

ANALISA PEMAKAIAN LAMPU LED TERHADAP ENERGI DAN EFISIENSI BIAAYA DI PT. TOTAL BANGUN PERSADA TBK

Arief Suwandi¹, Feri Fardian²

^{1,2}Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Esa Unggul
Jalan Arjuna Utara No. 9, Kebon Jeruk, Jakarta
arief.suwandi@esaunggul.ac.id

Abstrak

Penerangan sangat penting dalam berbagai aktifitas di perkantoran, sehingga menjadi dominan dalam tinjauan pemakaian energi listrik diperusahaan. Permasalahan penerangan timbul pada saat jumlah orang dalam ruangan berbeda dengan kapasitas yang seharusnya (lebih sedikit atau lebih banyak) terutama pada saat kondisinya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya pemborosan energi listrik. Pemborosan energi listrik ini sudah menjadi perhatian khusus, karena tingginya biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk penerangan. Analisis Break Event Point (BEP) dan Return On Investment (ROI) dilakukan untuk mengkaji perubahan listrik Fluorescence dengan lampu LED, kemudian dilakukan analisis pengaruh dan dampaknya dengan perubahan jenis lampu LED di perusahaan. Hasil kajian menunjukkan bahwa terdapat penghematan energi yang signifikan dan penghematan biaya perusahaan. Nilai efisiensi dan ekonomis yang didapat dari penggunaan lampu LED adalah Rp 84.144.416,6 dengan titik impas atau Break Event Point (BEP) berada pada tahun 1,63 tahun atau kurang lebih 1 tahun. Dan nilai ROI sebesar 52.59%.

Kata kunci: Listrik fluorescence, LED, BEP, ROI, efisiensi

Pendahuluan

PT Total Bangun Persada Tbk merupakan perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang konstruksi, selalu berusaha mengatasi tantangan untuk mewujudkan visi TOTAL menjadi perusahaan konstruksi bangunan gedung terbesar, terdepan, dan menjadi kekuatan utama dalam industri konstruksi Indonesia, serta menjadi perusahaan konstruksi bangunan gedung utama dan terpadang di Asia Tenggara. Penerangan sangat penting dalam berbagai aktifitas di perkantoran, sehingga menjadi dominan dalam tinjauan pemakaian energi listrik diperusahaan. Sering kali pengguna lalai dalam penghematan energi untuk penerangan. Seperti halnya lupa mematikan lampu ruangan yang tidak digunakan, pemakaian material lampu yang tidak efisien.

Masalah timbul pada saat jumlah orang dalam ruangan berbeda dengan kapasitas yang seharusnya (lebih sedikit atau lebih banyak) terutama pada saat kondisinya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya pemborosan energi listrik. Pemborosan energi listrik ini sudah menjadi perhatian khusus bagi TOTAL, karena tingginya biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk penerangan. Perlu adanya kajian dan penelitian untuk menganalisis pemakaian lampu LED terhadap energi, kesehatan kerja, dan efisiensi biaya listrik di perusahaan.

Perumusan Masalah Penelitian

1. Bagaimana penggunaan energi listrik untuk penerangan kantor PT Total Bangun Persada

Tbk sebelum dan sesudah penggunaan lampu LED?

2. Berapa efisiensi biaya yang dikeluarkan dan nilai ekonomis yang diperoleh dari pemakaian lampu LED ?

Tujuan Penelitian

1. Kajian terhadap penggunaan energi untuk penerangan kantor PT. Total Bangun Persada Tbk. sebelum dan sesudah penggunaan lampu LED.
2. Menganalisis biaya yang dikeluarkan dan nilai ekonomis yang diperoleh dari pemakaian lampu LED.

Penerangan (Pencahayaannya)

Cahaya adalah gelombang elektro magnetik yang dapat ditangkap oleh cahaya mata dan dapat memungkinkan untuk membeda-bedakan warna-warninya (Haryanto, 2007). Sifat dari cahaya (*character of light*) ditentukan oleh:

1. Kuantitas cahaya
Banyaknya cahaya yang jatuh pada suatu permukaan yang menyebabkan terangnya permukaan tersebut dan sekitarnya. Kuantitas penerangan yang dibutuhkan adalah tergantung dari tingkat ketelitian yang diperlukan, bagian yang akan diamati dan kemampuan dari objek tersebut untuk memantulkan cahaya yang jatuh padanya, serta brightness dari sekitar objek.
2. Kualitas cahaya
Kualitas Cahaya adalah keadaan yang menyangkut warna, arah, dan difusi, cahaya, serta jenis dan tingkat kesilauan. Kualitas

penerangan terutama ditentukan oleh ada atau tidaknya kesilauan langsung (*direct glare*) atau kesilauan karena pantulan cahaya dari permukaan yang mengkilap (*reflected glare*) dan bayangan (*shadows*) (Suma'mur, 1996).

3. Kesilauan

Kesilauan adalah brightness yang berada dalam lapangan penglihatan yang menyebabkan rasa ketidaknyamanan, gangguan (*annoyance*), kelelahan mata atau gangguan penglihatan (Suma'mur, 1996).

Ada tiga jenis untuk penerangannya itu, penerangan umum, penerangan lokal dan penerangan cahaya aksen. Penerangan umum atau baur menerangi ruangan secara merata dan umumnya terasa baur. Penerangan lokal atau penerangan untuk kegunaan khusus, menerangi sebagian ruang dengan sumber cahaya biasanya dipasang dekat dengan permukaan yang diterangi. Sedangkan penerangan aksen adalah bentuk dari pencahayaan lokal yang berfungsi menyinari suatu tempat atau aktivitas tertentu atau obyek seni atau koleksi berharga lainnya (Padmanaba, 2006).

