

Analisis Sistem Kebutuhan Penerangan Pada Ruang Kelas Dengan *Light Emitting Diode (LED)*

Wiwit Indah Rahayu¹⁾, Ferry Hadary²⁾, Yus Sholva³⁾

¹⁾Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

¹⁾Staf Pengajar AMIK BSI Pontianak

²⁾Staf Pengajar Prodi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura

³⁾Staf Pengajar Prodi Teknik Informatika Universitas Tanjungpura

e-mail : wiwitindahrahayu@gmail.com, ferryhadary@teknik.untan.ac.id, sholvariza@untan.ac.id

Abstract—Salah satu penggunaan energi listrik yang cukup vital yaitu untuk penerangan. Dalam bidang pendidikan, keberadaan ruang kuliah memerlukan penerangan saat proses belajar mengajar berlangsung. Penerangan pada ruang kelas saat ini banyak yang tidak sesuai dengan standar SNI 03-6575-2001. Karena itulah analisis terhadap sistem penerangan ketika menggunakan lampu LHE dan LED diperlukan, sehingga dapat dihasilkan aplikasi bantu untuk melakukan perhitungan kebutuhan penerangan ruang kuliah.

Berdasarkan hasil analisis untuk menghasilkan kuat penerangan sebesar 250 lux jika menggunakan jenis lampu LED yang memiliki fluks tiap lampu 3.000 lumen maka jumlah lampu yang diperlukan pada ruang kelas yang berukuran 8x8m sebanyak 10 buah, 8x7m sebanyak 8 buah, 8x7,5m sebanyak 9 buah, 8x8m sebanyak 11 buah dan 8x4m sebanyak 5 buah.

Kemudian berdasarkan perhitungan jika menggunakan lampu LHE jumlah lampu yang digunakan lebih banyak serta daya yang diperlukan lebih besar jika dibandingkan dengan LED. Dalam setahun Universitas Muhammadiyah Pontianak mengkonsumsi daya 26.956,8 KWH, sehingga harus membayar tarif listrik sebesar Rp.24.261.120,- jika menggunakan Lampu Hemat Energi (LHE). Sedangkan jika menggunakan lampu LED daya yang dibutuhkan 15.629,76 KWH dan tarif listrik yang harus dibayar sebesar 14.066.784,- maka didapat selisih penghematan biaya sebesar Rp. 10.194.336,-. Lampu LED memerlukan investasi awal sebesar Rp. 20.904.000,-, sehingga dapat diketahui titik balik impas atau nilai Break Even Point (BEP) yaitu pada tahun ke 2,05. Karena life time LED mencapai 10.000 jam maka efisiensi yang didapat sampai LED rusak adalah Rp. 47.196.000,004,-.

Keywords— Penerangan, LHE, LED, BEP

1. Pendahuluan

LED adalah bahan semikonduktor yang mengeluarkan cahaya ketika arus listrik melaluinya. LED mempunyai efisiensi energi hingga 80-90 persen jauh lebih baik dibanding lampu lainnya sehingga hanya memerlukan tegangan listrik yang rendah.[7]

Keberadaan ruang kuliah memerlukan penerangan saat proses belajar mengajar berlangsung. Namun

penerapan penerangan pada ruang kuliah saat ini tidak menggunakan sistem perhitungan untuk mencapai standar penerangan yang sesuai acuan yaitu mempunyai kuat penerangan atau iluminasi sebesar minimal 250 lux. Banyak diantara ruang kuliah tersebut yang masih menggunakan Lampu Hemat Energi (LHE) atau *flourescent* sebagai penerangannya..

Berdasarkan hasil observasi, dengan kondisi penerangan yang seperti itu pencahayaannya menjadi redup, hal tersebut tentunya dapat mengganggu kelancaran dari proses belajar mengajar yang dilakukan. Karena itulah perlu dibangun sebuah perancangan sistem penerangan ruang kuliah dengan LED sebagai sumber penerangannya. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi kebutuhan penerangan ruang kuliah yang sesuai standar penerangan yang mengacu pada SNI 03-6575-2001.

2. Kebutuhan Lampu untuk Penerangan Ruang Kelas

Menganalisis sistem serta menghasilkan aplikasi bantu untuk melakukan perhitungan kebutuhan penerangan ruang kuliah agar dapat menerapkan sistem yang sesuai dengan standar penerangan yaitu memiliki iluminasi atau kuat penerangan minimal sebesar 250 lux yang mengacu pada SNI 03-6575-2001 dan untuk mendapatkan perbandingan jenis lampuyang lebih hemat sehingga daya yang diperlukan lebih kecil yaitu antara lampu LHE dan LED.

