penggunaan dipengaruhi oleh faktor: Sistem pencahayaan; Faktor refleksi dari langit-langit, dinding dan lantai; Indeks ruang.

Koefisien depresiasi atau faktor penyusutan didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru. Besarnya koefisien depresiasi dipengaruhi oleh: Kebersihan lampu dan armatur; Kebersihan dari permukaan ruangan; Penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan.

Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik yaitu diambil sebesar 0,8.^[3]

Tujuan Penelitian. Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Menganalisa pengaruh warna cahaya lampu LED terhadap konsumsi energi listriknya; (2) Mengetahui konsumsi energi lampu LED untuk setiap warna cahayanya jika digunakan untuk memenuhi intensitas pencahayaan standar ruangan.

METODE

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan tahapan-tahapan sebagai berikut: **Studi Literatur.** Studi literatur ini meliputi hal-hal sebagai berikut: Mempelajari literatur yang berhubungan

dengan kinerja lampu LED; Mempelajari literatur tentang intensitas cahaya dan *Correlated Color Temperature* (CCT) lampu LED.

Pengumpulan Data. Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran pada salah satu merk lampu LED yang bersertifikasi SNI 04-6504-2001. Untuk warna cahaya/CCT: *warm-white*, *white*, *cool-white*, *day-light* dan *flame* dari salah satu merk lampu LED yang ada di pasaran, dan dengan kapasitas daya yang sama, bersertifikasi SNI 04-6504-2001. Adapun besaran-besaran yang diukur adalah: Intensitas Pencahayaan (lux), Arus (ampere), Tegangan (volt), Faktor Daya ($\cos\phi$), Daya Aktif (Watt), Daya Semu (VA) dan Daya Reaktif (VAR).

Analisa Data. Membandingkan besarnya intensitas pencahayaan (lux), arus, faktor daya, daya aktif, daya semu dan daya reaktif untuk setiap warna cahaya lampu LED. Membandingkan besaran konsumsi daya untuk setiap warna cahaya/CCT lampu LED. Membuat karakteristik kinerja untuk setiap warna cahaya/CCT lampu LED.

Pengambilan simpulan. Mendapatkan gambaran karakteristik kinerja lampu LED untuk setiap warna cahaya/CCTnya berdasarkan hasil pengukuran. Mengetahui konsumsi daya (watt) lampu LED untuk setiap warna cahaya/CCT-nya jika digunakan untuk pencahayaan ruangan.

Secara umum langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut :

HASIL

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengukuran pada salah satu merk lampu LED yang bersertifikasi SNI 04-6504-2001 untuk warna cahaya/CCT: *warm-white*, *white*, *cool-white*, dan *day-light* dari salah satu merk lampu LED yang ada di pasaran, dan dengan kapasitas daya

yang sama. Adapun besaran-besaran yang diukur adalah: Intensitas Pencahayaan (lux), Arus (ampere), Tegangan (volt), Faktor Daya ($\cos\phi$), Daya Aktif (Watt), Daya Semu (VA) dan Daya Reaktif (VAR).

Hasil Pengukuran. Pengukuran besaran listrik lampu.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Lampu LED 4W

No.	Warna Lampu	I (A)	V (volt)	PF	P (watt)	S (VA)	Q (VAR)
1.	Warm-White	0,025	220	0,84	4,60	5,50	3,80
2.	Cool-white	0,027	220	0,84	5,00	5,90	3,13
3.	Day-Light	0,026	220	0,84	4,80	5,70	3,07
4.	White	0,3	220	0,84	5,50	6,60	3,65

Tabel 2. Hasil Pengukuran Lampu LED 7W

No.	Warna Lampu	I (A)	V (volt)	PF	P (watt)	S (VA)	Q (VAR)
1.	Warm-White	0,033	220	0,97	7,00	7,26	1,93
2.	Cool-white	0,036	220	0,97	7,68	7,92	1,93
3.	Day-Light	0,035	220	0,97	7,47	7,70	1,87
4.	White	0,037	220	0,97	7,90	8,14	1,96

Tabel 3. Hasil Pengukuran Lampu LED 9W

No.	Warna Lampu	I (A)	V (volt)	PF	P (watt)	S (VA)	Q (VAR)
1.	Warm-White	0,044	220	0,94	9,00	9,68	3,56
2.	Cool-white	0,045	220	0,94	9,30	9,90	3,40
3.	Day-Light	0,045	220	0,94	9,30	9,90	3,40
4.	White	0,047	220	0,94	9,72	10,30	3,40