Agar masalah penerangan yang muncul dapat ditangani dengan baik, faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah sumber penerangan, pekerja dalam melakukan pekerjaannya, jenis pekerjaan yang dilakukan dan lingkungan kerja secara keseluruhan. Langkah-langkah pengendalian masalah penerangan ditempat kerja yaitu:

- a. Modifikasi sistem penerangan yang sudah ada seperti:
 - Menaikkan atau menurunkan letak lampu didasarkan pada objek kerja, Merubah posisi lampu, Menambah atau mengurangi jumlah lampu, Mengganti jenis lampu yang lebih sesuai seperti mengganti lampu bola menjadi lampu TL, mengganti tudung lampu, mengganti warna lampu yang digunakan.
- b. Modifikasi pekerjaan seperti:
 - Membawa pekerjaan lebih dekat kemata, sehingga objek dapat dilihat dengan jelas, merubah posisi kerja untuk menghindari bayang-bayang, pantulan, sumber kesilauan, dan kerusakan penglihatan, Modifikasi objek kerja sehingga dapat dilihat dengan jelas. Sebagai contoh: Memperbesar ukuran huruf dan angka pada tombol-tombol peralatan kerja mesin.
 - Pemeliharaan dan pembersihan lampu
 - Penyediaan penerangan lokal
 - Penggunaan korden dan perawatan jendela, dan lain-lain (Tarwaka, Solichul Habakri, Lilik Sudiajeng, 2004).

Efisiensi sumber daya energi pada sistem tata cahaya

Sistem tata cahaya dewasa ini banyak menyerap penggunaan energi pada bangunan yaitu sekitar 30% sampai 50% dari konsumsi energi listrik. Ditambah pula dengan panas yang dikeluarkan oleh lampu yang harus dihilangkan oleh sistem tata udara (AC).

Efisiensi ini dapat dilakukan dengan penggunaan dari lampu dengan efisiensi yang tinggi, disini dapat dipilih berbagai jenis lampu tersebut antara lain:

a. *Full Size Fluorescent lamp*

Adalah lampu listrik yang memanfaatkan gas *neon* dan lapisan *Flourescent* sebagai pemancar cahaya pada saat dialiri arus listrik. Karakteristik dari lampu ini adalah mampu menghasilkan cahaya *output* per watt daya yang digunakan lebih tinggi daripada lampu bohlam biasa. lampu tipe ini dengan efisiensi yang tinggi menggunakan campuran krypton dan argon akan mampu menambah output yang dihasilkan sekitar 10% sampai 20% yaitu 65 sampai 70 lumens/watt menjadi 70 sampai 80 lumen/watt, dengan perbaikan dari fosfor dapat menghasilkan efisiensi menjadi 95 sampai 100 lumen/watt.

b. *Compact Fluorescent lamps*

Diameter lebih kecil dan ukuran lebih pendek sehingga menggunakan ruang lebih sedikit namun kurang efisien dibandingkan *full size fluorescent lamps* yaitu output yang dihasilkan hanya sekitar 35 sampai 55 lumen/watt. *Sulphur lamp*, merupakan suatu teknologi baru namun menjanjikan suatu efisiensi yaitu dengan penggantian dari penggunaan *mercury* pada *fluorescent lamp* dengan sulfur.

c. *Infrared Reflective Incandescent lamp*

Lampu jenis ini tidak dapat dibandingkan dengan *fluorescent lamp*, mereka hanya digunakan apabila lampu jenis *fluorescent* tidak menyediakan *color rendering* indeks yang diinginkan.

d. *Light Emitting Diode (LED) lamp*.

Pada saat ini sudah populer dan banyak digunakan walaupun teknologi ini masih tergolong baru. Bahkan bisa dikatakan **lampu LED** pada saat ini sudah mulai mendapat perhatian masyarakat dikarenakan memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan lampu jenis lainnya. Dengan keunggulan seperti *hemat biaya listrik* dan *lebih ramah lingkungan* serta *lebih awet* menjadi kelebihan lampu LED yang menyebabkan lampu ini mulai dilirik banyak orang. Sebenarnya LED sudah ditemukan sejak lama, hanya saja saat ini

seiring perkembangan teknologi, lampu LED dapat memiliki manfaat lebih baik dan dapat diproduksi dengan biaya lebih murah. Ketika anda menggunakan perangkat elektronik seperti TV, komputer, speaker, dan aneka perabot elektronik lainnya yang mempunyai lampu kecil yang akan menyala sebagai tanda bahwa perangkat tersebut sedang dalam posisi on, lampu kecil itu adalah light emitting diode yang akrab disebut dengan LED. LED merupakan semikonduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya pada saat dilewati oleh arus listrik.

LED merupakan perangkat padat dan keras sehingga memiliki daya tahan yang cukup lama. Selain itu LED hanya menggunakan konsumsi daya yang relatif rendah dan usia yang lebih dari 50 ribu jam. Bahkan menurut prediksi, dengan semakin murah biaya produksi lampu LED, di tahun 2015 nanti lampu tradisional lainnya akan mulai ditinggalkan dan kebanyakan mulai beralih menggunakan lampu LED. Berbagai tipe lampu dari lampu LED bulb untuk kebutuhan rumah tangga, lampu sorot LED untuk kebutuhan komersil dan industri, lampu PJU LED, dan lainnya mulai diproduksi dan dikembangkan secara kontinyu melihat potensi pasar ini.

