

## Analisa Penelitian Lampu TL dan LED Serta Pengaruhnya Terhadap KHA dan Harmonik

Sugianto; Abdul Muis dan Firda Yarisa Imania  
Teknik Elektro, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jalan Moh.Kahfi II  
Jagakarsa-Jakarta Selatan  
sugiantoistn13@gmail.com

### ABSTRAK

Energi listrik merupakan bagian penting dalam kehidupan sehari-hari, yaitu energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik atau energi yang tersimpan dalam arus listrik. Energi listrik (kWh) adalah perkalian antara daya aktif (kW) dengan waktu (hour). Semakin berkembangnya jaman yang diikuti dengan perkembangan teknologi membawa dampak pada peningkatan konsumsi energi listrik sehingga perlu dilakukan penghematan. Pemakaian lampu sebagai penerangan adalah pemakaian energi terbesar kedua setelah pemakaian AC di gedung bertingkat. Karena itu pada penelitian ini dilakukan analisa penghematan energi penggunaan lampu dengan mengganti lampu dengan metode analisa perhitungan lampu TL (Tubular Lamp) dan LED (Light Emitting Diode) serta pengaruhnya terhadap KHA dan harmonik. Hasil perhitungan menunjukkan penurunan konsumsi energi listrik penggunaan lampu.

**Kata kunci :** Energi Listrik, Daya Aktif, Tubular Lamp, Light Emitting Diode, KHA, Harmonik

### ABSTRACT

Electrical energy is an important part of daily life, namely the main energy needed for electrical equipment or energy stored in electric current. Electrical energy (kWh) is the multiplication between active power (kW) and time (hour). The more developed times followed by technological developments have an impact on increasing consumption of electrical energy so that savings need to be made. The use of lights as lighting is the second largest energy use after the use of air conditioning in high rise buildings. Therefore, in this observation, an energy saving analysis of the use of lights is done by replacing the lamp with a method of analyzing the calculation of TL (Tubular Lamp) and LED (Light Emitting Diode) lamps and their effects on CRC and harmonics. The results of the calculation show a decrease in the consumption of electrical energy using lamps.

**Keywords :** Electrical Energy, Active Power, Tubular Lamp, Light Emitting Diode, CRC, Harmonics

### I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan bagian penting dalam kehidupan sehari-hari, yaitu energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik atau energi yang tersimpan dalam arus listrik. Semakin berkembangnya jaman yang diikuti dengan perkembangan teknologi membawa dampak pada peningkatan konsumsi energi listrik sehingga perlu dilakukan penghematan. Tanpa adanya usaha penghematan energi, akan mengakibatkan habisnya cadangan energi dalam waktu yang relatif singkat. Pengguna energi listrik di

Indonesia digolongkan mejadi sektor rumah tangga, badan sosial, bisnis, industri, kantor pemerintah, dan lain-lain. Pengguna energi pada sector industry cukup tinggi dibandingkan yang lain sehingga perlu menjadi fokus kegiatan konservasi energi.

Pada bangunan gedung sistem tata cahaya menempati urutan kedua dalam mengkonsumsi energi listrik. Perencanaan pencahayaan gedung yang hemat energi akan lebih baik dilakukan sebelum bangunan berdiri karena sifatnya yang terdistribusi sehingga mempengaruhi area yang luas dari tempat

lampunya berada. Untuk mendapatkan pencahayaan dalam ruangan yang optimal diperlukan pemilihan jenis lampu yang hemat energi sesuai dengan peruntukkan ruangan serta pemilihan armatur yang efektif dalam merefleksikan cahaya ke bawah. Tingkat terang ini akan menentukan berapa banyak jumlah lampu dan daya masing-masing lampu yang diperlukan. Pencahayaan ruangan yang hemat energi ditentukan juga oleh efisiensi lampu yang ditandai dengan parameter lumen per watt.

Energy listrik yang digunakan pada gedung bertingkat adalah untuk pendinginan / AC, penerangan, elevator dan eskalator dan lain lain juga menggunakan beban induktif seperti motor listrik sehingga pemakaian listrik untuk mensuplai beban-beban induktif menjadi besar. Pemakaian lampu sebagai penerangan adalah pemakaian energi terbesar kedua setelah pemakaian AC. Karena itu pada skripsi ini dilakukan analisa penghematan energi penggunaan lampu dengan mengganti lampu dengan metode analisa perhitungan lampu TL (Tubular Lamp) dan LED (Light Emitting Diode) serta pengaruhnya terhadap KHA dan harmonik.

Permasalahan yang diangkat sebagai permasalahan dalam penulisan jurnal ini antara lain:

1. Bagaimana perhitungan titik lampu dan jumlah energy yang dibutuhkan untuk setiap ruangan dan berapa besar penghematan konsumsi energi listrik yang dihasilkan setelah menggunakan lampu LED.
2. Perhitungan arus nominal, menentukan besar arus pengaman dan menentukan luas penampang penghantar.

Karena luasnya permasalahan dalam Dalam penyusunan penelitian ini untuk menghindari adanya penyimpangan uraian dan bahasan, maka perlu adanya batasan masalah yaitu:

1. Data beban dan peralatan energi listrik yang digunakan adalah salah satu data dari Gedung yang berada di Gedung CHUBB Square Jl.M.H.Thamrin No.10 Jakarta Pusat;
2. Data beban atau data penggunaan lampu TL adalah data yang diperoleh pada tahun 2016;

3. Membahas penggunaan energi listrik sebelum dan sesudah penggantian jenis lampu LED;
4. Membahas mengenai pengeluaran biaya konsumsi energi listrik pada penggunaan lampu serta payback periode.