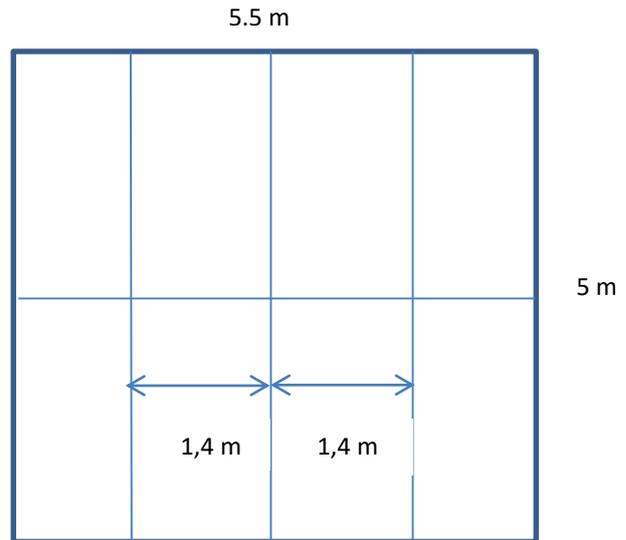
Tabel 4. Hasil Pengukuran Lampu LED 15W

No.	Warna Lampu	I (A)	V (volt)	PF	P (watt)	S (VA)	Q (VAR)
1.	Warm-White	0,072	220	0,95	15	15,84	5,09
2.	Cool-white	0,074	220	0,95	15,46	16,27	5,07
3.	Day-Light	0,076	220	0,95	15,88	16,72	5,23
4.	White	0,076	220	0,95	15,88	16,72	5,23

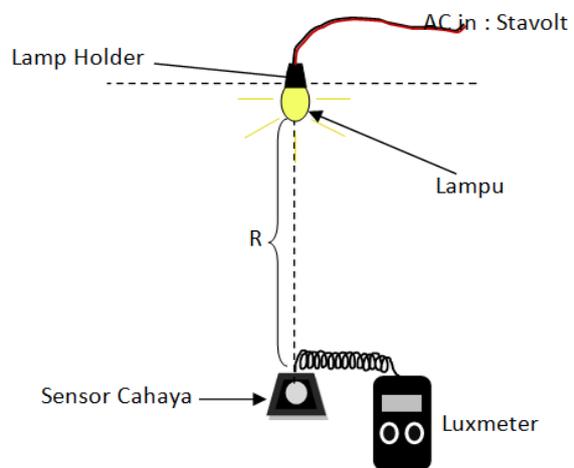
Pengukuran Intensitas Pencahayaan Lampu. Pengukuran intensitas pencahayaan yang dihasilkan oleh lampu dilakukan pada tiga titik pengukuran A, B dan C pada ruangan.

PEMBAHASAN

Pada gambar 3. memperlihatkan bahwa untuk lampu LED 4W konsumsi daya terkecil adalah lampu dengan warna cahaya *Warm-*



Gambar 1. Dimensi ruang dan titik pengukuran (A, B dan C)



Gambar 2. Desain Pengukuran

Tabel 5. Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan LED 4W

No.	Warna Cahaya	Intensitas Pencahayaan (lux)		
		LED 4W (A)	LED 4W (B)	LED 4W (C)
1	Warm- White	5.01	5.81	5.01
2	Cool-White	5.54	6.42	5.54
3	Day-Light	5.27	6.11	5.27
4	White	7.91	9.17	7.91

Tabel 6. Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan LED 7W

No.	Warna Cahaya	Intensitas Pencahayaan (lux)		
		LED 7W (A)	LED 7W (B)	LED 7W (C)
1	Warm- White	8.77	10.16	8.76
2	Cool-White	9.70	11.24	9.70
3	Day-Light	9.23	10.7	9.24
4	White	13.85	16.05	13.85

