



**ANALISA TEKNO EKONOMIS SISTEM
PENERANGAN DI KAPAL DENGAN
LAMPU LIGHT EMITTING DIODE
(LED) DAN FLUORESCENT LAMP (FL)
PADA KAPAL NIAGA.**

**Murjaningsih
4211 100 022**

Data Kapal

Tujuan

Pengukuran Luminasi

Kebutuhan Lampu

Capital Cost

Maintenance

Konsumsi Listrik

Kenaikan Biaya per Tahun

Kesimpulan

Tujuan

- Mengetahui perbandingan efisiensi daya penggunaan lampu FL dan LED pada kapal Niaga
- Mengetahui perbandingan biaya sistem penerangan dengan lampu FL dan LED di kapal Niaga
- Menganalisa sistem penerangan yang paling tepat diterapkan di kapal Niaga.

Data Kapal

- Panjang Seluruhnya (LOA) : 40.5 m
- Panjang antara Garis Air (LWL) : 39.50 m
- Lebar (B) : 6.92 m
- Tinggi (H) : 2.65 m
- Sarat Air (T) : 1.10 m
- Auxiliary Engine : 2 x 75 kVA
1 x 35 kVA (spare)
- Passanger : 410 Persons
- Crew : 4 Persons

Pengukuran Luminasi

Jenis	:	Lampu LED			
Kondisi	:	Malam Hari			
Jarak	:	1 meter			
NO	Daya (w)	Lux	Lumen Spect	lm/watt	Ket
1	5	166.67	450	357.54	Bulb
2	7	333	-	351.15	Bulb
3	10	573.33	980	360.23	Bulb
4	12	716.67	1000	375.25	Bulb
Jenis	:	Lampu FL			
Kondisi	:	Malam Hari			
Jarak	:	1 meter			
NO	Daya (w)	Lux	Lumen Spect	lm/watt	Ket
1	10	116.67	390	73.30	FL
2	20	266.67	780	83.77	FL

Kebutuhan Lampu yang sudah ada

NO.	Room	Jml Lampu	Ket.	IP
Engine Room and Steering Gear Room				
1	Steering Gear Room	2	2 x 20 w	44
2	Engine Room	4	2 x 20 w	44
Main Deck and Lower Deck				
1	CO2 Room	1	2 x 20 w	67
2	Cabin 110 Passanger	16	2 x 18 w	20
3	Lower Deck ELE+	20	2 x 18 w	20
4	Crew	1	2 x 18 w	20
5	Toilet 1	1	1 x 20 w	44
6	Toilet 2	1	1 x 20 w	44
7	Toilet 3	1	1 x 20 w	44
8	Toilet 4	1	1 x 20 w	44
Upper Deck				
1	Cabin 96 Passanger	6	2 x 18 w	20
2	Cabin 42 Passanger	8	2 x 18 w	20
3	Toilet 1	1	1 x 20 w	44
4	Toilet 2	1	1 x 20 w	44
5	Canteen	1	1 x 20 w	44
6	Navigation	1	2 x 18 w	20
7	Gangway	1	2 x 20 w	67
8	Stairway	2	2 x 18 w	20

**Total Daya
2444 watt
Jumlah titik lampu
69**

NO.	EQUIPMENT	Power (Watt)
1	Starboard Green 112,5 ⁰ Lantern	60
2	Port Red 112.5 ⁰ lantern	60
3	Masthead White 225 ⁰ Lantern	60
4	Stern white 135 ⁰ Lantern	60
5	All round White 360 ⁰ Lantern	60
6	Anchor Light	60
7	Search Light (Halogen Tungsten)	1000
8	Flood Light (High-Press Soddium)	400
Jumlah		1760
		1.76 kW

Total Daya = Lampu akomodasi + lampu navigasi
 = 2.444 + 1.76 kW
 = 4.204 Kw

Kebutuhan Lampu FL

e.g. *Steering Gear Room*

✓ Luasan Ruangan

- Panjang : 1.8 meter
- Lebar : 5.8 meter
- Tinggi ruang: 2.65 meter

$$A = p \times l$$

$$A = 1.8 \times 5.8$$

$$A = 10.4 \text{ m}^2$$

✓ Indeks Ruangan (K)

$$h = t - H$$

$$= 2.65 - 0.7$$

$$= 1.95 \text{ meter}$$

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

$$K = \frac{1.8 \times 5.8}{1.95 \times (1.8 + 5.8)}$$

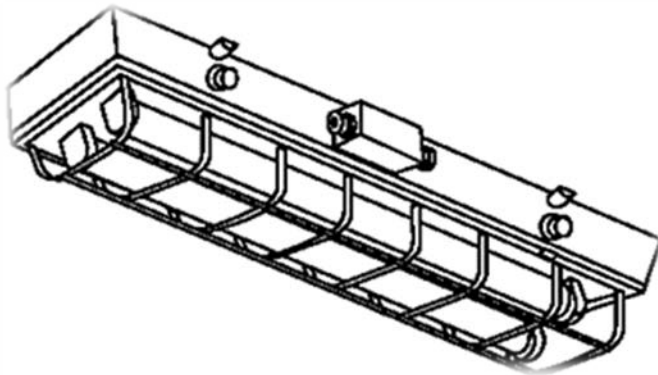
$$K = 0.704$$

✓ **Menentukan Tipe Lampu**

- Indeks lampu : Indeks 14
- Tipe lampu : Fluorescent (FL)
- Daya : 20 watt
- Jumlah armature : 2