Ruang kelas adalah ruang tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran secara tatap muka. Kegiatan pembelajaran ini dapat dalam bentuk ceramah, diskusi, seminar, tutorial, dan sejenisnya. Ruang kelas harus disediakan dengan luas paling sedikit 60 m² untuk 40 mahasiswa, dilengkapi dengan peralatan penunjang pembelajaran berupa 40 kursi kuliah, meja kursi dosen, papan tulis.[8]

Aspek pencahayaan meentukan kebutuhan lampu, demikian pula teknik instalasi penerapan dan perawatannya. Rekayasa penerangan dan faktor pemakaian perlu diperhitungkan agar didapat kualitas penerangan yang memadai. Faktor yang menentukan kualitas penerangan adalah (1) iluminasi atau kuat penerangan (lux); (2) distribusi cahaya; (3) silau seminimal mungkin; (4) arah pencahayaan dan tata letak lampu; (5) warna cahaya; dan (6) efek pencahayaan.[2]

A. Perhitungan Kuat Penerangan

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja ialah bidang horizontal imajiner yang terletak 0,75 meter diatas lantai pada seluruh ruangan.

Untuk menentukan kebutuhan sumber penerangan ruangan perlu memperhitungkan indeks bentuk atau indeks ruang (k).[2]

$$k = \frac{p \times l}{t(p+l)} \quad (1)$$

dimana:

k = panjang ruang (m)

l = lebar ruang (m)

t = tinggi ruang (m)

Setelah didapat nilai indeks ruang (k) maka tingkat iluminasi atau kuat penerangan rata-rata dapat dihitung. Adapun persamaannya dapat dinyatakan seperti persamaan di bawah ini.[1]

$$E = \frac{\Phi \times n \times N \times MF \times CU}{A} \quad (2)$$

dimana :

E = iluminasi atau kuat penerangan rata-rata (lux)

Φ = total fluks/aliran cahaya pada area pencahayaan (lumen)

CU = koefisien pemakaian

MF = faktor pemakaian/koefisien depresiasi

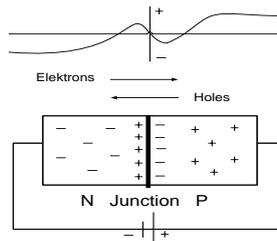
A = luas bidang kerja (m²)

n = banyak lampu tiap *luminaire*

N = banyak *luminaire*

B. Light Emitting Diode (LED)

LED adalah bahan semikonduktor yang mengeluarkan cahaya ketika arus listrik melaluinya. Sebagaimana diode lainnya LED terdiri dari pasangan bahan semikonduktor P dan N seperti ditunjukkan pada Gambar 1.[2]



Gambar 1. Cara kerja dan konstruksi LED

Bila sumber arus searah diberikan pada LED (kutub negatif dihubungkan dengan N dan kutub positif dengan P) maka lobang (hole) akan mengalir ke arah N dan eletron mengalir ke arah P. Cahaya yang dihasilkan LED bermacam-macam tergantung bahan semikonduktor yang digunakan. LED memiliki efisiensi yang tinggi, hal ini dikarenakan hampir keseluruhan energinya dipancarkan dalam spektrum tampak.[2]

C. Break Even Point (BEP)

Break Even Point menyatakan volume penjualan dimana total penghasilan tepat sama besarnya dengan total biaya, sehingga perusahaan tidak memperoleh

keuntungan dan juga tidak menderita kerugian. BEP ditinjau dari konsep *contribution margin* menyatakan bahwa volume penjualan dimana *contribution margin* tepat sama besarnya dengan total biaya tetapnya[4].

$$BEP = \frac{FC}{S - VC} \quad (3)$$

Dimana :

FC = *Fixed cost* (biaya tetap)