Berikut merupakan kelebihan lampu LED:

- Mempunyai umur penggunaan yang lebih lama dibanding lampu biasa. LED bisa mencapai keawetan hingga 30 ribu jam.
- Mempunyai efisiensi energi hingga 80-90 persen. Jauh lebih baik dibanding lampu lainnya. Selain itu LED juga hanya memerlukan tegangan listrik yang rendah.
- Cahaya yang dihasilkan lampu LED tidak panas. LED tidak memproduksi sinar UV dan energi panas.
- Cahaya yang dihasilkan lampu LED juga tidak mendistorsi warna sekitar, sehingga lebih aman digunakan untuk penerangan jalan.
- Ukuran yang lebih kecil sehingga dapat diaplikasikan dengan lebih praktis.
- Tidak mengandung merkuri sehingga lebih ramah lingkungan.
- Dengan lensa optik yang sesuai, cahaya lampu LED dapat diarahkan sesuai keinginan

Selain keunggulan dan kelebihan lampu LED diatas, lampu LED juga mempunyai kekurangan dimana membuat

orang sedikit berpikir untuk membelinya.

Berikut kekurangan lampu LED:

- Harga lampu LED masih tergolong mahal
- Suhu lingkungan dapat mempengaruhi umur lampu LED
- Intensitas cahaya yang termasuk kecil.

Break Event Point (BEP) & Return of Investment (ROI)

Break Event Point (BEP)

Analisa *Break Event* adalah suatu teknik analisa untuk mempelajari hubungan antara Biaya Tetap, Biaya Variabel, Keuntungan dan Volume aktivitas. Masalah *Break Event* baru akan muncul dalam perusahaan apabila perusahaan tersebut mempunyai Biaya Variabel dan Biaya Tetap. Suatu perusahaan dengan volume produksi tertentu dapat menderita kerugian dikarenakan penghasilan penjualannya hanya mampu menutup biaya variabel dan hanya bisa menutup sebagian kecil biaya tetap.

Contribution Margin adalah selisih antara penghasilan penjualan dan biaya variabel, yang merupakan jumlah untuk menutup biaya tetap dan keuntungan. Perusahaan akan memperoleh keuntungan dari hasil penjualannya apabila *Contribution Margin*nya lebih besar dari Biaya Tetap, yang berarti total penghasilan penjualan lebih besar dari total biaya.

Break Event Point menyatakan volume penjualan dimana total penghasilan tepat sama besarnya dengan total biaya, sehingga perusahaan tidak memperoleh keuntungan dan juga tidak menderita kerugian. *Break Event Point* ditinjau dari konsep *Contribution Margin* menyatakan bahwa volume penjualan dimana *Contribution Margin* tepat sama besarnya dengan total Biaya Tetapnya. (Pujawan, 1995).

Asumsi dan Keterbatasan Analisis BEP

Satu kelemahan analisis *BEP* adalah karena banyaknya asumsi yang mendasari analisis ini. Akan tetapi, asumsi-asumsi ini memang harus dilakukan jika kita mau analisis ini dapat dilakukan secara tepat. Kemudian dengan asumsi-asumsi ini, analisis *BEP* dapat dilakukan secara cepat dan akurat. Hanya saja asumsi-asumsi yang dilakukan terkadang terlalu memaksa dan pertanggung jawabannya sering diabaikan. Oleh karena itu para manager menganggap bahwa asumsi ini harus tetap dilakukan dan ini merupakan salah satu keterbatasan analisis *BEP* bila kita mau menggunakannya. Adapun asumsi-asumsi dan keterbatasan analisis *BEP* adalah sebagai berikut:

1. Biaya dalam analisis *BEP*,

Hanya digunakan dua macam biaya, yaitu *fixed cost* dan *variable cost*. Oleh karena itu, kita

harus memisahkan dulu komponen antara biaya tetap dan biaya variabel.

2. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
Biaya tetap merupakan biaya yang secara total tidak mengalami perubahan, walaupun ada perubahan volume produksi atau penjualan (dalam batas tertentu).
3. Biaya variabel (*Variable Cost*)
Biaya variabel merupakan biaya yang secara total berubah-ubah sesuai dengan perubahan volume produksi atau penjualan.
4. Harga Jual
Harga jual maksudnya dalam analisis ini hanya digunakan untuk satu macam harga jual atau harga barang yang dijual atau diproduksi.
5. Tidak Ada Perubahan Harga Jual
Artinya diasumsikan harga jual per satuan tidak dapat berubah selama periode analisis. Hal ini bertentangan dengan kondisi yang sesungguhnya, dimana harga jual dalam suatu periode dapat berubah-ubah seiring dengan perubahan biaya-biaya lainnya yang berhubungan langsung dengan produk maupun tidak. (Pujawan, 1995)

Rumus *Break Event Point (BEP)* untuk *single product* adalah:

$$BEP(\text{unit}/x) = \frac{FC}{(S-VC)}$$

$$BEP(\text{rupiah}) = \frac{FC}{(1-\frac{VC}{S})}$$

FC = *fixed cost* (biaya tetap),

VC = *variable cost* (biaya variabel),

S = *sales* (Penjualan)

Rumus *BEP* untuk *multiple product* adalah:

$$BEP(\text{rupiah}) = \frac{FC}{(1-\frac{TVR}{TR})}$$

TVC = *total variable cost* (total biaya variabel).

TR = *total revenue* (total pendapatan).