✓ **Faktor Refleksi**

- Cf (ceiling factor): 0.75
- Cw (wall factor) : 0.5
- Ff (floor factor) : 0.1



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.421	0.359	0.312	0.412	0.361	0.311	0.342	0.713	0.288
0.80	(I)	0.522	0.440	0.620	0.508	0.647	0.410	0.446	0.413	0.388
1.00	(H)	0.574	0.518	0.679	0.559	0.547	0.475	0.500	0.469	0.444
1.25	(G)	0.626	0.572	0.536	0.603	0.558	0.520	0.521	0.575	0.490
1.50	(F)	0.671	0.614	0.584	0.639	0.576	0.553	0.583	0.550	0.525
2.00	(E)	0.729	0.679	0.626	0.703	0.657	0.614	0.641	0.608	0.583
2.50	(D)	0.793	0.725	0.678	0.754	0.707	0.671	0.693	0.667	0.642
3.00	(C)	0.814	0.761	0.714	0.780	0.735	0.697	0.719	0.688	0.663
4.00	(B)	0.860	0.805	0.765	0.821	0.773	0.749	0.758	0.736	0.711
5.00	(A)	0.885	0.836	0.791	0.844	0.799	0.768	0.779	0.758	0.733

✓ Efisiensi Interpolasi

Eff interpolasi

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{eff1} + ((\text{indeks ruang} - K1) \times (\text{Eff2} - \text{Eff1}))}{(K2 - K1)} \\ &= \frac{0.421 + ((0.704 - 0.6) \times (0.522 - 0.421))}{(0.8 - 0.6)} \\ &= 0.474 \end{aligned}$$

✓ Efisiensi Armature

$$(\eta) = d \times \text{eff (interpolation)}$$

$$(\eta) = 0.75 \times 0.474$$

$$(\eta) = 0.3555$$

✓ Flux Ruangan

$$\Phi = \frac{(E \times A)}{\text{eff armature}}$$

$$\Phi = \frac{(100 \times 10.4)}{0.3553}$$

$$\Phi = 2938.26 \text{ lumen}$$

✓ Flux Lampu

$$\Phi = \frac{lm}{watt} \times P \times n$$

$$\Phi = 75 \times 20 \times 2$$

$$\Phi = 3000 \text{ lumen}$$

✓ Jumlah Titik Lampu

$$n = \frac{\text{Flux } (\Phi)}{\text{Lumen}}$$

$$n = \frac{2938.26}{3000}$$

$$n = 0.9794$$

Sehingga diambil 1

Kebutuhan Lampu FL

NO.	Room	Jml Titik Lampu	Daya
Engine Room and Steering Gear Room			
1	Steering Gear Room	1	40
2	Engine Room	10	400
Main Deck and Lower Deck			
1	CO2 Room	1	40
2	Cabin 110 Passanger	13	520
3	Lower Deck ELE+	14	560
4	Crew	2	40
5	Toilet 1	1	10
6	Toilet 2	1	10
7	Toilet 3	1	10
8	Toilet 4	1	10
Upper Deck			
1	Cabin 96 Passanger	7	280
2	Cabin 42 Passanger	8	320
3	Toilet 1	1	10
4	Toilet 2	1	10
5	Canteen	1	40
6	Navigation	2	80
7	Gangway	1	10
8	Stairway	1	10

Total Daya
2400 watt
Jumlah Titik lampu
67

NO.	EQUIPMENT	Power (Watt)
1	Starboard Green 112,5 ⁰ Lantern	60
2	Port Red 112.5 ⁰ lantern	60
3	Masthead White 225 ⁰ Lantern	60
4	Stern white 135 ⁰ Lantern	60
5	All round White 360 ⁰ Lantern	60
6	Anchor Light	60
7	Search Light (Halogen Tungsten)	1000
8	Flood Light (High-Press Soddium)	400
Jumlah		1760
		1.76 kW