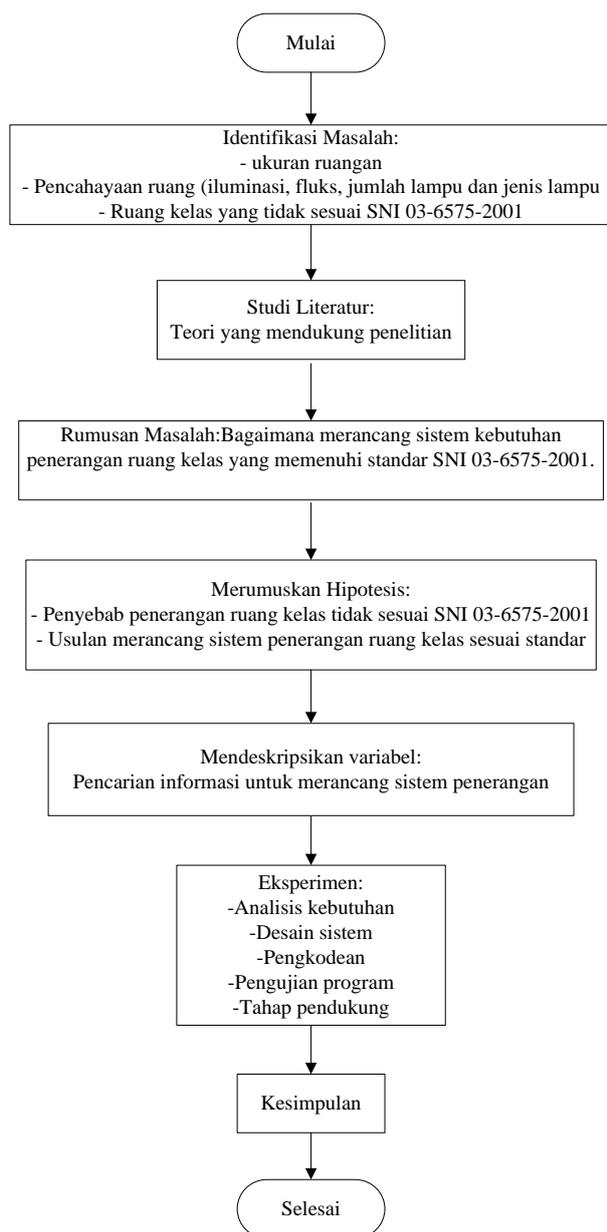
VC = *Variable cost* (biaya variabel)

S = *Sales* (penjualan)

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen yaitu metode yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain atau menguji bagaimana hubungan sebab akibat antara variabel yang satu dengan variabel yang lainnya. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol.[3]

Penelitian ini akan dilakukan pada ruang kuliah sebagai ruang percontohan (*pilot study*). Adapun ruang kelas yang akan di jadikan contoh yaitu ruang kelas pada Universitas Muhammadiyah Pontianak (UMP) yaitu pada Lantai I, II, III dan IV. Pada Lantai I terdapat 9 ruang kelas, Lantai II terdapat 11 ruang kelas dan Lantai III terdapat 17 ruang kuliah.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.1. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan rencana eksperimen untuk membangun sistem penerangan ruang kelas dengan LED. Sistem ini menggunakan simulasi berupa aplikasi untuk menganalisis kebutuhan penerangan yang diperlukan. Metode pengembangan sistem dalam perancangan aplikasinya menggunakan metode *waterfall*. Metode pengembangan sistem *waterfall* atau metode SDLC (*System Development Life Cycle*) sering juga disebut sekuensial linier (*sequential linier*). Model *waterfall* menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau urut dimulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian dan tahap pendukung (*support*). [5]

a. Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan isi sistem penerangan ruang kelas yang akan dirancang,

definisi dari sistem yang diperlukan, penjelasan dan tujuan dari sistem. Analisis dilakukan dengan metode observasi yang dibagi menjadi 2 yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional:

1) Kebutuhan fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang berisi proses-proses apa saja yang dilakukan oleh sistem yang terdiri dari:

- Sistem dapat menghitung luas ruangan.
- Sistem dapat menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan untuk ruang kelas.
- Pengguna dapat menentukan jumlah deret lampu yang diinginkan
- Sistem dapat menampilkan denah tata letak lampu untuk ruang kelas.

2) Kebutuhan non-fungsional yaitu yang menitikberatkan pada properti perilaku yang dimiliki oleh sistem. Pada sistem ini yang termasuk kebutuhan non-fungsional yaitu *user interface* yang mudah dipahami dan sistem yang dibangun berbasis *web*.

- b. Tahap selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu merancang desain sistem. Rancangan yang dibuat berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan. Pada tahap ini desain yang akan dirancang yaitu perancangan Flowchart sistem penerangan dan rancangan antar muka sistem (*interface*).
- c. Pada tahap ini desain ditranslasikan ke dalam program perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah program komputer yang sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain. Program komputer tersebut merupakan aplikasi bantu yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan kebutuhan penerangan ruang kelas.
- d. Pengujian fokus pada perangkat lunak dari segi *logic* dan fungsional untuk memastikan bahwa semua bagian fungsi sudah diuji. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan (*error*) dan memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Namun pada penelitian ini pengujian tidak dijabarkan.