## II. LANDASAN TEORI

Iluminasi dapat didefinisikan sebagai intensitas flux cahaya yang diterima oleh suatu luas permukaan. <sup>[5]</sup> hal ini diukur dalam flux luminasi per unit area. Intensitas flux cahaya sendiri dapat diartikan sebagai kuat intensitas cahaya yang diradiasikan oleh sebuah sumber cahaya. Dari definisi ini dapat diartikan bahwa tingkat keterangan merupakan banyaknya intensitas flux cahaya per unit area. Sehingga semakin besar lux cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya maka akan meningkatkan tingkat ketrangnya namun apabila semakin besar tingkat keterangan suatu flux cahaya maka memungkinkan terjadinya glare yang menghasilkan ketidaknyamanan mata dalam menerima suatu cahaya.

Intensitas cahaya yang dipancarkan dari sebuah sumber diukur dalam satuan candle (cd). Pada kenyataannya candle (lilin) memiliki standar tersendiri dalam seberapa banyak lilin tersebut dinyalakan untuk menghasilkan cahaya, sehingga hasil cahaya standar yang dipancarkan lilin inilah yang menjadi pembanding satuan untuk menghitung intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sebuah sumber cahaya lain dengan satuan untuk pembanding ini disebut dengan kuat intensitas cahaya atau disebut dengan lumens. <sup>[5]</sup>

Lux adalah kuat cahaya yang diterima oleh suatu permukaan sebesar 1 m<sup>2</sup> dari suatu sumber cahaya dengan lumens 1 CP (candle power) yang berjarak 1 m dari sumber tersebut. Secara matematis lux dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut .:

$$E = \frac{F}{A}$$

Dengan:

E = Iluminasi (lux)

F = Fluks cahaya (lm)

A = Luas permukaan bidang (m<sup>2</sup>)

- Energi Listrik

Energi listrik adalah energy utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik atau energy yang tersimpan dalam arus listrik, besarnya energy yang terpakai dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$E = P \times t$$

Dengan :

E = Energi listrik (kWh)

P = Daya aktif (kW)

t = Waktu (hour)

- Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Kemampuan Hantar Arus (KHA) adalah kemampuan maksimum arus yang mengalir secara terus – menerus oleh konduktor pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan yang melampaui nilai tertentu. KHA ditentukan oleh suhu penghantar maksimum yang diperbolehkan untuk kabel. Untuk kabel berisolasi PVC, suhu diizinkan maksimum 70 °C sedangkan untuk kabel berisolasi XLPE suhu yang diizinkan maksimum 90 °C.

$$KHA = f_1 \times f_2 \times I_n$$

Dengan:

$f_1$  = Faktor koreksi untuk penentuan KHA kabel

$f_2$  = Faktor koreksi untuk kabel tanah berisolasi dan berselubung PVC

$I_n$  = Arus nominal (Ampere)

KHA kabel dipengaruhi oleh eberapa factor, yang dinamakan factor koreksi antara lain :

1. Suhu sekeliling
2. Cara pemasangan kabel
3. Jumlah urat kabel
4. Keadaan kelembaban tanah untuk kabel – kabel tanah
5. Cara pembebanan

Ada kemungkinan terdapat beberapa keadaan sekaligus yang kurang menguntungkan, misalnya suhu sekeliling yang tinggi serta keadaan tanah yang kering. Dalam hal demikian, semua factor koreksi harus diperhitungkan dalam persamaan sebagai berikut :

$$f_1 = f_A \times f_B$$

Dengan:

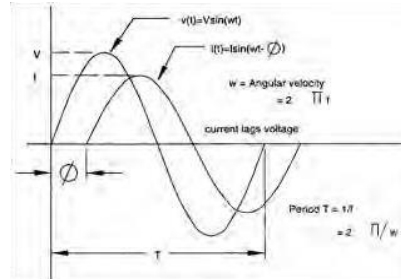
$f_1$  = Faktor koreksi untuk penentuan KHA kabel

$f_A$  = Nilai factor penampang kabel

$f_B$  = Nilai factor jenis kabel

- Pengaruh Harmonisa Pada Lampu TL dan Lampu LED

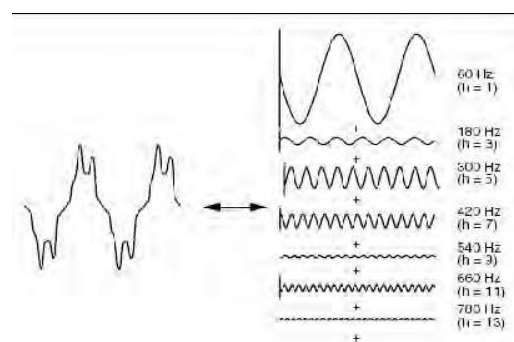
Harmonisa merupakan gangguan pada sistem tenaga listrik yang terjadi akibat adanya dsitorsi gelombang tegangan dan arus. Sehingga membentuk gelombang – gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya. Frekuensi dasar tenaga listrik di Indonesia adalah 50 Hz.