Tabel 7. Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan LED 9W

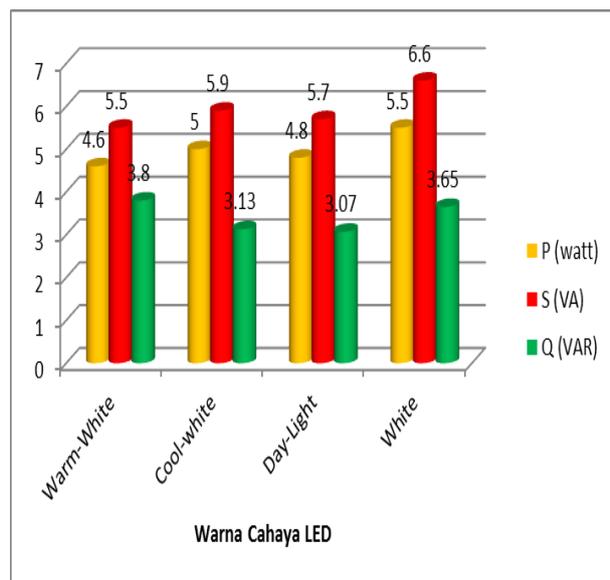
No.	Warna Cahaya	Intensitas Pencahayaan (lux)		
		LED 9W (A)	LED 9W (B)	LED 9W (C)
1	Warm- White	11.28	13.07	11.28
2	Cool-White	12.47	14.45	12.47
3	Day-Light	11.87	13.76	11.88
4	White	17.81	20.64	17.81

Tabel 8. Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan LED 15W

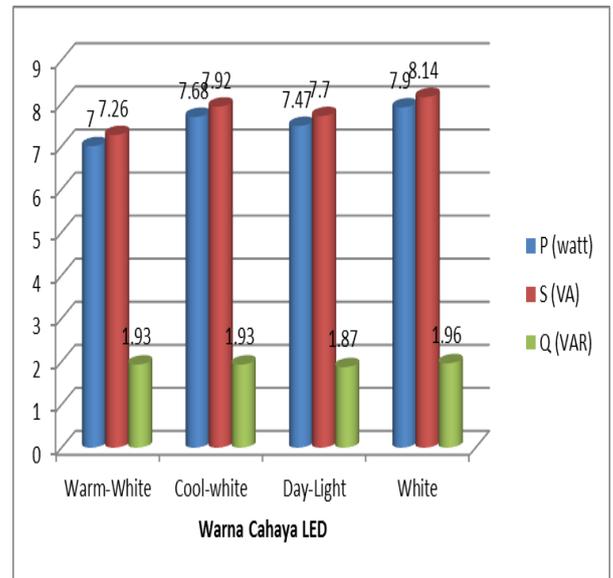
No.	Warna Cahaya	Intensitas Pencahayaan (lux)		
		LED 15W (A)	LED 15W (B)	LED 15W (C)
1	Warm- White	18.80	21.79	18.81
2	Cool-White	20.78	24.08	20.78
3	Day-Light	19.79	22.94	19.80
4	White	29.69	34.41	29.69

Tabel 9. Rerata Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan

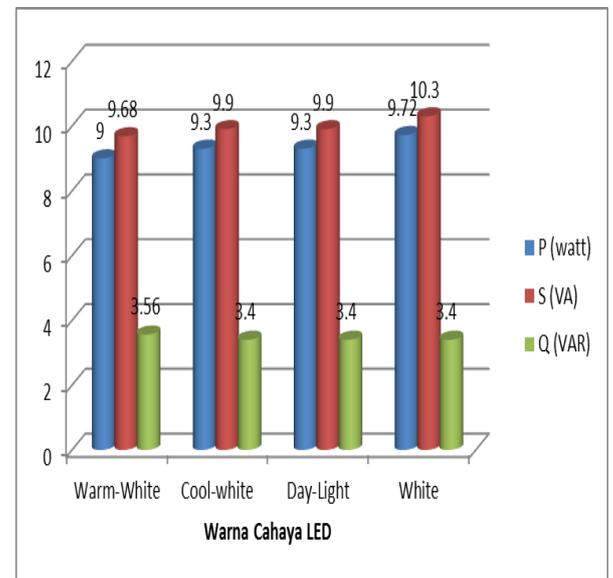
No.	Warna Cahaya	Intensitas Pencahayaan (lux)			
		LED 4W	LED 7W	LED 9W	LED 15W
1.	Warm-White	5.279353	9.232053	11.87627	19.79985
2.	Cool-white	5.83364	10.21341	13.13023	21.88069
3.	Day-Light	5.551953	9.722733	12.50325	20.84481
4.	White	8.332473	14.5841	18.75488	31.26722