Atau dengan:

- a. Pendekatan grafik:
- b. *Break event Point* terjadi pada titik persilangan antara garis penghasilan penjualan dan garis total biaya.
- c. Metode *Trial and Error*.
- d. Pendekatan matematis:

Rumus matematika untuk menentukan *BEP* adalah:

$$BEP(\text{unit}) = \frac{\text{TotalBiayaTetap}}{\text{HargaJualPerUnit} - \text{BiayaVariabel/unit}}$$

$$BEP(\text{Rp}) = \frac{\text{TotalBiayaTetap}}{1 - \text{TotalBiayaVariabel}} / \text{Hasil Penjualan}$$

Analisa Titik Impas pada Permasalahan Produksi

Aplikasi analisa titik impas pada permasalahan produksi biasanya digunakan untuk menentukan tingkat produksi yang mengakibatkan perusahaan berada pada kondisi impas. Untuk mendapatkan titik impas ini maka harus dicari fungsi-fungsi tersebut bertemu maka total biaya maupun pendapatannya. Pada saat kedua fungsi tersebut bertemu maka total biaya sama dengan total pendapatan.

Dalam analisa titik impas selalu diasumsikan bahwa total pendapatan (*total revenue*) diperoleh dari penjualan semua produk yang diproduksi. Bila harga satu buah produk adalah *p* maka harga *x* buah produk akan menjadi total pendapatan, atau:

$$TR = pX$$

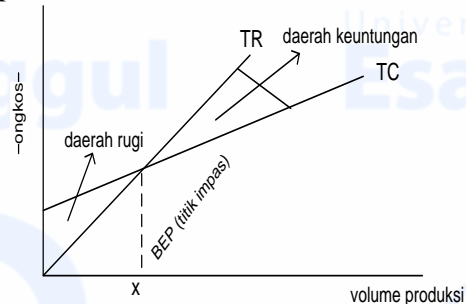
TR = total pendapatan dari penjualan *X* buah produk.

p = harga jual per satuan produk.

Titik impas akan diperoleh apabila total ongkos-ongkos yang terlibat persis sama dengan total pendapatan, atau:

$$TR = TC$$

Dimana *X* dalam hal ini adalah volume produksi yang menyebabkan perusahaan berada dalam titik impas (*BEP*).



Gambar 1
Diagram titik impas pada permasalahan produksi.

Return of Investment (ROI)

Analisis *Return on investment (ROI)* adalah salah satu dari beberapa metrik keuangan yang secara umum digunakan untuk mengevaluasi konsekuensi keuangan dari investasi bisnis, keputusan, atau tindakan. Secara sederhana analisis *ROI* disebut juga analisis kas. Sebagai arus kas metrik, analisis *ROI* membandingkan besaran keuntungan dan waktu investasi. Semakin nilai *ROI* tinggi berarti bahwa investasi menguntungkan dibandingkan dengan biaya investasi.

Beberapa cara untuk menggunakan ROI adalah dengan:

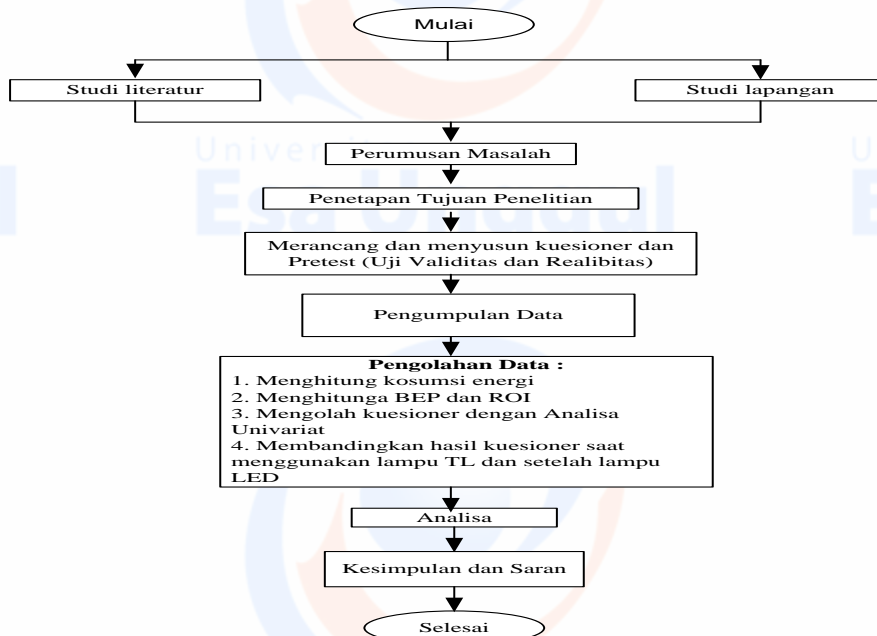
1. Membagi laba bersih, bunga, dan pajak dan jumlah kewajiban untuk mengukur tingkat pendapatan total modal yang digunakan.
2. Membagi laba bersih dan pajak pendapatan dengan ekuitas kepemilikan dan kewajiban tetap untuk menghasilkan tingkat laba pada modal yang diinvestasikan.
3. Membagi laba bersih dengan jumlah modal ditambah untuk cadangan menghitung tingkat laba atas ekuitas kepemilikan dan ekuitas saham.
4. Rasio profitabilitas digunakan oleh para analis keuangan untuk membandingkan profitabilitas perusahaan dari waktu ke waktu atau membandingkan profitabilitas antara perusahaan satu dengan lainnya, termasuk margin laba kotor, margin laba usaha, rasio ROI, hasil *Dividen*, margin laba bersih, dan pengembalian asset investasi.
5. *Return on Investment* secara umum adalah rasio profitabilitas. Ada beberapa cara untuk menentukan ROI, tetapi metode yang paling sering digunakan adalah membagi laba bersih dengan total aset. Sekarang kita akan mencari nilai pengembalian investasi tahunan