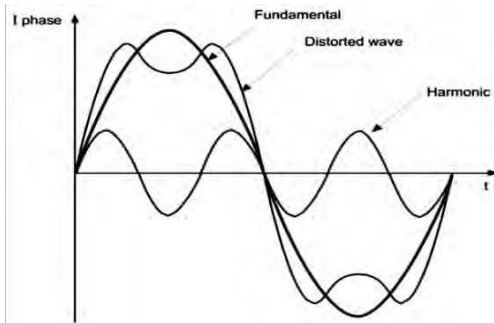
Gambar 2.1 Gelombang Sinus Arus dan Tegangan

Bilangan bulat pengali frekuensi dasar disebut dengan orde harmonisa. Untuk mencari nilai orde harmonisa ke-n adalah dengan cara mengkalikan bilangan harmonisa pertama dengan harmonisa yang akan dicari. Contohnya frekuensi yang terbaca pada perangkat listrik adalah 50 Hz, maka nilai gelombang frekuensi harmonisa keduanya adalah 100 Hz, kemudian harmonisa ketiganya adalah 150 Hz, dan seterusnya.

Sistem tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh harmonisa, hal ini terjadi karena harmonisa biasanya tertuju ke tempat yang memiliki nilai impedansi yang kecil. Bentuk penyimpangan(distorsi) dari bentuk gelombang pada sistem tenaga listrik disebut *Total Harmonic Distortion (THD)*.



Gambar 2.2 Bentuk Gelombang yang Terdistorsi Akibat Harmonisa Ganjil



Gambar 2.3 Bentuk Gelombang Dasar Harmonisa dan Gelombang Terdistorsi

**III. METODE PENELITIAN**

Dalam penyelesaian skripsi ini diterapkan dengan beberapa metode antara lain:

1. Studi Literatur

Melakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan penulisan penelitian ini dengan cara membaca buku, literatur, dan tulisan – tulisan lain serta jurnal – jurnal penelitian dari layanan internet.

2. Observasi

Observasi atau studi lapangan yaitu dengan melakukan pengukuran langsung kelapangan untuk menentukan parameter utama yaitu luas area, kondisi lapangan dan data teknis lapangan.

3. Diskusi dan Bimbingan

Melakukan bimbingan dengan dosen pembimbing, lalu melakukan diskusi dengan engineering elektrik yang memiliki pengetahuan, pengalaman serta keahlian yang terkait dengan pembahasan.

4. Perhitungan dan Analisa

Melakukan perhitungan jumlah lampu, dan besar penghematan konsumsi energi listrik yang dihasilkan.

5. Penyusunan Laporan Akhir Penelitian.

Setelah memperoleh dan menganalisa data yang didapat dilapangan, penulis membuat penulisan laporan skripsi.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

• Penggunaan Energi

Sumber energy yang digunakan untuk system kelistrikan di gedung ini seluruhnya disuplai dari PLN dengan kontrak daya sebesar 4.845 kVA / 20 kV tarif B3, menggunakan 2 unit trafo dengan jumlah (2 x 2.500 kVA). Pemakaian energy tersebut digunakan untuk penerangan, AC, motor, elevator, escalator dan equipment lainnya.

Pemakaian Lampu TL (Tubular Lamp)

Data penggunaan lampu TL (Tubular Lamp) ditunjukkan pada table 4.1.

Tabel 4.1. Data Penggunaan Lampu TL (Tubular Lamp)

No.	Lokasi / Ruangan	Daya Per Titik Lampu (watt)	Jumlah Lampu (Unit)	Jam nyala selama 30 hari (Jam)	Energi Listrik Selama 1 Tahun (kWh)	
1	Lobby	Meeting room	70	12	325	3276
2		Room 1	70	12	260	2620.8
3		Room 2	70	34	260	7425.6
4		Room 3	70	10	260	2184
5		Receptionist B	56	4	260	698.88
6		Check point	42	4	720	1451.52
7		Coridoor depan lift LC	42	2	375	378
8		Tangga car parking	42	2	720	725.76
9		Coridoor service lift	42	3	375	567
10		Ablution & pantry	42	13	375	2457
11		Office A	70	25	260	5460
12		Office B	70	32	260	6988.8
13		Office C	70	22	260	4804.8
14		Mini market	56	20	450	6048

15		Coridoor Office A & B	42	4	375	756
16		Office D	70	11	208	1921.92
17		Bakery	56	8	375	2016
18		Coridoor depan bakery	42	5	375	945
19		Coridoor samping lift LP	42	2	375	378
20		Coridoor depan lift LP	42	3	375	567
21		Coridoor office C	42	10	375	1890
22		Hall lobby	56	20	720	9676.8
23		Receptionist A	56	7	375	1764
24		Coridoor depan escalator receptionist A	42	3	375	567
25		Coridoor office E	42	2	375	378
26		Office E	70	7	260	1528.8
27	L, M, UG, 6	Car Parking	70	25	720	60480
28	7, 8, 9	Kepala Burung	70	25	720	45360
29		Storage	56	7	312	7338.24
30		Coridoor lift Service LC	42	2	375	1890
31		Coridoor depan toilet	42	11	375	10395
32		Toilet executive	42	8	375	7560
33		Toilet male	42	14	375	13230
34		Toilet female	42	11	375	10395
35		Ablution male & female	42	6	375	5670
36		Pantry	42	5	375	4725
37		Coridoor depan ablution	42	3	375	2835
38		Storage pantry	42	3	375	2835
39		Tangga darurat (3 sisi)	42	3	720	5443.2
40	M, UG, 6, 7, 8	Office A	70	263	260	287196
41		Office B	70	139	260	151788
42		Office C	70	54	260	58968
43		Office D	70	72	260	78624
44		Office E	70	15	260	16380
45		Office F	70	43	260	46956
46		Office G	70	26	260	28392
47		Coridoor lift LP	42	4	375	3780
48		Coridoor office C-F	42	4	325	3276
49		Coridoor utama	42	19	325	15561
50		Coridoor office B-G	42	7	325	5733
51		Meeting room	56	17	260	14851.2
52	Lantai 9	Pray room	70	345	330	95634
53		Toilet executive	42	8	330	1330.56