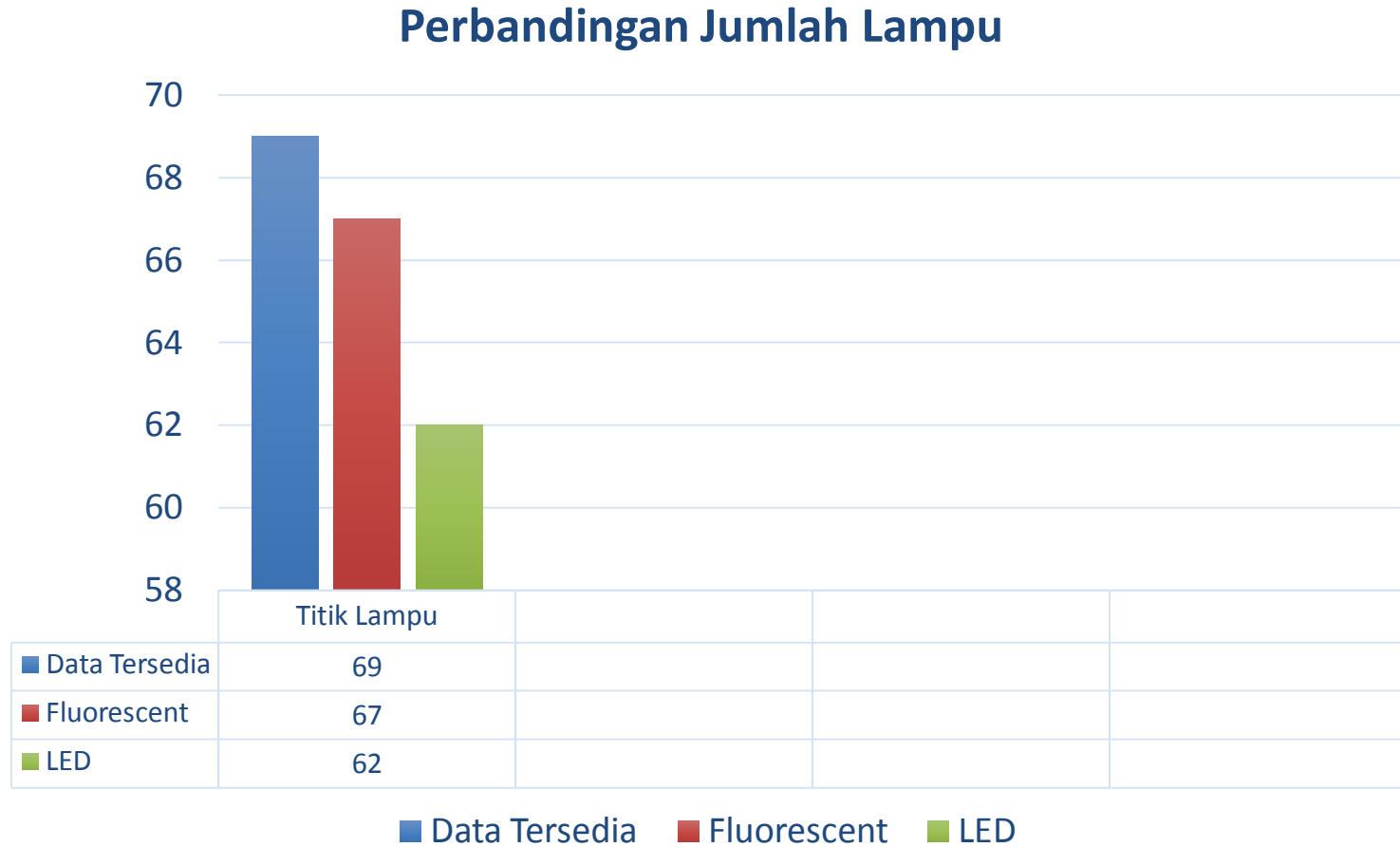
Total Daya = Lampu akomodasi + lampu navigasi
 = 2.4 + 1.76 kW
 = 4.16 Kw