Gambar 3. Perebandingan Daya antara warna cahaya LED 4W

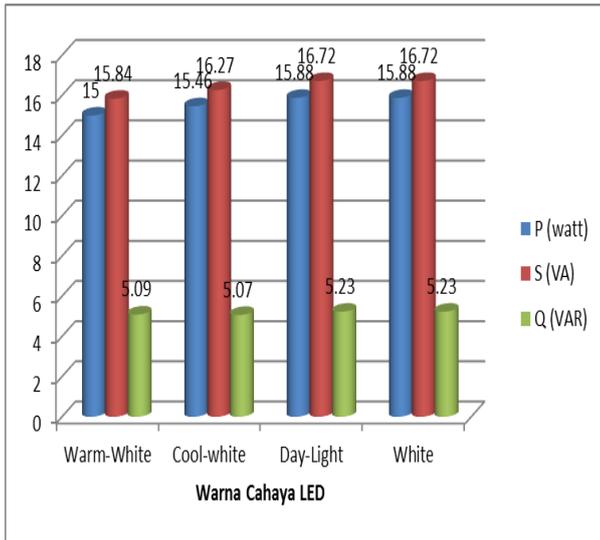


Gambar 4. Perbandingan Daya antara warna cahaya LED 7W

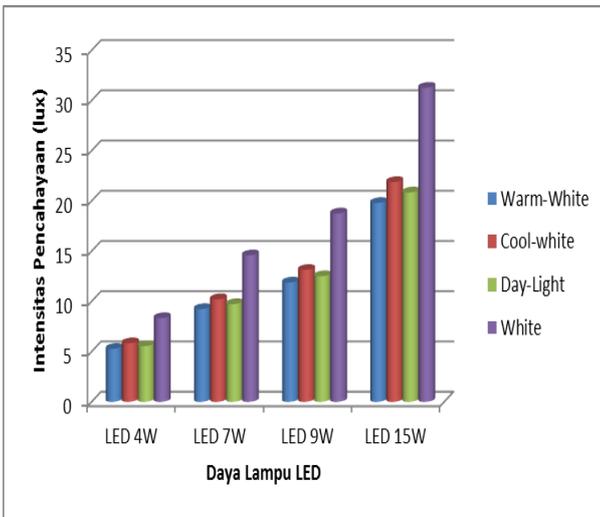


Gambar 5. Perbandingan Daya antara warna cahaya LED 9W

White yaitu 4,6 watt. Sedangkan yang mengkonsumsi daya terbesar adalah lampu dengan warna cahaya *White* yaitu 5,5 watt. Demikian juga lampu LED 7W (gambar 4.), LED 9W (gambar 5.) dan LED 15W (gambar 6.).



Gambar 6. Perbandingan Daya antara warna cahaya LED 15W



Gambar 7. Perbandingan Intensitas Cahaya setiap warna cahaya LED

Berdasarkan intensitas pencahayaan (lux) yang dihasilkan oleh lampu LED (4W, 7W, 9W dan 15W) menunjukkan bahwa lampu LED dengan warna cahaya *White* memberikan intensitas pencahayaan yang terbesar dibanding dengan warna cahaya lainnya.

Tabel 10. Total daya yang diperlukan untuk lampu 4W

No.	Warna Cahaya Lampu	Pengukuran		Perhitungan	
		E lampu 4W (lux)	P lampu 4W (watt)	E standar (lux)	P total (Watt)
1.	Warm-White	5.279353	4,60	150	130,6978
2.	Cool-white	5.83364	5,00	150	128,5647
3.	Day-Light	5.551953	4,80	150	129,6841
4.	White	8.332473	5,50	150	99,0102

Tabel 11. Total daya yang diperlukan untuk lampu 7W

No.	Warna Cahaya Lampu	Pengukuran		Perhitungan	
		E lampu 7W (lux)	P lampu 7W (watt)	E standar (lux)	P total (Watt)
1.	Warm-White	9.232053	7,00	150	113,7341
2.	Cool-white	10.21341	7,68	150	112,7929
3.	Day-Light	9.722733	7,47	150	115,2454
4.	White	14.5841	7,90	150	81,2529

Tabel 12. Total daya yang diperlukan untuk lampu 9W

No.	Warna Cahaya Lampu	Pengukuran		Perhitungan	
		E lampu 9W (lux)	P lampu 9W (watt)	E standar (lux)	P total (Watt)
1.	Warm-White	11.87627	9,00	150	113,6721
2.	Cool-white	13.13023	9,30	150	106,2434
3.	Day-Light	12.50325	9,30	150	111,5710
4.	White	18.75488	9,72	150	77,7398