3.2. Variabel atau Data

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan data sebagai bahan penunjang yaitu yang diperoleh langsung dari hasil observasi. Adapun data yang diperoleh yaitu berupa data *existing* penerangan pada Lantai I, II dan III yang mempunyai beberapa variabel berupa (1) tipe lampu; (2) jumlah lampu pada tiap ruang kelas; (3) daya lampu; dan (4) lama pemakaian lampu dalam sehari pada saat proses belajar mengajar. Adapun lampu yang digunakan yaitu lampu LHE dengan daya 20 watt dan aliran cahaya 1200 lumen. Lama penggunaan perhari selama 9 jam dan masing-masing kelas menggunakan 4 buah lampu walaupun ukuran kelasnya berbeda. Jadi dalam sehari penggunaan daya pada masing-masing ruang kelas sebesar 720 watt hour.

Sedangkan untuk data hasil pengukuran kualitas iluminasi atau kuat penerangan rata-rata beserta ukuran ruangan akan ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas penerangan ruang kelas Lantai I

Ruang	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Iluminasi (lux)	SNI Iluminasi Existing (lux)	Iluminasi Existing (%)
107	8	8	4	223	250	89.2
108	8	8	4	145	250	58
109	8	9	4	170	250	68

Sumber: Data olahan

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas penerangan ruang kelas Lantai II

Ruang	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Iluminasi (lux)	SNI Iluminasi Existing (lux)	Iluminasi Existing (%)
203	8	8	4	40	250	16
204	8	8	4	65	250	26
205	8	8	4	57	250	22.8
206	8	8	4	55	250	22
207	8	8	4	66	250	26.4
208	8	8	4	48	250	19.2
209	8	8	4	42	250	16.8
210	8	8	4	38	250	15.2
211	8	8	4	34	250	13.6

Sumber : Data olahan

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas penerangan ruang kelas Lantai III

Ruang	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Iluminasi (lux)	SNI Iluminasi Existing (lux)	Iluminasi Existing (%)
301	8	8	4	45	250	18
302	8	4	4	143	250	57.2
303	8	4	4	156	250	62.4
304	8	8	4	48	250	19.2
305	8	7	4	47	250	18.8
306	8	7	4	54	250	21.6
307	8	7	4	46	250	18.4
308	8	7	4	44	250	17.6
309	8	5	4	52	250	20.8
310	8	8	4	497	250	198.8
311	8	8	4	144	250	57.6
312	8	8	4	69	250	27.6
313	8	4	4	62	250	24.8
314	8	4	4	162	250	64.8
315	8	9	4	53	250	21.2
316	8	9	4	368	250	147.2
317	8	9	4	425	250	170

Sumber : Data olahan

3.3 Pengkodean

Dalam melakukan penelitian ini dilakukan proses pengkodean untuk merancang aplikasi bantu yang akan digunakan dalam melakukan perhitungan kebutuhan penerangan. Berikut adalah *source codelisting* untuk melakukan perhitungan kebutuhan penerangan:

```

let result_k = roundToTwo(((p*1) / (h*(p+1))));
let k1 = Math.floor(result_k);
let k2 = Math.ceil(result_k);
var np_tabel = [0.87, 0.76, 0.68, 0.61, 0.55, 0.51, 0.46, 0.43, 0.40, 0.37, 0.34];
if (Number.isInteger(result_k)) {
    result_np = np_tabel[k1];
} else {

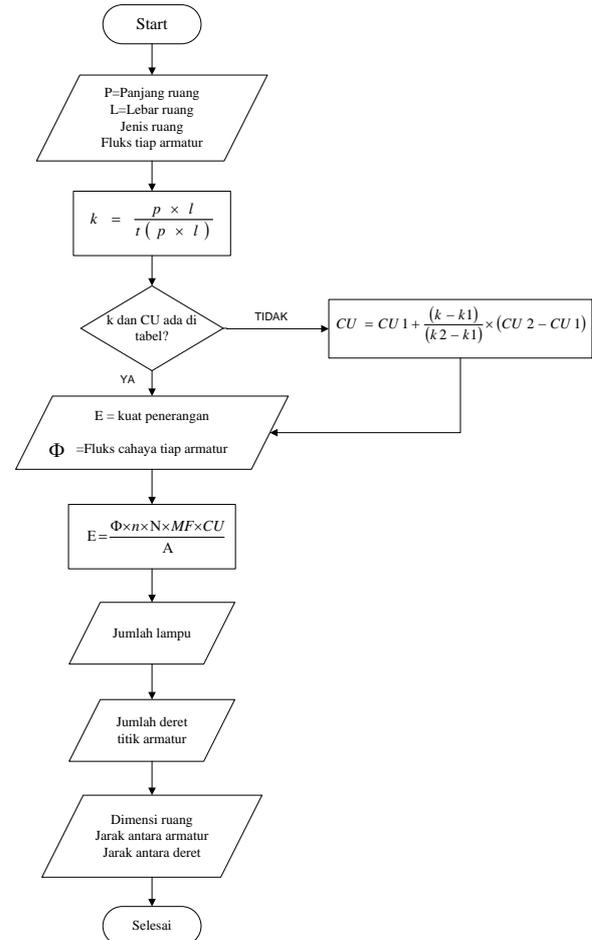
```

```

np1 = np_tabel[k1];
np2 = np_tabel[k2];
result_np = roundToTwo((np1+ (((result_k-k1)/(k2-k1))*(np2-np1))));
}
var roundedResult =
document.getElementById('roundedResult');
var myResult=((lux*(p*1))/ (lumens*(result_np*0.8)));
roundedResult.innerHTML =
Math.ceil(myResult);
var p =document.getElementById('p').value;
var l =document.getElementById('l').value;
var n =
document.getElementById('roundedResult').i
nnerHTML;
var dimensiRuang =
document.getElementById('dimensiRuang');
dimensiRuang.innerHTML = "Dimensi
Ruangan =" +p+" m (p) X "+l+" m (l)";