Kebutuhan Lampu LED

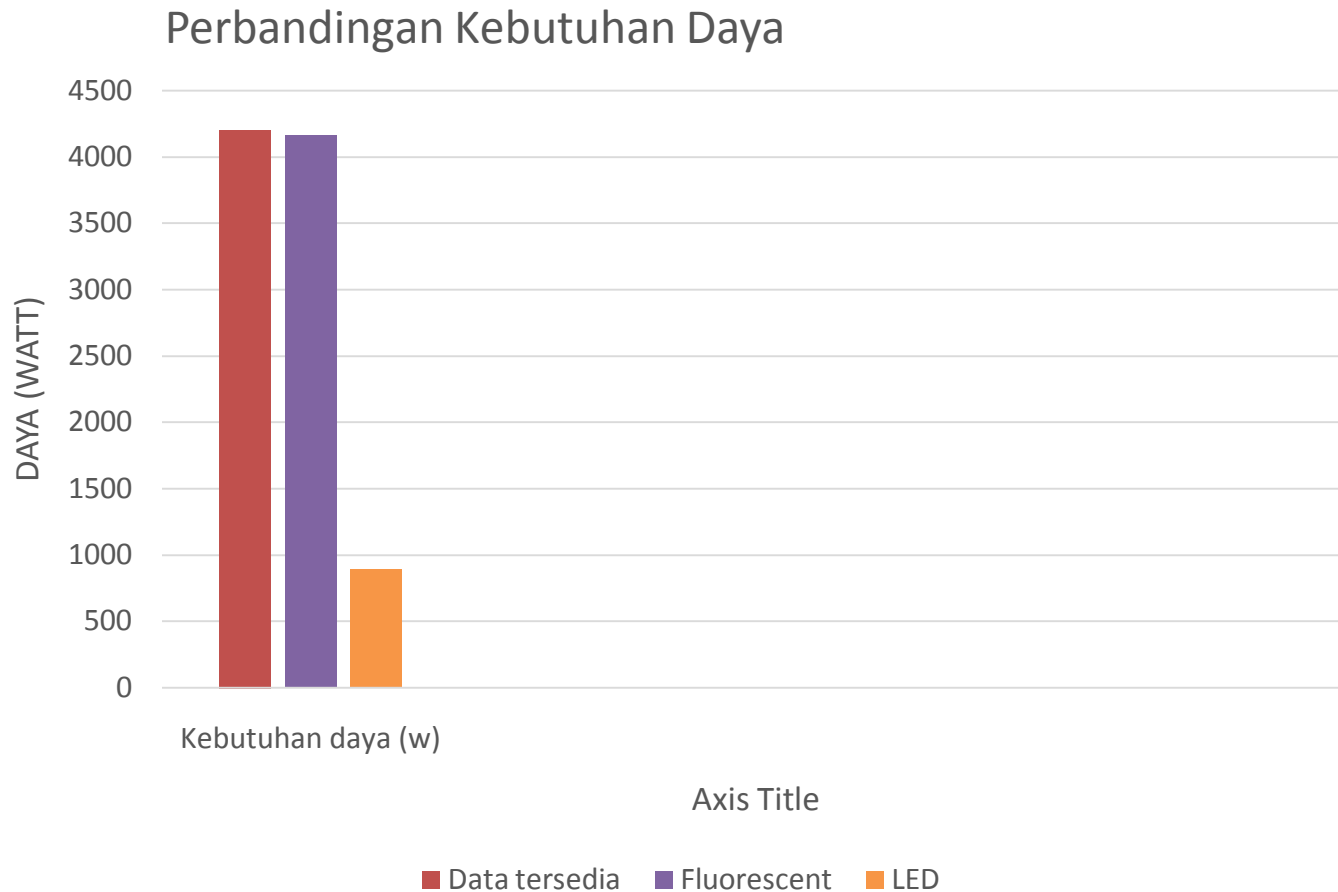
NO.	Room	Jml Titik Lampu	Daya (w)
Engine Room and Steering Gear Room			
1	Steering Gear Room	2	16
2	Engine Room	21	168
Main Deck and Lower Deck			
1	CO2 Room	3	24
2	Cabin 110 Passanger	7	105
3	Lower Deck ELE+	8	120
4	Crew	1	15
5	Toilet 1	1	4.4
6	Toilet 2	1	4.4
7	Toilet 3	1	4.4
8	Toilet 4	1	4.4
Upper Deck			
1	Cabin 96 Passanger	4	60
2	Cabin 42 Passanger	4	60
3	Toilet 1	1	4.4
4	Toilet 2	1	4.4
5	Canteen	1	15
6	Navigation	1	15
7	Gangway	1	3
8	Stairway	3	9