54	Toilet male	42	14	330	2328.48
55	Toilet female	42	11	330	1829.52

- System Penerangan Menggunakan LED  
 Nilai koefisien factor refleksi ini akan digunakan untuk menentukan nilai indeks ruangan. Mengacu pada table 4.1, maka langit – langit yang menggunakan warna putih sehingga diambil factor refleksi langit – langit (rp) 0,8, warna dinding dan lantai menggunakan warna coklat terang sehingga factor refleksi dinding yang diambil (rw) 0,7 dan factor refleksi lantai (rm) 0,35. Dan karena tingkat pengotorannya tidak diketahui, maka nilai untuk koefisien depresinya digunakan 0,8.

**Menentukan Indeks Ruangan (Meeting room)**

Untuk menentukan indeks ruangan dengan menggunakan data-data yang ada pada tabel 4.1 maka dapat dihitung nilai k, menggunakan persamaan 3.3 sebagai berikut :

$$k = \frac{p \times l}{h (p + l)}$$

Dengan data ruangan sebagai berikut :

Tinggi ruangan = 3 m

Panjang ruangan = 14 m

Lebar ruangan = 4,35 m

$$k = \frac{p \times l}{h (p + l)}$$

$$k = \frac{14 \times 4,35}{3 (14 + 4,35)}$$

$$k = \frac{60,9}{55,05}$$

$$k = 1,1$$

Dari nilai k = 1,1 dengan mengacu pada tabel 4.1. Faktor refleksi langit-langit (rw) 0,8 , Faktor refleksi dinding (rp) 0,7, dan factor refleksi lantai (rm) 0,35, didapatkan data sebagai berikut :

K1 = 1                      Kp1 = 0,53

K2 = 1,2                    Kp2 = 0,58

Dapat menghitung nilai Kp dengan persamaan sebagai berikut :

$$K_p = K_{p1} + \frac{K - K_1}{K_2 - K_1} (K_{p2} - K_{p1})$$

$$K_p = 0,53 + \frac{1,1 - 1}{1,2 - 1} (0,58 - 0,53)$$

$$K_p = 0,53 + 0,5 \times 0,05$$

$$K_p = 0,55$$

**Menentukan Jumlah Lampu (Meeting room)**

Untuk menentukan jumlah lampu menggunakan persamaan, dengan menggunakan data-data pada tabel 4.1 dan tabel 4.2. Maka dapat dihitung sebagai berikut :

Lampu LED 30 watt

Lumen (Φ) = 2100 Lumen

Intensitas cahaya untuk meeting room = 300

Lux

Luas bangunan (A) = 60,9 m<sup>2</sup>

Koefisien penyusutan (Kd) = 0,8

Koefisien penggunaan (Kp) = 0,55

$$N = \frac{E \times A}{\Phi_{lampu} \times K_p \times K_d}$$

$$N = \frac{300 \times 60,9}{2100 \times 0,55 \times 0,8}$$

$$N = \frac{18270}{924}$$

$$N = 19,77 \approx 20 \text{ buah}$$

Hasil perhitungan jumlah titik lampu pada Meeting Room diatas dengan menggunakan lampu LED downlight 30 Watt, 4000K, 70lm/W dapat digunakan lampu sebanyak 20 buah.

**Perhitungan Energi Listrik Per Tahun**

Daya yang digunakan di Meeting Room = 30 watt x 20 unit lampu = 600 watt  
 Waktu pemakaian lampu selama 30 hari (1 bulan) = 325 jam