```

Tahap pertama yaitu menentukan indeks ruang menggunakan variabel panjang, lebar dan tinggi, maka akan didapat besarnya koefisien penggunaan. Setelah itu tinggal ditentukan besarnya iluminasi lampu yang sesuai dengan kebutuhan serta besarnya fluks tiap lampu. Nantinya akan didapat jumlah penerangan yang akan dibutuhkan sesuai dengan standar SNI 03-6575-2001. Alur pengkodean tersebut juga digambarkan dengan flowchart dibawah ini.



Gambar 3. Flowchart sistem penerangan ruang kuliah dengan LED

4. Perhitungan Kebutuhan Penerangan dengan LHE

Berikut adalah perhitungan kebutuhan penerangan dengan aplikasi bantu pada Lantai I, II dan IIIUMP. Perhitungan dilakukan dengan lampu LHE daya 20 watt dan aliran cahaya 1.200 lumen yang menyesuaikan standar penerangan SNI 03-6575-2001 yaitu memiliki iluminasi atau kuat penerangan sebesar 250 lux.

Gambar 4. Data masukan untuk ruang 107 dan 108 dengan LHE

Gambar 5. Hasil perhitungan kebutuhan penerangan dan tata letaknya menggunakan aplikasi bantu untuk ruang 107 dan 108 dengan LHE

Perhitungan kebutuhan penerangan tersebut dilakukan juga pada ruang kelas yang lain untuk Lantai I, II dan III. Berikut hasil kebutuhan penerangan menggunakan aplikasi bantu untuk jenis lampu LHE.

Tabel 4. Konsumsi energi Lantai I UMP dengan lampu LHE

Ruang	Daya (watt)	Jumlah Lampu	Running time/day (jam)	Daya per hari (watt)	Daya per tahun (watt)
P107	460	23	9	4.140	993.600
P108	460	23	9	4.140	993.600
P109	520	26	9	4.680	1.123.200
Jumlah		72			3.110.400

Tabel 5. Konsumsi energi Lantai II UMP dengan lampu LHE

Ruang	Daya (watt)	Jumlah Lampu	Running time/day (jam)	Daya per hari (watt)	Daya per tahun (watt)
P203	460	23	9	4.140	993.600
P204	460	23	9	4.140	993.600
P205	460	23	9	4.140	993.600
P206	460	23	9	4.140	993.600
P207	460	23	9	4.140	993.600
P208	460	23	9	4.140	993.600

Tabel 5. Konsumsi energi Lantai II UMP dengan lampu LHE (lanjutan)

Ruang	Daya (watt)	Jumlah Lampu	Running time/day (jam)	Daya per hari (watt)	Daya per tahun (watt)
P209	460	23	9	4.140	993.600
P210	460	23	9	4.140	993.600
P211	460	23	9	4.140	993.600
Jumlah		207			8.942.400

Tabel 6. Konsumsi energi Lantai III UMP dengan lampu LHE

Ruang	Daya (watt)	Jumlah Lampu	Running time/day (jam)	Daya per hari (watt)	Daya per tahun (watt)
P301	460	23	9	4.140	993.600
P302	220	11	9	1.980	475.200
P303	220	11	9	1.980	475.200
P304	460	23	9	4.140	993.600
P305	400	20	9	3.600	864.000
P306	400	20	9	3.600	864.000
P307	400	20	9	3.600	864.000
P308	440	22	9	3.960	960.400
P309	460	23	9	4.140	993.600
P310	460	23	9	4.140	993.600
P311	460	23	9	4.140	993.600
P312	220	11	9	1.980	475.200
P313	220	11	9	1.980	475.200
P314	520	26	9	4.680	1.123.200
P315	520	26	9	4.680	1.123.200
P316	520	26	9	4.680	1.123.200
P317	520	26	9	4.680	1.123.200
Jumlah		345			14.904.000