Total Daya
636.4 watt
Jumlah Titik lampu
62

Perbandingan Jumlah Lampu



Perbandingan Kebutuhan Daya



Capital Cost

Lampu Fluorescent

- Lampu Akomodasi

Rp. 92,655,512.00

- Lampu Navigasi

Rp. 16,983,945.00

Total Capital Cost

Rp. 109, 639,457.00

Lampu LED

- Lampu Akomodasi

Rp. 91,736,685.00

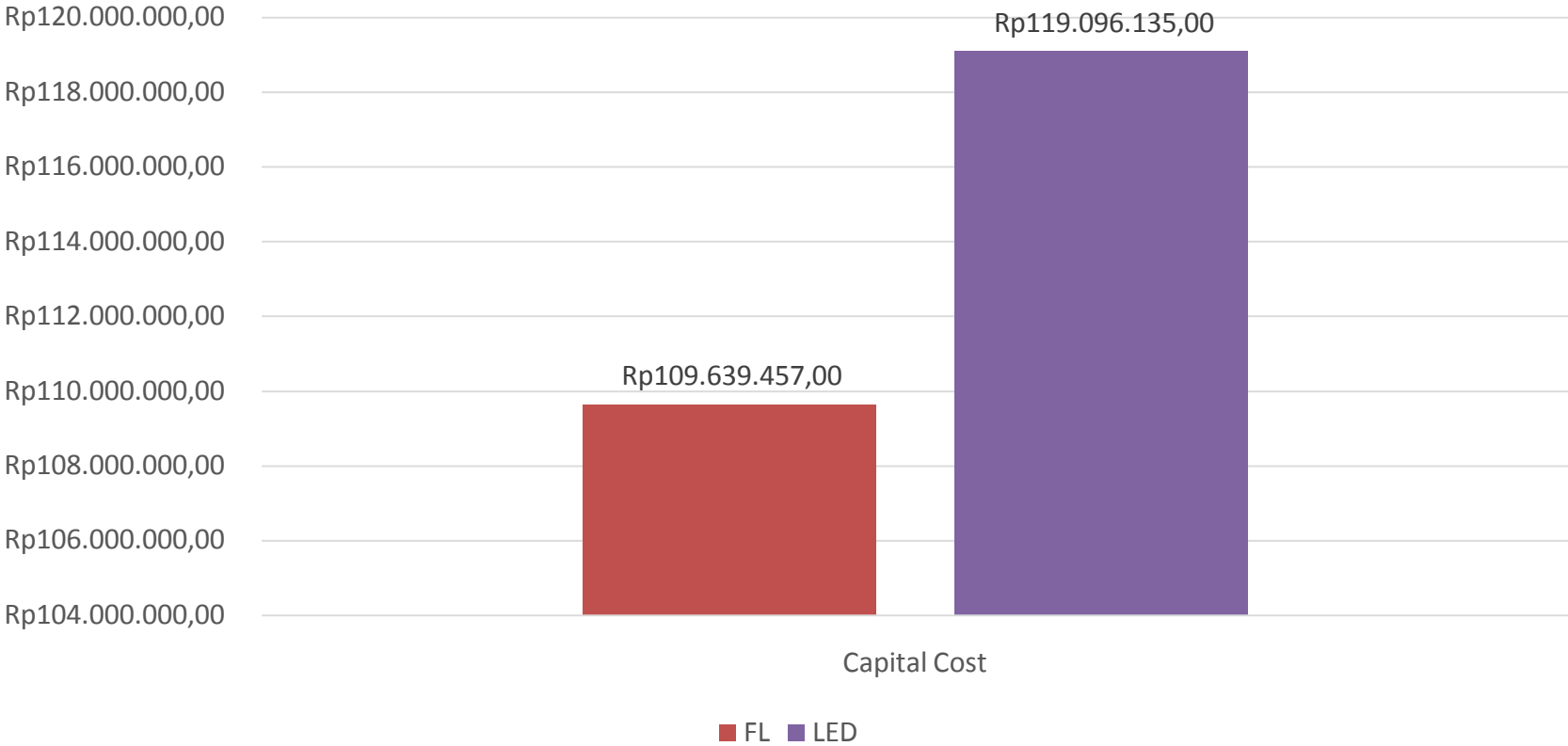
- Lampu Navigasi

Rp. 27,359,450.00

Total Capital Cost

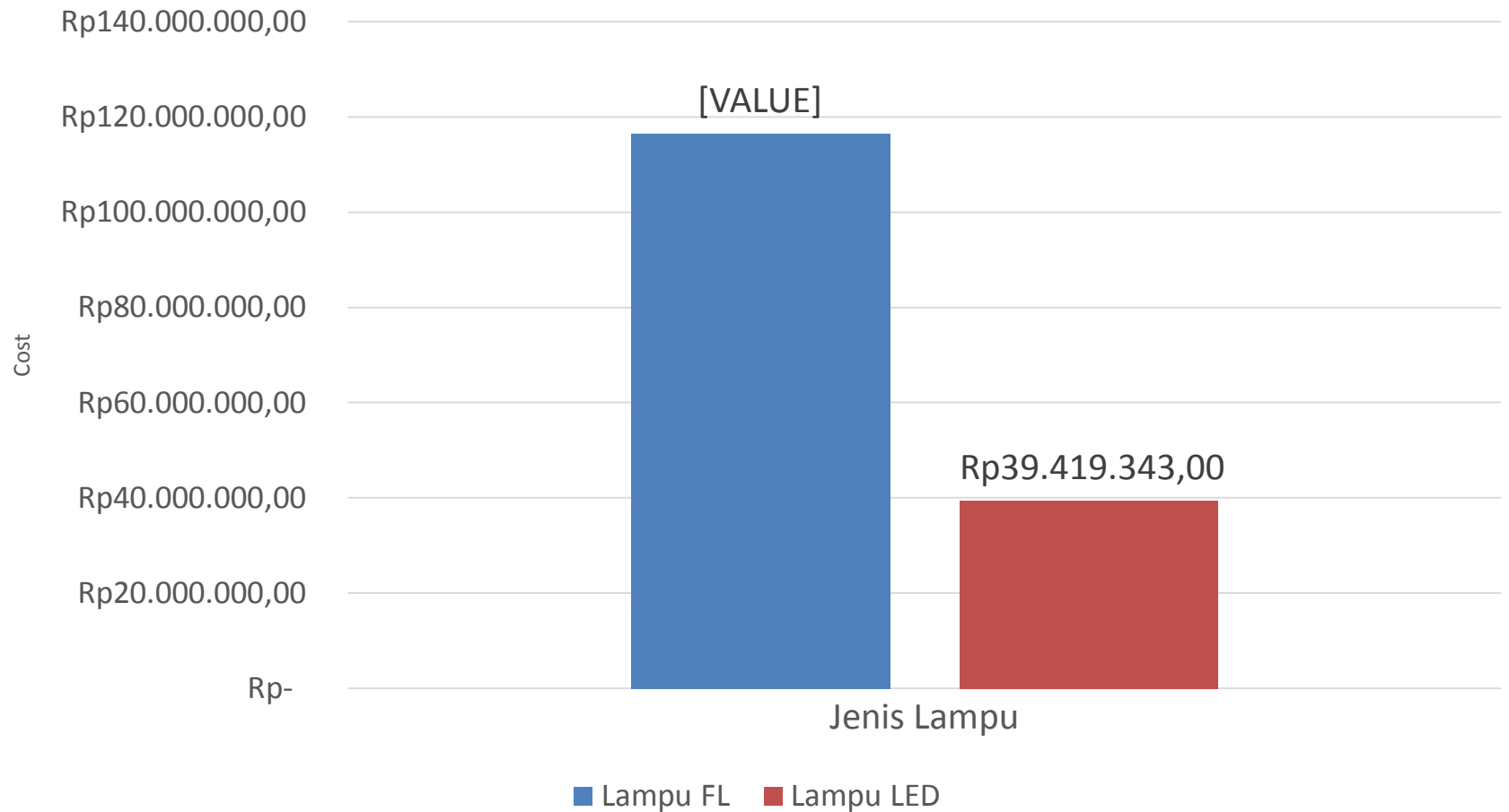
Rp. 119, 096,135.00

Capital Cost FL vs LED



Jadwal dan Biaya Maintenance

Biaya Replacement Lampu FL vs LED



Konsumsi Listrik dan Biaya

Estimasi yang digunakan

1 year : 365 days : 8760 hours

- Estimasi untuk lampu akomodasi

1 hari : 15 jam

1 tahun : 15×365 hari = 5475 jam

- Estimasi penggunaan lampu di E/R

1 hari : 24 jam

1 tahun : 24×365 hari = 8760 jam

- Estimasi penggunaan lampu navigasi

1 hari : 10 jam

1 tahun : 10×365 hari = 3650 jam

Lampu FL

Lampu Akomodasi

$$14716800 \text{ WH} = 14716.8 \text{ kWh}$$

'- Biaya Listrik Selama 20 tahun			
Biaya Listrik /kWh didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri			
1 tahun =	14716.8	x	Rp. 1,100.00
=	Rp 16,188,480.00		
20 tahun =	20	x	Rp 16,188,480.00
	Rp 323,769,600.00		

Lampu FL

Lampu Navigasi

$$6424000 = 6424 \text{ kWh}$$

'- Biaya Listrik Selama 20 tahun				
Biaya Listrik /kWh didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri				
1 tahun =	6424	Kwh	x	Rp. 1,100.00
	Rp 7,066,400.00			
20 tahun =	20	x	Rp 7,066,400.00	
	Rp 141,328,000.00			

Jadi total biaya listrik selama 20 tahun

- Biaya Listrik Selama 20 tahun				
=	Rp 323,769,600.00	+	Rp 141,328,000.00	
=	Rp 465,097,600.00			

Lampu LED

Lampu Akomodasi

4167570 WH = 4167,57 kWh

'- Biaya Listrik Selama 20 tahun			
Biaya Listrik /kWh didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri			
1 tahun =	4167.57	x	Rp. 1,100.00
=	Rp 4,584,327.00		
20 tahun=	20	x	Rp 4,584,327.00
	Rp	91,686,540.00	