(*Anuallzed ROI*), sehingga kita dapat membandingkan dengan investasi lain. Dalam bidang keuangan, hal ini sering disebut menghitung *Internal Rate of Return*. Secara teknis proses ini melibatkan penentuan tingkat diskonto dimana nilai saat ini dari serangkaian investasi. Anda dapat menggunakan rumus ROI berikut:

$$ROI = \left(\frac{\text{TotalPendapatan} - \text{NilaiInvestasiawal}}{\text{Nilaiinvestasiawal}} \times 100 \right)$$

6. Dapat disimpulkan bahwa *Rate of return* dan *Return on Investment* menunjukkan arus kas dari investasi kepada investor selama periode waktu tertentu (biasanya satu tahun). ROI adalah ukuran profitabilitas investasi, bukan mengukur besaran investasi. *Return on Investment* adalah pengembalian investasi yang dihitung dalam persentase berdasarkan modal yang diinvestasikan. Secara umum, semakin tinggi nilai investasi, semakin besar potensi pengembalian investasi berupa keuntungan, dan semakin besar pula resiko investasi yang ditimbulkan. (Pujawan, 1995)

Metodologi Penelitian



Gambar 2

Diagram alir penelitian

Pengumpulan Data

Data Penerangan Di PT Total Bangun Persada Tbk

Data *eksisting* untuk penerangan di PT Total Bangun Persada Tbk. Di gedung TOTAL terdapat 5 lantai dan masing – masing ruangan

masih menggunakan penerangan dengan lampu jenis *FLOURESCENT*. *Running time/day* untuk penerangan rata-rata 8 jam perhari.

$$\text{Jumlah Watt R. Estimate} = \text{Jumlah lampu} \times \text{watt} \\ = 183 \times 18 \text{ watt/ lampu} = 3294 \text{ watt}$$

Watt digunakan perhari = Watt dari keseluruhan lampu x *running time/day*

$$= 3,294 \times 8 \text{ jam} = 26,352 \text{ Watt}$$

$$\text{KWH} = 26,352 \text{ Watt}/1000 = 26.352 \text{ KW}$$

Tabel 3
Data Existing untuk penerangan gedung

NO	RUANG	TYPE LAMPU	JUMLAH LAMPU	WATT	RENNING TIME/DAY	JUMLAH WATT	WATT/JAM	KWH
a	b	c	d	e	f	g	h	i
						(d x e)	(f x g)	(h : 1000)
R.6	R. Estimate	FLOURESCENT (TL)	183	18	8	3,294	26,352	26,352
	Condor	FLOURESCENT (TL)	10	36	8	360	2,880	2,88
	R. Project Development (PD)	FLOURESCENT (TL)	13	36	8	468	3,744	3,744
R.5	R. Engineering (CERD)	FLOURESCENT (TL)	20	36	8	720	5,760	5,76
	R. Accounting	FLOURESCENT (TL)	72	18	8	1,296	10,368	10,368
	Condor	FLOURESCENT (TL)	99	18	8	1,782	14,256	14,256
R.3	R. Logistik	FLOURESCENT (TL)	36	36	8	1,296	10,368	10,368
	Condor	FLOURESCENT (TL)	72	18	8	1,296	10,368	10,368
	R. Cost Operation (CO)	FLOURESCENT (TL)	20	36	8	720	5,760	5,76
R.2	R. Direksi	FLOURESCENT (TL)	13	36	8	468	3,744	3,744
	Condor	FLOURESCENT (TL)	171	18	8	3,078	24,624	24,624
	Condor	FLOURESCENT (TL)	16	36	8	576	4,608	4,608
R.1	R. Direksi	FLOURESCENT (TL)	13	36	8	468	3,744	3,744
	Condor	FLOURESCENT (TL)	51	18	8	918	7,488	7,488
	Condor	FLOURESCENT (TL)	103	13	8	1,339	10,712	10,712
JUMLAH			27	36	8	972	7,776	7,776

Tabel 4
Tagihan Listrik Tahun 2014 PT Total Bangun Persada Tbk

BULAN	KWH	RUPIAH
JANUARI	27,973.80	39,787,604
FEBRUARI	31,262.80	44,341,055
MARET	32,256.00	45,716,088
APRIL	36,524.20	51,625,188
MEI	33,014.80	52,463,624
JUNI	31,884.20	50,968,562
JULI	28,420.20	45,720,756
AGUSTUS	31,159.80	51,076,769
SEPTEMBER	31,154.80	49,995,384
OKTOBER	30,950.00	49,117,652
NOVEMBER	30,696.80	48,643,524
DESEMBER	26,875.60	41,210,409
JUMLAH	372,173.00	570,666,615

Pengolahan Data

Perhitungan Standar Jumlah Lampu Ruangan dan Kosumsi Energi Untuk Penerangan

Pengukuran sampel dilakukan hanya pada departemen *engineering* saja, karena pada departemen tersebut membutuhkan ketelitian yang tinggi saat bekerja. Sehingga pencahayaan yang baik cukup sangat diperlukan. Berikut ini adalah perhitungan kosumsi energi pada lampu jenis *flourescent* 18 watt dan 36 watt. Pada perhitungan KWh selama 1 tahun sama dengan 240 hari, didapatkan dari jumlah hari kerja perbulan selama 20 hari dikalikan dengan 12 bulan. Dan asumsi lampu dinyalakan selama 8 jam perhari. Pada penelitian ini akan membandingkan kosumsi energi yang digunakan pada lampu *FLUORESCENT* dan lampu LED.