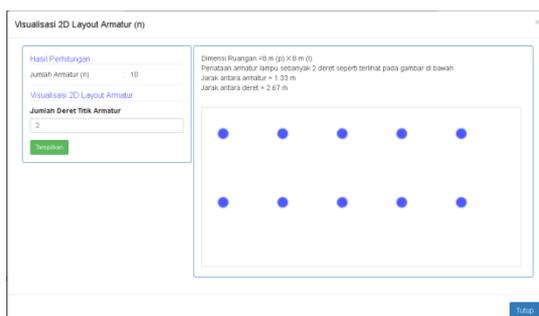
Berdasarkan perhitungan menggunakan aplikasi bantu di atas maka jumlah lampu LHE yang diperlukan adalah:

$$= \text{LHE Lantai I} + \text{LHE Lantai II} + \text{LHE Lantai III} \\ = 72 + 207 + 345 = 624 \text{ lampu}$$

4.1 Perhitungan Kebutuhan Penerangan dengan LED

Berikut hasil perhitungan kebutuhan penerangan dengan aplikasi bantu pada Lantai I, II dan III UMP dengan lampu LED dengan (1) daya 27 watt; (2) aliran cahaya 3.000 lumen; dan (3) masa pakai 10.000 jam. Serta menyesuaikan standar penerangan SNI 03-6575-2001 yaitu memiliki iluminasi atau kuat penerangan sebesar 250 lux.

Gambar 6. Data masukan untuk ruang 107 dan 108 dengan LED



Gambar 7. Hasil perhitungan kebutuhan penerangan dan tata letaknya menggunakan aplikasi bantu untuk ruang 107 dan 108 dengan LED

Perhitungan kebutuhan penerangan tersebut dilakukan juga pada ruang kelas yang lain untuk Lantai I, II dan III. Berikut hasil kebutuhan penerangan menggunakan aplikasi bantu untuk jenis lampu LED.

Tabel 7. Konsumsi energi Lantai I UMP dengan lampu LED

Ruang	Daya (watt)	Jumlah Lampu	Running time/day (jam)	Daya per hari (watt)	Daya per tahun (watt)
P107	270	10	9	2.430	583.200
P108	270	10	9	2.430	583.200
P109	297	11	9	2.673	641.520
Jumlah		31			1.807.920

Tabel 8. Konsumsi energi Lantai II UMP dengan lampu LED

Ruang	Daya (watt)	Jumlah Lampu	Running time/day (jam)	Daya per hari (watt)	Daya per tahun (watt)
P203	270	10	9	2.430	583.200
P204	270	10	9	2.430	583.200
P205	270	10	9	2.430	583.200
P206	270	10	9	2.430	583.200
P207	270	10	9	2.430	583.200
P208	270	10	9	2.430	583.200
P209	270	10	9	2.430	583.200
P210	270	10	9	2.430	583.200
P211	270	10	9	2.430	583.200
		90	Jumlah		5.248.800

Tabel 9. Konsumsi energi Lantai III UMP dengan lampu LED

Ruang	Daya (watt)	Jumlah Lampu	Running time/day (jam)	Daya per hari (watt)	Daya per tahun (watt)
P301	270	10	9	2.430	583.200
P302	135	5	9	1.215	291.600
P303	135	5	9	1.215	291.600
P304	270	10	9	2.916	583.200
P305	216	8	9	1.944	1.399.680
P306	216	8	9	1.944	1.399.680
P307	216	8	9	1.944	1.399.680
P308	243	9	9	2.187	524.880
P309	270	10	9	2.430	583.200
P310	270	10	9	2.430	583.200
P311	270	10	9	2.430	583.200
P312	135	5	9	1.215	291.600
P313	135	5	9	1.215	291.600
P314	297	11	9	2.673	641.520
P315	297	11	9	2.673	641.520
P316	297	11	9	2.673	641.520
P317	297	11	9	2.673	641.520
Jumlah					8.573.040

Berdasarkan perhitungan menggunakan aplikasi bantu di atas maka jumlah lampu LED yang diperlukan adalah:

$$= \text{LED Lantai I} + \text{LED Lantai II} + \text{LED Lantai III} \\ = 31 + 90 + 147 = 268 \text{ lampu}$$

5. Hasil dan Analisis

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dapat dilihat besarnya daya yang diperlukan pada masing-masing lantai di UMP jika menggunakan LHE maupun LED seperti yang tertera pada Tabel 1 berikut.