E = P x t (kWh), untuk menghitung pemakaian daya listrik per tahun

Pemakaian energy listrik per tahun = (600 x 325 x 12) / 1000 = 2340 kWh

Tabel 4.2. Data Penggunaan Lampu LED

No.	Lokasi / Ruangan	Daya Per Unit (watt)	Jumlah (Unit)	Jam nyala selama 30 hari (Jam)	Energi Listrik Selama 1 Tahun (kWh)	
1	Lantai Lobby	Meeting room	30	20	325	2340
2		Room 1	30	20	260	1872
3		Room 2	30	55	260	5148
4		Room 3	30	16	260	1497.6
5		Receptionist B	30	6	260	561.6
6		Check point	15	8	720	1036.8
7		Coridoor depan lift LC	15	5	375	337.5
8		Tangga car parking	15	4	720	518.4
9		Coridoor service lift	15	6	375	405
10		Ablution & pantry	15	26	375	1755
11		Office A	30	41	260	3837.6
12		Office B	30	52	260	4867.2
13		Office C	30	36	260	3369.6
14		Mini market	15	55	450	4455
15		Coridoor Office A & B	15	7	375	472.5
16		Office D	30	17	208	1272.96
17		Bakery	15	21	375	1417.5
18		Coridoor depan bakery	15	9	375	607.5
19		Coridoor samping lift LP	15	4	375	270
20		Coridoor depan lift LP	15	6	375	405
21		Coridoor office C	15	19	375	1282.5
22		Hall lobby	15	55	720	7128
23		Receptionist A	15	18	375	1215
24		Coridoor depan esc receptionist A	15	7	375	472.5
25		Coridoor office E	15	3	375	202.5
26		Office E	30	23	260	2152.8
27	L, M, UG, 6	Car Parking	30	41	720	42508.8
28	7, 8, 9	Kepala Burung	30	41	720	31881.6
29	M, UG, 6, 7, 8	Storage	9	33	312	5559.84
30		Coridoor lift Service LC	15	5	375	1687.5
31		Coridoor depan toilet	15	22	375	7425
32		Toilet executive	9	27	375	5467.5
33		Toilet male	9	49	375	9922.5
34		Toilet female	9	39	375	7897.5
35		Ablution male & female	9	22	375	4455
36		Pantry	9	18	375	3645
37		Coridoor depan ablution	15	5	375	1687.5

38		Storage pantry	9	11	375	2227.5
39		Tangga darurat (3 sisi)	9	11	720	4276.8
40		Office A	30	426	260	199368
41		Office B	30	225	260	105300
42		Office C	30	87	260	40716
43		Office D	30	117	260	54756
44		Office E	30	25	260	11700
45		Office F	30	70	260	32760
46		Office G	30	42	260	19656
47		Coridoor lift LP	15	7	375	2362.5
48		Coridoor office C-F	15	9	325	2632.5
49		Coridoor utama	15	38	325	11115
50		Coridoor office B-G	15	13	325	3802.5
51		Meeting room	30	24	260	11232
52	Lantai 9	Pray room	15	1118	330	66409.2
53		Toilet executive	9	27	330	962.28
54		Toilet male	9	49	330	1746.36
55		Toilet female	9	39	330	1389.96
<b>Total</b>			<b>2877</b>	<b>8684</b>		<b>743450.4</b>

- Perhitungan Beban Lampu LED  
Kebutuhan daya listrik penggunaan lampu LED dapat ditentukan dengan menghitung jumlah beban lampu LED yang terpasang di setiap lantai pada suatu gedung bertingkat.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{291060}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,92}$$

$$I_n = 480,69 \text{ A}$$

Dari arus nominal diatas maka mengacu pada table 4.1. dapat dihitung factor koreksi untuk penentuan kemampuan hantar arus kabel yang ditanam dalam tanah dengan tahanan panas jenis berbeda dari 100 °C cm/W adalah sebagai berikut:

$$f_1 = f_A \times f_b$$

$$f_1 = 0,7 \times 1$$

$$f_1 = 0,7$$

Setelah menghitung factor koreksi  $f_1$  kemudian tentukan  $f_2$  dengan merujuk pada table 4.1. yaitu factor koreksi untuk penentuan Kemampuan Hantar Arus kabel tanah berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan kerja 0,6 / 1 kV pada suhu keliling berbeda – beda dari 30 °C, kemudian dapat

dipilih jika KHA kabel yang di butuhkan untuk suhu keliling 35°C maka didapat  $f_2 = 0,94$ .

Dapat dihitung Kemampuan Hantar Arus di lantai Lobby dengan persamaan sebagai berikut:

$$KHA = f_1 \times f_2 \times I_n$$

$$KHA = 0,7 \times 0,94 \times 480.68A$$

$$KHA = 316,28 \text{ A}$$

Penampang kabel diambil dari katalog kabel yang digunakan, maka kabel yang dipilih sesuai katalog kabel yaitu NYY 4 x (3 C x 35 mm<sup>2</sup>) dengan Kemampuan Hantar Arus maksimum **316,28 A**.

Bila tetap diinginkan / dipertahankan pada beban normal sebesar 316,28A maka diameter kabel minimal harus dinaikan setingkat diatasnya dan untuk kepastian besar diameter kabel yang diambil maka harus dihitung ulang.

Dari perhitungan diatas dengan menggunakan dasar rumus yang sama, maka Kemampuan Hantar Arus kabel penggunaan lampu dapat dirangkum dalam tabel 4.3 sebagai berikut:



Table 4.3. Data Kemampuan Hantar Arus

No.	Lokasi	Lampu TL		
		In	KHA	Jenis Kabel
1	Lantai Lobby	743.89	489.48	NYY 4 x 1C x 70mm <sup>2</sup>
2	L, M, UG, 6 (Car Parking )	53.18	34.99	NYY 4 x 1C x 10mm <sup>2</sup>
3	7, 8, 9 (Kepala Burung)	29.91	19.68	NYY 4 x 1C x 4mm <sup>2</sup>
4	M	8317.13	5472.67	NYY 4 x (11 x 1C x 150mm <sup>2</sup> )
5	UG	8317.13	5472.67	NYY 4 x (11 x 1C x 150mm <sup>2</sup> )
6	6	8317.13	5472.67	NYY 4 x (11 x 1C x 150mm <sup>2</sup> )
7	7	8317.13	5472.67	NYY 4 x (11 x 1C x 150mm <sup>2</sup> )
8	8	8317.13	5472.67	NYY 4 x (11 x 1C x 150mm <sup>2</sup> )
9	Lantai 9	140.71	92.59	NYY 4 x 1C x 50mm <sup>2</sup>