Berikut ini adalah perhitungan jumlah lampu yang harusnya dipasang pada sebuah ruangan perkantoran.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$

Keterangan:

N: jumlah titik lampu

E:kuat penerangan/target kuat penerangan yang akan dicapai (Lux)

L: panjang ruang (meter)

W: lebar ruang (meter)

\emptyset : total lumen lampu/lamp *luminous flux*

LLF: *light loss factor*/faktor cahaya rugi (0.7 – 0.8)

CU: *coeffisien of utilization*/faktor pemanfaatan (50%-65%)

n: jumlah lampu dalam 1 titik

Penerangan dengan lampu *flourescent*:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$

$$N = \frac{300 \times 17 \times 14}{1008 \times 0.8 \times 65\% \times 3} = 45.42 \infty 46 \text{ titik lampu}$$

Penerangan dengan lampu LED:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$

$$N = \frac{300 \times 17 \times 14}{1400 \times 0.8 \times 65\% \times 3} = 32.69 \infty 33 \text{ titik lampu}$$

Tabel 5
Perhitungan Kosumsi energi Lampu FLUORESCENT

Running Time/Day	Lampu FLOURESCENT (TL)					Kosumsi Energi Listrik (%)
	Jumlah Lampu	Watt	Kosumsi Daya Listrik (KW)	Kosumsi Energi Listrik (KWh)		
				Selama 1 Hari	Selama 1 Tahun	
a	b	c	d	e	f	g
			(b x c)/1000	(a x d)	(e x 240 hari)	
8	99	18	1.782	14.256	3,421.44	37.9
8	36	36	1.296	10.368	2,488	42.1
TOTAL	135		3.078	24.624	5,910	100

Kosumsi Daya Listrik (KW):

$$= (\text{Jumlah lampu} \times \text{Watt})/1000$$

$$= (99 \times 18 \text{ watt})/1000 = 1.782 \text{ KWH}$$

Kosumsi energi listrik selama 1 hari kerja:

$$= \text{Running time/day} \times \text{Konsumsi daya listrik}$$

$$= 8 \text{ jam} \times 1.782 = 14.256 \text{ KWH}$$

Kosumsi energi listrik selama 1 tahun:

$$= \text{Kosumsi energi listrik/hari} \times 240 \text{ hari (masa kerja pada tahun 2014)}$$

$$= 14.256 \text{ KWH} \times 240 = 3,421,440 \text{ KWH}$$

Kosumsi energy listrik (%):

$$= (3,421.44/5,910) \times 100\% = 47.5\%$$

Tabel 6
Pehitungan kosumsi energi lampu LED

Running Time/day	Lampu LED					
	Jumlah Lampu	Watt	Kosumsi Daya Listrik (KW)	Kosumsi Energi Listrik		Kosumsi Energi Listrik (%)
				Selama 1 Hari	Selama 1 Tahun	
a	b	c	d	e	f	g
			(b x c)/1000	(a x d)	(e x 240 hari)	
8	20	16	0.320	2.560	614	76.2
8	10	10	0.100	0.800	192	23.8
TOTAL	30		0.420	3.360	806	100

Kosumsi Daya Listrik (KW):
 =(Jumlah lampu x watt)/1000
 = (20 x 16 watt)/1000 = 0.320 KWH

Kosumsi energi listrik selama 1 hari kerja:
 = Running time/day x Kosumsi daya listrik
 = 8 jam x 0.320 = 2.560 KWH

Kosumsi energi listrik selama 1 tahun:
 = Kosumsi energi listrik/hari x 240 hari
 = 2.560 KWH x 240 = 614 KWH

Kosumsi energy listrik (%):
 Konsumsi energi selama 1 tahun = 806
 = (614/806) x 100% = 76.2%

Setelah dilakukan perhitungan untuk kosumsi energi yang digunakan pada lampu *FLUORESCENT* dan lampu LED, maka diperlukan juga perhitungan harga lampu yang digunakan pada departemen *engineering*.

Tabel 7
Bill of quantity Lampu FLUORESCENT

No	Deskripsi	Jumlah	Satuan (Rp)	Harga (Rp)
1	Lampu FLUORESCEN T 36 Watt	99	25,000	2,475,000
2	Lampu FLUORESCEN T 18 Watt	36	20,000	720,000
TOTAL				3,195,000

Harga = jumlah lampu x harga satuan
 = 99 x Rp 25,000 = Rp 2,475,000
 Berikut ini adalah perhitungan harga lampu LED

Tabel 8
Bill of quantity Lampu LED

No	Deskripsi	Jumlah	Satuan (Rp)	Harga (Rp)
1	LED 16 Watt	60	180,000	10,800,000
2	LED 10 Watt	20	160,000	3,200,000
TOTAL				14,000,000

Harga = jumlah lampu x harga satuan
 = 60 x Rp 180,000 = Rp 10,800,000

Perhitungan Efisiensi Biaya Pemakaian Listrik

Jumlah kosumsi energi yang digunakan perhari untuk departemen *engineering* adalah 11.6 KWh. Di asumsikan tarif dasar listrik untuk industri perusahaan terbuka adalah Rp 946, maka dalam sebulan (asumsi 20 hari) tarif listrik yang harus dibayar adalah:

11.6 x Rp 946 x 20 = Rp 219,472/bulan.
 Jika di hitung pertahunnya maka,
 Rp 219,472 x 12 = Rp 2,633,664/tahun

Tarif listrik untuk penerangan departemen *Engineering* dengan menggunakan lampu *FLUORESCENT*:

$$\frac{\text{kosumsi energi listrik untuk penerangan tahun 2014}}{\text{kosumsi energi listrik keseluruhan tahun 2014}} \times 100 = \frac{7,206}{372,173} \times 100\% = 1.936\%$$

Tarif listrik selama tahun 2014 = Biaya tagihan listrik 2014 x persentase penerangan
 = Rp 570,666,615 x 1.936 %
 = Rp 11,048,105.66

Selisih dari penghematan biaya penerangan di departemen *engineering*:

Selisih dengan penghematan = Tarif listrik tahun 2014 – tarif listrik saat lampu LED
 Selisih dengan penghematan = Rp 11,048,105.66 – Rp 2,633,664 = Rp 8,414,441.66

$$BEP = \frac{\text{Total Fixed Cost}}{\text{Variabel Cost}} = \frac{17,000,000}{10,414,441.66} = 1.63 \text{ Tahun}$$

Yang ditentukan fixed dalam kasus ini adalah:

- Harga pembelian lampu = Rp 14,000,000
- Biaya tenaga kerja Rp 500,000 x 3 orang x 2 hari = Rp 3,000,000

Yang ditentukan sebagai variabel cost adalah:

- selisih biaya listrik pada saat penggunaan lampu *fluorescent* dan LED = Rp 8,414,441.66
- Kabel dan bahan-bahan lainnya = Rp 2,000,000

Asumsi *life time* LED mencapai 10 tahun, maka total efisiensi setelah tercapainya BEP sampai LED rusak adalah

Nilai yang di dapatkan setelah penggantian lampu LED adalah Rp 8,414,441.66 x 10 = Rp 84,144,416.6

$$ROI = \frac{\text{Laba}}{\text{Total Investasi}} \times 100\%$$

$$\text{ROI} = \frac{8,414,441.66}{16,000,000} \times 100\% = 52.59\%$$

Total investasi didapatkan dari biaya pembelian lampu Rp 14,000,000 dan biaya pembelian kabel dan peralatan lainnya sebesar Rp 2,000,000.

Pembahasan Standar Jumlah Lampu Ruangan dan Kosumsi Energi

Setelah dilakukan perhitungan untuk standar jumlah titik lampu yang seharusnya digunakan, maka untuk departemen *engineering* pada saat pemakaian lampu *fluorescent* adalah sebanyak 45 titik atau 135 lampu yang digunakan, dan jika menggunakan lampu LED maka diperlukan 33 titik lampu atau 99 lampu yang dipasang. Tetapi pada saat pelaksanaan untuk mengganti lampu LED yang seharusnya dipasang sebanyak 99 lampu, tetapi hanya dipasang 80 lampu.

Penelitian ini dilakukan pada departemen *engineering*, dimana jumlah karyawannya 40 orang. Penelitian dilakukan pada departemen ini karena pada departemen ini membutuhkan pencahayaan yang sangat baik karena aktivitas yang dilakukan memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi. Kondisi eksisting untuk penerangan pada departemen ini menggunakan lampu *fluorescent* atau yang sering disebut dengan lampu . Karena tingginya biaya listrik yang dibayarkan perusahaan maka peneliti ingin mencari jalan keluar untuk penerangan yang hemat energi, salah satunya yaitu dengan mengganti lampu *FLUORESCENT* dengan lampu LED. Departemen *engineering* menggunakan lampu *fluorescent* 2 jenis, yang pertama 18 watt dengan jumlah lampu yang di gunakan 99 buah dan 36 watt dengan jumlah lampu yang digunakan 36 buah. Sehingga kosumsi energi dapat dihitung jumlah watt yang digunakan untuk penerangannya adalah 1.782 KW untuk lampu 18 watt, dan 1.296 KW untuk lampu 36 watt. Diasumsikan pemakaian lampu perhari selama 8 jam kerja, sehingga kosumsi energi selama sehari untuk lampu 18 watt adalah 14.256 KWh, dan 10.368 KWh untuk lampu 36 watt. Kosumsi energi selama setahun dengan asumsi 1 tahun adalah 240 hari maka didapat *fluorescent* kosumsi energi sebesar 3,421.44 KWh untuk lampu 18 watt dan 2,488 KWh untuk lampu 36 watt. Dengan persentase untuk lampu *fluorescent* 18 watt adalah 57.9% dan untuk lampu 36 watt adalah 42.1%.

Ketika lampu *fluorescent* diganti dengan lampu LED dengan maksud untuk menghemat energi, dengan tidak mengurangi intensitas cahaya yang digunakan setiap hari. Maka, lampu *fluorescent* diganti dengan lampu LED sebanyak 60

buah untuk lampu 16 watt dan 20 buah untuk lampu 10 watt. Untuk asumsi menggunakan lampu perhari tetap sama yaitu 8 jam/hari kerja, dan penggunaan 1 tahun sama dengan 240 hari. Sehingga didapat LED kosumsi daya listrik untuk lampu 16 watt adalah 0.320 KW dan untuk lampu 10 watt 0.100 KW. Untuk kosumsi energi listrik dari penggunaan lampu LED ini adalah untuk lampu 16 watt sebesar 2.560 KWh selama 1 hari dan 614 KWh selama 1 tahun. Lampu 10 watt memiliki daya listrik sebesar 0.100 KW, sehingga kosumsi energi listrik selama sehari adalah 0.800 KWh dan selama 1 tahun adalah 192 KWh. Dengan persentase untuk lampu 16 watt adalah 76.2% dan untuk lampu 10 watt adalah 23.8%.