Tabel 10. Konsumsi energi pada Lantai I, II dan III UMP dengan lampu LHE dan LED

Daya Per tahun (watt)	Lantai I	Lantai II	Lantai III
LHE	3.110.400	8.942.400	14.904.000
LED	1.807.920	5.248.800	8.573.040

Sumber : Data olahan

Dapat dilihat bahwa jika menggunakan LHE maka daya yang diperlukan lebih besar jika dibandingkan menggunakan LED. Pada Lantai 1 terjadi penurunan penggunaan daya sebesar 58,125%, pada Lantai II penurunannya sebesar 58,696%, sedangkan pada Lantai III penurunannya sebesar 57,522%. Dan jika dijumlahkan untuk Lantai I, II, dan III jika menggunakan LHE dayanya sebesar 26.956.800 watt/tahun sedangkan jika menggunakan LED sebesar 15.629.760 watt/tahun.

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat dilihat terjadinya penurunan penggunaan daya jika menggunakan LED yaitu sebesar 11.327.040 watt/tahun atau sebesar 57,981%.

5.1 Perhitungan Efisiensi Biaya Pemakaian dengan Break Even Point (BEP)

Diketahui tarif dasar listrik berdasarkan informasi tagihan listrik untuk sekolah/universitas adalah Rp.900/KWH, karena UMP termasuk golongan S2/105.000 VA. Diasumsikan dalam sebulan masa kerja 20 hari, maka jumlah konsumsi energi yang digunakan pertahun untuk ruang kelas pada Lantai I, II dan III pada UMP menyesuaikan standar penerangan SNI 03-6575-2001 yaitu memiliki iluminasi atau kuat penerangan sebesar 250 lux adalah:

a) Konsumsi daya dengan lampu LHE per tahun jika iluminasi 250 lux

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{lantai1}} + P_{\text{lantai2}} + P_{\text{lantai3}} \\ = 3.110.400\text{w} + 8.942.400\text{w} + 14.904.000\text{w} \\ = 26.956.800\text{w} = 26.956,8 \text{ KWH}$$

$$\text{Maka tarif listrik LHE} \\ = 26.956,8 \text{ KWH} \times \text{Rp.900,-} \\ = \text{Rp. 24.261.120,-}$$

b) Konsumsi daya dengan lampu LED per tahun

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{lantai1}} + P_{\text{lantai2}} + P_{\text{lantai3}} \\ = 1.807.920\text{w} + 5.248.800\text{w} + 8.573.040\text{w} \\ = 15.629.760\text{w} = 15.629,76 \text{ KWH}$$

$$\begin{aligned} & \text{Maka tarif listrik LED} \\ & = 15.629,76 \text{ KWH} \times \text{Rp.}900,- \\ & = \text{Rp.} 14.066.784,- \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi daya listrik dengan menggunakan lampu LHE dan LED, maka dapat dihitung selisih untuk penghematan biaya. Hasil dari selisih penghematan akan digunakan sebagai biaya variabel untuk menghitung BEP.

$$\begin{aligned} & \text{Selisih penghematan biaya} \\ & = \text{tarif listrik LHE} - \text{tarif listrik LED} \\ & = \text{Rp.} 24.261.120 - \text{Rp.} 14.066.784 \\ & = \text{Rp.} 10.194.336,- \end{aligned}$$

Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mencari biaya tetap yaitu dengan cara menghitung nilai investasi pembelian lampu LED. Harga lampu LED diasumsikan Rp. 78.000,-/buah.

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah lampu LED} \\ & = \text{LED}_{\text{lantai1}} + \text{LED}_{\text{lantai2}} + \text{LED}_{\text{lantai3}} \\ & = 31 \text{ buah} + 90 \text{ buah} + 147 \text{ buah} \\ & = 268 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Maka total harga LED} \\ & = \text{Rp.} 78.000,- \times 268 \text{ buah} = \text{Rp.} 20.904.000,- \end{aligned}$$

Setelah nilai biaya tetap dan biaya variabel didapat maka dapat dilakukan perhitungan untuk BEP menggunakan persamaan[4].