Lampu LED

Lampu Navigasi

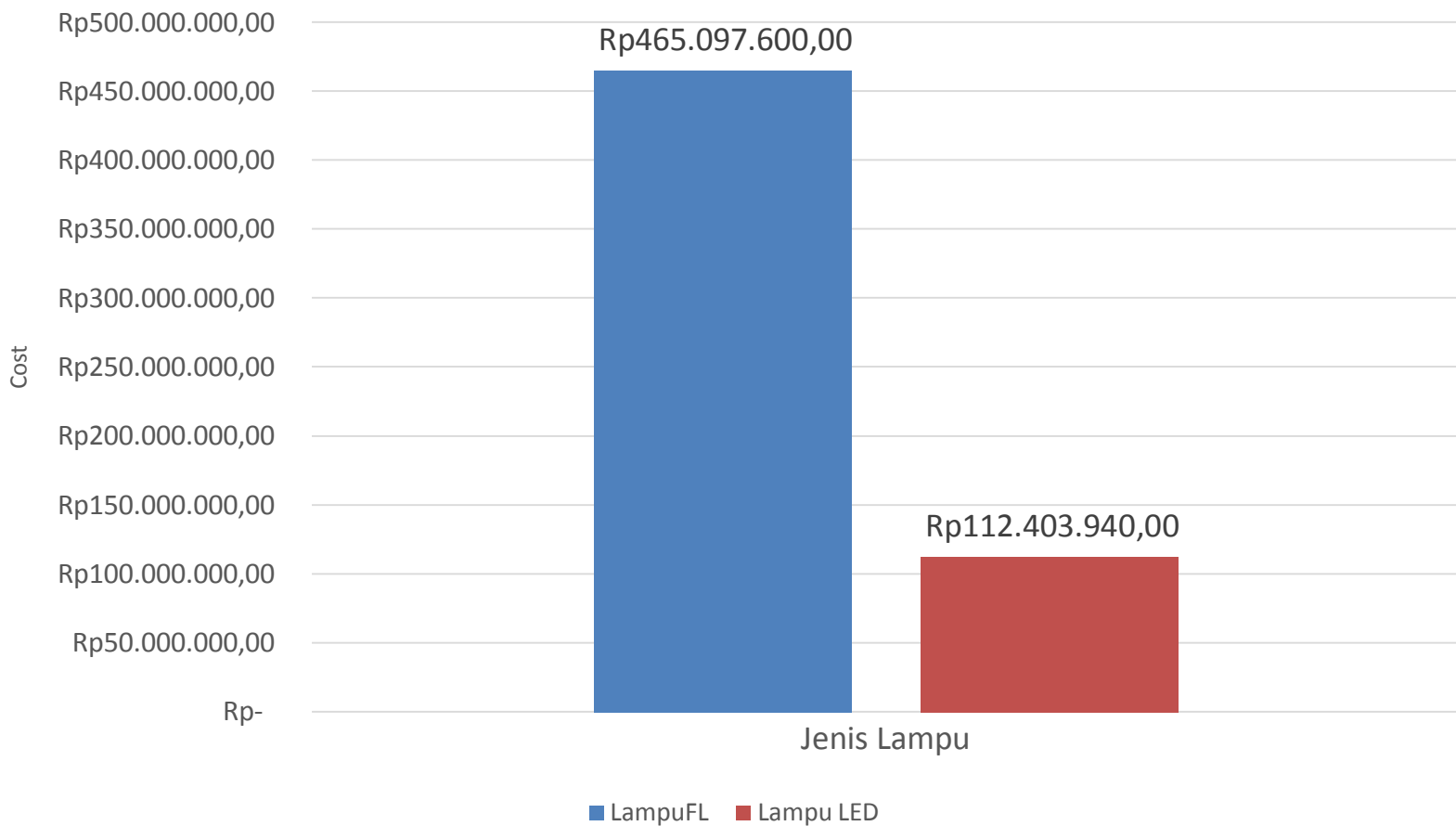
941700 WH = 941,7 kWh

Jadi total biaya listrik selama 20 tahun

'- Biaya Listrik Selama 20 tahun				
Biaya Listrik /kWh didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri				
1 tahun =	942	Kwh	x	Rp. 1,100.00
	Rp 1,035,870.00			
20 tahun =	20	x	Rp 1,035,870.00	
	Rp 20,717,400.00			

- Biaya Listrik Selama 20 tahun				
=	Rp 91,686,540.00	+	Rp 20,717,400.00	
=	Rp 112,403,940.00			

Perbandingan Konsumsi Listrik FL vs LED



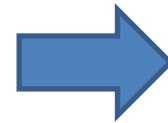
Kenaikan Biaya per Tahun

Tahun ke-	Jumlah
1	Rp 119,096,135.00
2	Rp 119,096,135.00
3	Rp 121,848,690.00
4	Rp 121,848,690.00
5	Rp 121,976,690.00
6	Rp 124,411,645.50
7	Rp 124,411,645.50
8	Rp 126,846,601.00
9	Rp 126,846,601.00
10	Rp 133,196,101.00
11	Rp 135,631,056.50
12	Rp 135,631,056.50
13	Rp 138,066,012.00
14	Rp 138,194,012.00
15	Rp 138,194,012.00
16	Rp 140,628,967.50
17	Rp 140,628,967.50
18	Rp 149,413,423.00
19	Rp 149,413,423.00
20	Rp 149,413,423.00