No.	Lokasi	Lampu LED		
		In	KHA	Jenis Kabel
1	Lantai Lobby	480.69	316.29	NYY 4 x 1C x 50mm <sup>2</sup>
2	L, M, UG, 6 (Car Parking )	32.50	21.39	NYY 4 x 1C x 4mm <sup>2</sup>
3	7, 8, 9 (Kepala Burung)	18.28	12.03	NYY 4 x 1C x 4mm <sup>2</sup>
4	M	4562.50	3002.12	NYY 4 x (11 x 1C x 90mm <sup>2</sup> )
5	UG	4562.50	3002.12	NYY 4 x (11 x 1C x 90mm <sup>2</sup> )
6	6	4562.50	3002.12	NYY 4 x (11 x 1C x 90mm <sup>2</sup> )
7	7	4562.50	3002.12	NYY 4 x (11 x 1C x 90mm <sup>2</sup> )
8	8	4562.50	3002.12	NYY 4 x (11 x 1C x 90mm <sup>2</sup> )
9	Lantai 9	85.52	56.28	NYY 4 x 1C x 25mm <sup>2</sup>

Dari data hasil perhitungan Kemampuan Hantar Arus diatas didapatkan bahwa pemakaian lampu TL membutuhkan pemakaian kabel yang lebih banyak dibandingkan dengan pemakaian lampu LED. Dengan mengambil data di lantai Lobby didapat bahwa Kemampuan Hantar Arus lampu TL menggunakan kabel NYY 4 x 1C x 70mm<sup>2</sup> adalah 489,48 KHA, sedangkan Kemampuan Hantar Arus yang

lampu LED dengan menggunakan kabel NYY 4 x 1C x 35mm<sup>2</sup> adalah 316,29 KHA.

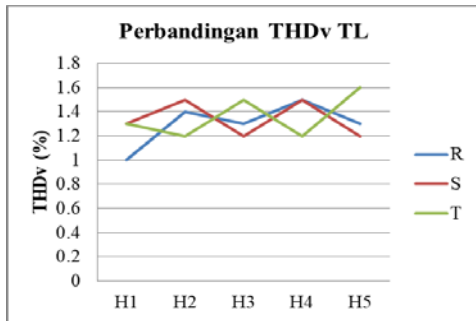
• Perbandingan Harmonik

Dari hasil pengujian pada tanggal 18 Agustus 2018 dengan menggunakan clamp on power hitester HIOKI 3286-20 maka hasilnya didapat dari pengujian lampu TL 36 watt dan lampu LED 18 watt adalah sebagai berikut:

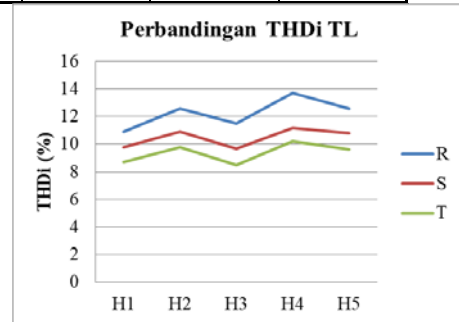
Tabel 4.4. Grafik Perbandingan THDi Lampu TL

Harmonik	THDi (%)	THDv (%)	THDi (%)	THDv (%)	THDi (%)	THDv (%)
	R		S		T	
H1	10.9	1	9.8	1.3	8.7	1.3
H2	12.6	1.4	10.9	1.5	9.8	1.2

H3	11.5	1.3	9.7	1.2	8.5	1.5
H4	13.7	1.5	11.2	1.5	10.2	1.2
H5	12.6	1.3	10.8	1.2	9.6	1.6



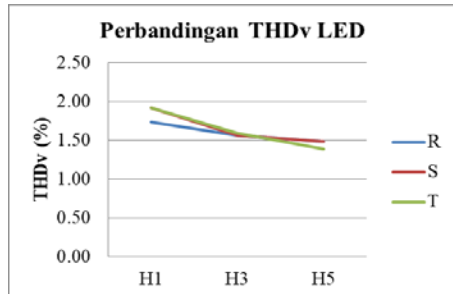
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan THDv Lampu TL



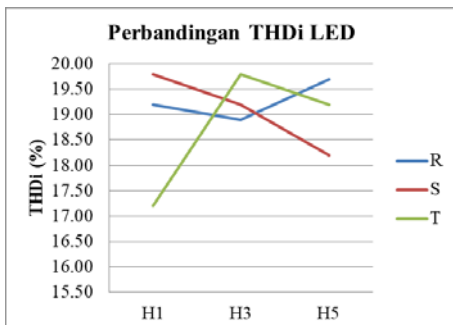
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan THDi Lampu TL

Tabel 4.5. Hasil THDi dan THDv Lampu LED

Harmonik	THDi (%)	THDv (%)	THDi (%)	THDv (%)	THDi (%)	THDv (%)
	R		S		T	
H1	19.20	1.74	19.80	1.92	17.20	1.92
H3	18.90	1.56	19.20	1.56	19.80	1.59
H5	19.70	1.49	18.20	1.49	19.20	1.39



Gambar 4.3. Grafik Perbandingan THDv Lampu LED



Gambar 4.4. Grafik Perbandingan THDi Lampu LED

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa lampu TL dan lampu LED menghasilkan harmonic baik tegangan dan arus.