Tabel 13. Total daya yang diperlukan untuk lampu 15W

No.	Warna Cahaya Lampu	Pengukuran		Perhitungan	
		E lampu 15W (lux)	P lampu 15W (watt)	E standar (lux)	P total (Watt)
1.	Warm-White	19.79985	15,00	150	113,6372
2.	Cool-white	21.88069	15,46	150	105,9838
3.	Day-Light	20.84481	15,88	150	114,2730
4.	White	31.26722	15,88	150	76,1820

Besarnya konsumsi daya lampu (4W; 7W; 9W dan 15W) berdasarkan hasil pengukuran, jika digunakan untuk memenuhi intensitas pencahayaan standar yang direkomendasikan (*SNI 03-6197-2000*) untuk ruangan kerja yaitu 150 lux maka jumlah daya lampu yang diperlukan berdasarkan kapasitas daya lampu yang digunakan adalah seperti tabel 10-13.

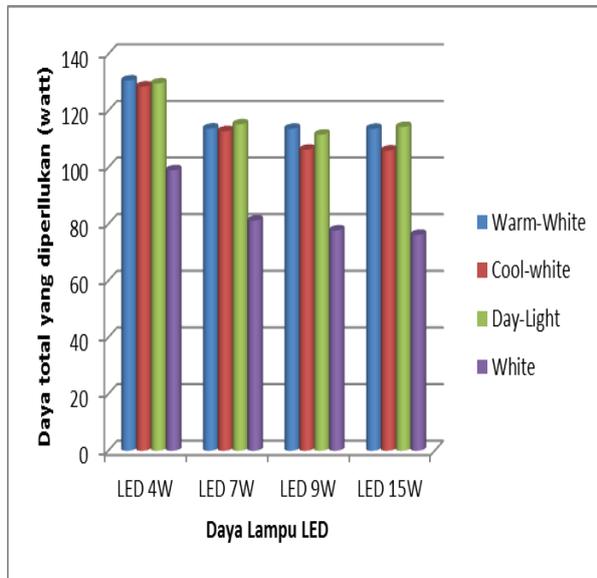
Berdasarkan gambar 8. menunjukkan bahwa untuk memenuhi intensitas pencahayaan standar ruangan, total konsumsi daya terkecil adalah lampu dengan warna cahaya *White* untuk lampu LED dengan kapasitas daya 4W, 7W, 9W dan 15W.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada lampu LED dengan warna cahaya *warm-white*, *white*, *cool-white*, dan

day-light dapat disimpulkan bahwa, konsumsi daya terkecil untuk memenuhi intensitas pencahayaan standar untuk ruangan adalah lampu LED dengan warna cahaya *White*.



Gambar 8. Total Daya yang diperlukan untuk memenuhi E standar ruangan.

Saran

Dalam teknik pencahayaan, yang juga perlu dipertimbangkan selain konsumsi daya lampu untuk memenuhi intensitas pencahayaan standar adalah warna cahaya lampu yang harus disesuaikan dengan fungsi ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balai Besar Teknologi Energi BPPT. (2012). *Perencanaan Efisiensi dan Elastisitas Energi 2012*. Jakarta: BPPT.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. *SNI 16-7062-2004: Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja*.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. *SNI IEC 62612:2013: Lampu swabalast LED Untuk Pelayanan Pencahayaan Umum-Persyaratan Kinerja*.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. *SNI 03-6958-2003: Label Tingkat Hemat Energi Pemanfaat Tenaga Listrik Untuk Keperluan Rumah Tangga dan Sejenisnya*.

- [5] Energy Savers. (2009). Compact Fluorescent Lamps. Available online at: http://www.energysavers.gov/your_home/lighting_daylighting/index.cfm/mytopic=12050. Diakses: 5 Oktober 2012
- [6] Houghton Mifflin Company. (2005). *LED The American Heritage Science Dictionary*.
- [7] Sudirman Palaloi, dkk. (2015). *Kajian Tingkat Efikasi Lampu LED Swabalast Untuk Pencahayaan Umum, Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan* vol.14 No.1 Juni 2015: 1-14 ISSN 1978-2365
- [8] Tim Nano UI. (2011). *Survei Konsumsi Energi Listrik 2011 dan Peluang Pemanfaat LED Sebagai Solusi Penghematan Energi*.