Kenaikan Biaya per Tahun

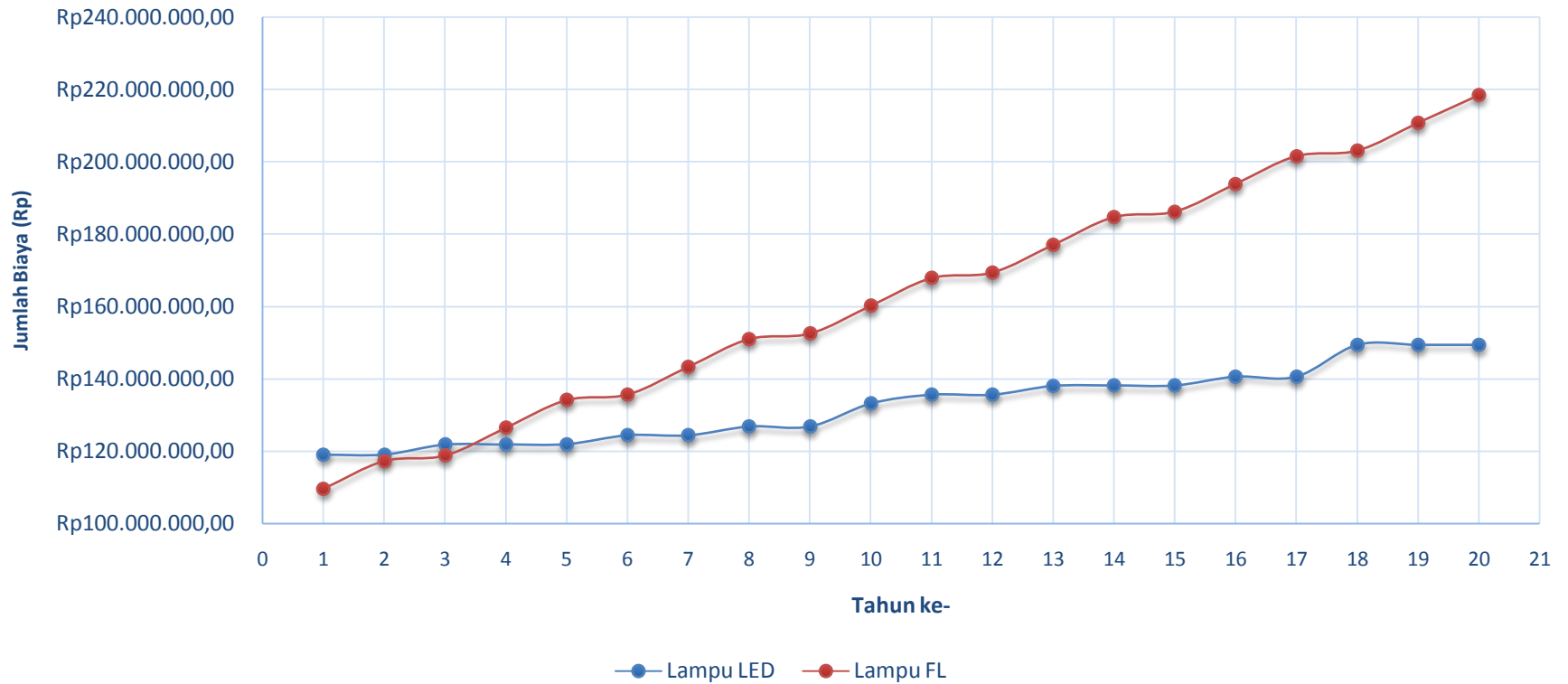
Tahun ke-	Jumlah
1	Rp 109,639,457.00
2	Rp 117,311,207.00
3	Rp 118,821,707.00
4	Rp 126,493,457.00
5	Rp 134,165,207.00
6	Rp 135,675,707.00
7	Rp 143,347,457.00
8	Rp 151,019,207.00
9	Rp 152,529,707.00
10	Rp 160,201,457.00
11	Rp 167,873,207.00
12	Rp 169,383,707.00
13	Rp 177,055,457.00
14	Rp 184,727,207.00
15	Rp 186,237,707.00
16	Rp 193,909,457.00
17	Rp 201,581,207.00
18	Rp 203,091,707.00
19	Rp 210,763,457.00
20	Rp 218,435,207.00



FL

Kenaikan Biaya per Tahun

Kenaikan Biaya pertahun FL vs LED



Kesimpulan

- Pada hasil pengujian luminasi lampu LED dan lampu FL membuktikan bahwa luminasi yang dihasilkan lampu LED jauh lebih besar dari lampu FL, dengan hasil lampu LED memiliki luminasi 360 lm/watt sedangkan lampu FL 75 lm/watt.
- Pada kapal dengan ukuran yang sama, penggunaan lampu LED akan jauh lebih menghemat daya jika dibandingkan dengan lampu FL. Hal ini dibuktikan dengan hasil yang didapatkan yaitu dengan lampu LED konsumsi daya menjadi 1/5 dari lampu FL, yaitu 4,160 untuk lampu FL dan 894.4 untuk lampu LED
- Biaya yang dikeluarkan akan menjadi lebih ekonomis dengan penggunaan lampu LED dalam waktu yang berkepanjangan atau lama. Hal ini dikarenakan lampu LED memiliki lifetime yang jauh lebih lama dibandingkan lampu FL, sehingga biaya maintenance atau replacement FL menjadi jauh lebih besar dari LED. Biaya yang dibutuhkan selama 20 tahun untuk replacement lampu LED Rp. 39,419,343.00 sedangkan lampu FL Rp. 116,467,500.00

- Biaya yang dikeluarkan dalam memenuhi konsumsi listrik, sistem penrangan dengan lampu LED menjadi lebih ekonomis dibandingkan dengan lampu FL, dikarenakan daya yang dimiliki lampu LED rendah. Besarnya biaya untuk memenuhi kebutuhan listrik selama 20 tahun lampu LED Rp. 112,403,940.00 sedangkan untuk lampu FL Rp. 465,097,600.00
- Sistem replacement berdasarkan lifetime lampu menjadi pilihan paling tepat diterapkan pada lampu LED, hal ini berdasarkan analisa biaya yang dikeluarkan pertahunnya untuk replacement lampu. Karena dalam rules belum ada peraturan tertulis terkait penggantian lampu.
- Sistem penerangan dengan lampu LED jauh lebih efektif diterapkan pada kapal niaga, karena keuntungan yang didapatkan jauh lebih banyak dibandingkan dengan FL dalam jangka panjang.

Terima kasih....