Berdasarkan standar IEEE 519 mengenai batasan harmonic tegangan maka semua jenis lampu uji berada dibawah batas harmonic tegangan yang diijinkan dimana %THDv adalah 5%. Namun yang perlu diperhatikan adalah %THDv yang dihasilkan oleh lampu LED lebi besar daripada lampu TL.

Untuk harmonic arus, lampu LED menghasilkan %THDi yang lebih tinggi daripada lampu TL yaitu mendekati standar yaitu dibawah 20%.

Harmonic arus pada umumnya dapat menyebabkan gangguan pada system, seperti resonansi yang dapat menyebabkan rusaknya kapasitor kompensator, menurunkan factor daya, menimbulkan kerusakan alat yang sensitive ataupun peningkatan besar arus yang diserap dari nominal arus yang seharusnya oleh beban, sehingga sangat dianjurkan menggunakan

filter tambahan untuk setiap penggunaan lampu LED.

- Penghematan Biaya

Dari table 4.2 terlihat bahwa lampu LED memiliki peluang untuk menghemat konsumsi energy listrik, walaupun harga lampu LED di pasaran jauh lebih tinggi dari lampu TL pada umumnya. Oleh karena itu

perlu dipertimbangkan dari segi ekonomis baik biaya awal atau harga pembelian lampu LED dan biaya konsumsi energy listrik. Adapun biaya lampu yang diperlukan ditunjukkan pada table 4.6. berikut.

Tabel 4.6. Perkiraan Biaya Pembelian Lampu LED

No.	Lokasi/ Ruangan	Daya Per Unit (watt)	Jumlah Lampu (Unit)	Harga Per Unit	Jumlah harga
1	Meeting room	30	20	Rp 250,000	Rp 5,000,000
2	Room 1	30	20	Rp 250,000	Rp 5,000,000
3	Room 2	30	55	Rp 250,000	Rp 13,750,000
4	Room 3	30	16	Rp 250,000	Rp 4,000,000
5	Receptionist B	30	6	Rp 250,000	Rp 1,500,000
6	Check point	15	8	Rp 200,000	Rp 1,600,000
7	Coridoor depan lift LC	15	5	Rp 200,000	Rp 1,000,000
8	Tangga car parking	15	4	Rp 200,000	Rp 800,000
9	Coridoor service lift	15	6	Rp 200,000	Rp 1,200,000
10	Ablution & pantry	15	26	Rp 200,000	Rp 5,200,000
11	Office A	30	41	Rp 250,000	Rp 10,250,000
12	Office B	30	52	Rp 250,000	Rp 13,000,000
13	Office C	30	36	Rp 250,000	Rp 9,000,000
14	Mini market	15	55	Rp 200,000	Rp 11,000,000
15	Coridoor Office A & B	15	7	Rp 200,000	Rp 1,400,000
16	Office D	30	17	Rp 250,000	Rp 4,250,000
17	Bakery	15	21	Rp 200,000	Rp 4,200,000
18	Coridoor depan bakery	15	9	Rp 200,000	Rp 1,800,000
19	Coridoor samping lift LP	15	4	Rp 200,000	Rp 800,000
20	Coridoor depan lift LP	15	6	Rp 200,000	Rp 1,200,000
21	Coridoor office C	15	19	Rp 200,000	Rp 3,800,000
22	Hall lobby	15	55	Rp 200,000	Rp 11,000,000
23	Receptionist A	15	18	Rp 200,000	Rp 3,600,000
24	Coridoor depan escalator receptionist A	15	7	Rp 200,000	Rp 1,400,000
25	Coridoor office E	15	3	Rp 200,000	Rp 600,000
26	Office E	30	23	Rp 250,000	Rp 5,750,000
27	L, M, UG, 6	30	41	Rp 250,000	Rp 10,250,000
28	7, 8, 9	30	41	Rp 250,000	Rp 10,250,000
29	M,	9	33	Rp 100,000	Rp 3,300,000

30	UG, 6, 7, 8	Coridoor lift Service LC	15	5	Rp 200,000	Rp 1,000,000	
31		Coridoor depan toilet	15	22	Rp 200,000	Rp 4,400,000	
32		Toilet executive	9	27	Rp 100,000	Rp 2,700,000	
33		Toilet male	9	49	Rp 100,000	Rp 4,900,000	
34		Toilet female	9	39	Rp 100,000	Rp 3,900,000	
35		Ablution male & female	9	22	Rp 100,000	Rp 2,200,000	
36		Pantry	9	18	Rp 100,000	Rp 1,800,000	
37		Coridoor depan ablution	15	5	Rp 200,000	Rp 1,000,000	
38		Storage pantry	9	11	Rp 100,000	Rp 1,100,000	
39		Tangga darurat (3 sisi)	9	11	Rp 100,000	Rp 1,100,000	
40		Office A	30	426	Rp 250,000	Rp 106,500,000	
41		Office B	30	225	Rp 250,000	Rp 56,250,000	
42		Office C	30	87	Rp 250,000	Rp 21,750,000	
43		Office D	30	117	Rp 250,000	Rp 29,250,000	
44		Office E	30	25	Rp 250,000	Rp 6,250,000	
45		Office F	30	70	Rp 250,000	Rp 17,500,000	
46		Office G	30	42	Rp 250,000	Rp 10,500,000	
47		Coridoor lift LP	15	7	Rp 200,000	Rp 1,400,000	
48		Coridoor office C-F	15	9	Rp 200,000	Rp 1,800,000	
49		Coridoor utama	15	38	Rp 200,000	Rp 7,600,000	
50		Coridoor office B-G	15	13	Rp 200,000	Rp 2,600,000	
51		Meeting room	30	24	Rp 250,000	Rp 6,000,000	
52		Lantai 9	Pray room	15	1118	Rp 200,000	Rp 223,600,000
53			Toilet executive	9	27	Rp 100,000	Rp 2,700,000
54	Toilet male		9	49	Rp 100,000	Rp 4,900,000	
55	Toilet female		9	39	Rp 100,000	Rp 3,900,000	
<b>Total</b>			<b>2877</b>	<b>8684</b>		<b>Rp 1,902,950,000</b>	