Efisiensi Biaya Untuk Penerangan

Setelah lampu *fluorescent* diganti dengan lampu LED maka perlu juga dicari nilai efisiensinya sehingga dalam penggantian lampu ini bukan hanya hemat energi tetapi juga lebih efisien dalam hal biaya tagihan listrik yang dikeluarkan. Untuk harga lampu *fluorescent* yang 36 watt yaitu Rp 25.000 dan untuk yang 18 watt Rp 20.000 sehingga total biaya yang dikeluarkan untuk pembelian lampu *fluorescent* tersebut sebesar Rp 3.195.000. sedangkan untuk lampu LED 16 watt yang digunakan sebanyak 60 buah adalah Rp 180.000/buah dan untuk lampu 10 watt sebanyak 20 buah dengan harga Rp 160.000/buah. Sehingga biaya yang dikeluarkan untuk pembelian lampu LED adalah Rp 14.000.000. Nilai ini dapat dikatakan nilai investasi, yang dapat di cari nilai efisiensinya.

Asumsi tarif dasar listrik untuk industry terbuka adalah Rp 946. Kosumsi energi yang digunakan selama sehari untuk pemakaian lampu LED adalah sebesar 3.360 KWh, sehingga dalam sebulan dengan asumsi 20 hari, tarif listrik dapat dibayarkan sebesar Rp 219,472/bulan dan Rp 2,633,664/tahun. Tagihan listrik yang didapatkan dari perusahaan adalah listrik yang digunakan untuk penerangan, komputer, dan alat-alat lainnya. Sehingga dapat dihitung persentasi untuk penerangan adalah sebesar 1.936%, sehingga biaya listrik untuk penerangan pada tahun 2014 adalah Rp 11,048,105.66/tahun. Jika dilihat perbedaannya maka jauh perbedaannya biaya listrik yang dikeluarkan, lampu LED jauh lebih murah dibandingkan dengan lampu *fluorescent*.

Dapat diketahui bahwa selisih dari pemakaian lampu *fluorescent* dengan lampu LED adalah Rp 8,414,441.66. sehingga dapat di cari nilai break event point (BEP) dari investasi penggantian lampu dari lampu *fluorescent* ke lampu Led adalah 1.63, yang dapat diartikan dalam waktu kurang lebih 1.5 tahun maka biaya yang dikeluarkan tadi

dalam rangka penggantian lampu LED sudah dapat dikatakan balik modal atau titik impas.

Asumsi *life time* untuk lampu LED maximal mencapai 10 tahun, maka total efisiensi setelah tercapainya BEP sampai LED rusak adalah Rp 84,144,416.6. sehingga dapat dihitung *Rate of Investment* (ROI) sebesar 52.59%.

Kesimpulan

1. Kosumsi energy yang didapat dari pemakain lampu *Flourescent* dan LED adalah:
 - Untuk lampu *Flourescent*: 24,624 KWh/hari dan 7206/tahun.
 - Untuk lampu LED: 3,360 KWh/hari dan 1226/tahun
2. Nilai efisiensi dan ekonomis yang didapat dari penggunaan lampu LED adalah Rp 84.144.416,6 dengan titik impas atau *Break Event Point* (BEP) berada pada tahun 1,63 tahun atau kurang lebih 1 tahun. Dan nilai ROI sebesar 52.59% yang artinya semakin tinggi nilai ROI maka semakin baik investasi tersebut.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka ada beberapa saran yang dapat dijadikan bahan masukan bagi perusahaan, yaitu:

1. Upaya untuk menjadi bahan pertimbangan dalam melakukan penggantian lampu untuk penerangan.
2. Untuk penelitian yang akan datang sebaiknya membuat pengaruh antara penerangan terhadap kesehatan kerja.
3. Untuk panel yang lain seperti AC, computer agar dikembangkan untuk penelitian selanjutnya

Daftar Pustaka

- Degarmo, E.P, dkk. (1997). *Ekonomi teknik edisi kesepuluh*. Jakarta: PT Prenhalindo.
- Dunn & Rankin. (2004). *Scaling method*. New Jersey: Lawrence elbaum.
- Moritian, D.I., Tanuwijaya, H. dkk. (2013). Analisis kelayakan investasi dan monitoring usaha nudidaya ikan bandeng secara intensif berbasis web di SIDAYU Kabupaten Gresik. *JSIKA*, 2: 66-71.
- Nourmayanti, D. (2010). Faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan kelelahan mata pada pekerja pengguna komputer di Corporate Customer Care Center (C4) PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk tahun 2009. [*Skripsi*]. Jakarta
- Ridley, J. (2006). *Kesehatan dan keselamatan kerja*. Jakarta: Erlangga.
- Sedarmayanti. (2011). *Tata kerja dan produktivitas kerja*. Bandung:CV. Mandar Maju.
- Singarimbun, B. & Effendi, S. (2011). *Metode penelitian survey*. Jakarta.
- Sitompul., Gunawan, E. dkk. *Teknik statistik untuk bisnis & ekonomi*, (Jilid 1). Jakarta: Erlangga.
- Sustiyana. (2012). *Analisis jurnal strategi pengembangan usaha agroindustri pupuk organik SAA*. Malang.