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{\text{TotalFixed Cost}}{\text{VariabelCost}} \\ &= \frac{20.904.000}{10.194.336} = 2,0505504233 \text{ tahun} \\ &\approx 2,05 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Jadi titik balik BEP jika dilakukan penggantian lampu LED akan diperoleh pada tahun ke 2,05 atau kurang lebih 2 tahun. Setelah nilai BEP diketahui maka nilai efisiensi dapat dihitung dimana *life time* lampu LED diasumsikan 10.000 jam.

$$\begin{aligned} & \text{Running time/year} \\ & = \text{running time/day} \times \text{total days/year} \\ & = 9 \text{ hour/day} \times 240 \text{ days} \\ & = 2.160 \text{ hour/year} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Life time lampu LED} \\ & = \frac{10.000}{2.160} = 4,62962963 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Maka total efisiensi setelah tercapai BEP sampai} \\ & \text{LED rusak adalah} \\ & = \text{Rp.} 10.194.336,- \times 4,62962963 \\ & = \text{Rp.} 47.196.000,004,- \end{aligned}$$

6. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi bantu yang dihasilkan dapat melakukan perhitungan kebutuhan penerangan ruang kelas dengan memasukkan variabel (1) panjang ruang; (2) lebar ruang; (3) tinggi ruang; (4) jenis ruang; dan (5) aliran cahaya/*fluks*. Dan juga memberikan gambaran tata letak beserta jarak antar lampu LED yang akan digunakan.
2. Berdasarkan hasil analisis yang mengacu pada standar penerangan yaitu SNI 03-6575-2001 untuk ruang kelas dengan iluminasi atau kuat penerangan minimal sebesar 250 lux, diperoleh bahwa ketika menggunakan lampu LHE daya yang diperlukan untuk ruang kelas Lantai I, II dan III sebesar 26.956,8 KWH/tahun. Sedangkan ketika menggunakan lampu LED daya yang diperlukan untuk ruang kelas Lantai I, II dan III lebih kecil yaitu 15.629,76 KWH/tahun. Maka penurunan penggunaan daya dari LHE ke LED sebesar 11.327,04 KWH/tahun atau jika dalam persentase sebesar 57,981%.
3. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan aplikasi bantu ketika menggunakan lampu LHE tarif listrik yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 24.261.120,- dan jika menggunakan LED tarif yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 14.066.784,-.
4. Nilai efisiensi dan ekonomis yang didapat dari penggunaan lampu LED adalah Rp. 47.196.000,004,- dengan titik impas atau *Break Even Point* (BEP) berada pada tahun ke 2,05.
5. Penggunaan lampu perlu memperhatikan kebutuhan lain dari pengguna seperti tata letak berdasarkan estetika penggunaan ruangan, jarak antara armatur, jarak antar lampu serta jenis lampu yang digunakan sehingga didapatkan penerangan yang maksimal namun daya yang digunakan lebih kecil.
6. Penggunaan lampu LED lebih disarankan karena dengan daya yang sama besar dengan lampu LHE, namun lampu LED akan menghasilkan aliran cahaya/*fluks* yang lebih besar dibandingkan dengan lampu LHE.

Referensi

- [1] Coaton, J.R., and Marsden, A.M. 1997. *Lamp and Lighting*. London: Arnold..
- [2] Muhaimin. 2001. *Teknologi Pencahayaan*. Malang: Refika.
- [3] Nazir, Moh. 2009. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- [4] Pujawan, I. N. 2002. *Ekonomi Teknik*. Surabaya : Guna Widya
- [5] Rosa, A.S dan Shalahuddin, M. 2014. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: CV.Andi Offset.
- [6] SNI 03-6575-2001. 2001. *Tata Cara Perancangan SistemPencahayaan BuatanPada Bangunan Gedung*. Oktober 4,2016.http://ciptakarya.pu.go.id/pbl/asset/doc/sni/SNI_CAHYABU.PDF
- [7] Suwandi, Arief dan Fardian, Feri. 2016. *Analisa Pemakaian Lampu LED Terhadap Energi dan Efisiensi Biaya di PT. Total Bangun Persada Tbk*. *Jurnal Inovisi*. Volume 12 Nomor 1.
- [8] PERMEN SNPT 23 MEI 2013. 2013.*RancanganPeraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik IndonesiaTentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SNPT)*. Agustus 10, 2017. http://share.its.ac.id/pluginfile.php/31842/mod_resource/content/1/PERMEN%20SNPT%2023%20Mei%202013.pdf

Biography

Wiwit Indah Rahayu, lahir di Kubu Raya pada tanggal 29 Februari 1988. Lulus Sarjana Teknik Informatika Universitas Tanjungpura Tahun 2011 dan lulus Pasca Sarjana Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak tahun 2017. Saat ini beraktifitas di AMIK BSI Pontianak..