Dengan table 4.6 diatas didapat bahwa data perkiraan biaya pembelian lampu LED sebanyak 8684 unit adalah sebesar Rp 1.902.950.000,-.

**V. SIMPULAN**

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa, dapat disimpulkan penghematan energy penggunaan lampu yang bisa didapat dari hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Total pemakaian energy listrik penggunaan lampu TL dari lantai Lobby hingga lantai 9 dengan 4510 buah lampu dan dengan daya lampu yang dipakai 8,05 kW, energy listrik penggunaan lampu TL selama 1 tahun adalah 1.058.258,88 kWh. Pemakaian

energy listrik penggunaan lampu setelah dilakukan penggantian jenis lampu menjadi LED dari lantai Lobby hingga lantai 9 total pemakaian energy listrik penggunaan 8684 buah lampu dengan daya 2,877 kW, energy listrik penggunaan lampu LED selama 1 tahun yaitu 743.450,4 kWh. Maka didapat perbandingan energy listrik antara lampu TL dengan energy listrik penggunaan lampu LED adalah 314.808,48 kWh per tahun atau mengalami efisiensi sebanyak 42%.

2. Jika penghematan energy listrik penggantian lampu sebesar 314.808,48 kWh dikalikan pembayaran listrik pada PLN sesuai tarif non subsidi pelanggan golongan B3 Rp 1.035,78 per kWh

maka hasilnya adalah Rp 326.072.327,4. Kemudian dari table 4.4 didapat total harga pembelian 8684 unit lampu LED adalah sebesar

Rp 1.902.950.000,-. Maka dapat disimpulkan payback periode pembelian lampu adalah 5,83 tahun.

3. Dari data hasil perhitungan Kemampuan Hantar Arus diatas didapatkan bahwa pemakaian lampu TL membutuhkan pemakaian kabel yang lebih banyak dibandingkan dengan pemakaian lampu LED. Dengan mengambil data di lantai Lobby didapat bahwa Kemampuan Hantar Arus yang lampu TL dengan menggunakan kabel NYY 4 x 1C x 70mm<sup>2</sup> adalah 489,48 KHA, sedangkan Kemampuan Hantar Arus lampu LED menggunakan kabel NYY 4 x 1C x 35mm<sup>2</sup> adalah 316,29 KHA.

4. Berdasarkan standar IEEE 519 mengenai batasan harmonic tegangan maka semua jenis lampu uji berada dibawah batas harmonic tegangan yang diijinkan dimana %THD<sub>v</sub> adalah 5%. Namun yang perlu diperhatikan adalah

%THD<sub>i</sub> yang dihasilkan oleh lampu LED lebi besar daripada lampu TL. Untuk harmonik arus, lampu LED menghasilkan %THD<sub>i</sub> yang lebih tinggi daripada lampu TL yaitu mendekati standar dibawah 20%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatahula. 2008. *Instalasi Listrik Domestik*. Depok: DIPA PNJ
- [2] Jimmy Harto Saputro, Tejo Sukmadi, Karnot. *Analisa Penggunaan Lampu LED Pada Penerangan Dalam Rumah*. Semarang
- [3] Stevanus Yosua, Daniel. 2012. *Peluang Pemanfaatan Lampu LED Sebagai Lampu Penerangan Yang Hemat Energi*. Universitas Indonesia. Depok
- [4] Mukhlis, Baso. 2011. *Penghematan Energi Melalui Penggantian Lampu Penerangan di Lingkungan UNTAD*. Palu
- [5] Tipler, Paul A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta : Erlangga
- [6] Cnoway, K.M. and J.D. Bullough.1999. Will LEDS transform traffic signal as they did exit sign? Proceedings of the illuminating Engineering Society of Nort America Annual Confence (PP 1- 9). New Orleans. LA, August 9-11. New York, NY: Illuminating Engineering Society of Nort America
- [7] SNI 03-6575-2001, *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*
- [8] Modul Ajar 2010, *Perencanaan Instalasi Listrik*. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- [9] Basri, Hasan. 1997. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. ISTN, Jakarta
- [10] Aziz, Abdul. 2016, *Kajian Penggunaan Sistem Kompensasi Static VAR Compensator Untuk Perbaikan Faktor Daya Listrik*. STT-PLN, Jakarta
- [11] Panitia Revisi PUIL 2011, *Peraturan Umum Instalasi Listrik 2011*