



UNIVERSITAS TERBUKA

PROSIDING

Seminar Nasional Tahunan

Matematika, Sains, dan Teknologi - 2016

ISSN: 2088-0014

PERAN MATEMATIKA,
SAINS, DAN TEKNOLOGI
DALAM Mendukung
GAYA HIDUP PERKOTAAN
(*URBAN LIFESTYLE*) YANG
BERKUALITAS

Kamis, **22** September
2016

Universitas Terbuka Convention Center
Jln Cabe Raya, Pondok Cabe
Pamulang, Tangerang Selatan

Dewan Redaksi

Penanggung Jawab :

Dr. Ir. Sri Harijati, M.A.

Ketua :

Dr. Ir. Nurmala Pangaribuan, M.S

Penyunting Pelaksana :

Dr. Adhi Susilo , S.Pt., M. Biotech. St

Dr. Ir. Bambang Deliyanto, M.Si.

Dr. Ir. Sri Listyarini, M.Ed.

Dr. Lina Warlina, M.Ed.

Dr. Drs. Hurip Pratomo, M.Si.

Ir. Muhamad Toha, MEd, Ph.D

Drs. Diki, M.Ed., PhD.

Dr. Dra. Agnes Puspitasari Sudarmo, M.A.

Dr. Dra. Lula Nadia, M.A., M.Si.

Dr. Ir. Rinda Novianti, M.Si.

Dr. Ir. Nurmala Pangaribuan, M.S.

Drs. Deddy Ahmad Suhardi S.Si. , M.Si.

Dra. Ila Fadila, M.Kes.

Ir. Tengku Eduard Azwar Sinar, M.A.

Drs. Edi Rusdiyanto. M.Si.

Dra. Diarsi Eka Yani, M.Si.

Vita Elysia, ST, M.Sc.

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Tahunan Matematika, Sains dan Teknologi Tahun 2016 FMIPA Universitas Terbuka dengan tema “PERAN MATEMATIKA, SAINS, DAN TEKNOLOGI DALAM Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (*URBAN LIFESTYLE*) YANG BERKUALITAS ” telah dilaksanakan pada tanggal 22 September 2016 di *UT Convention Center*, Pondok Cabe – Pamulang, Tangerang Selatan. Seminar nasional dengan bidang kajian (1) Ketahanan Pangan dan Gizi yang Sehat; (2) Pengembangan SDM Pertanian dan Agribisnis menuju *Better Living*; (3) Pemanfaatan Produk Makanan yang *Biodegradable*; (4) Pemanfaatan Produk Agro yang *Zero Waste*; (5) *Sustainable City* ; (6) Aplikasi Matematika dan Statistika untuk *Better Living*; (7) Budidaya Pertanian untuk Mendukung Kota yang Sehat, diikuti oleh para akademisi dan praktisi dari berbagai perguruan tinggi negeri maupun swasta serta balai penelitian dan lembaga lainnya.

Seminar ini ditujukan untuk memfasilitasi para akademisi dan para praktisi untuk berbagi ide dan pemikiran sesuai dengan bidang kepakarannya serta ajang untuk didiseminasikan hasil penelitian dan kegiatan ilmiah para peserta seminar. Melalui seminar juga dapat didiseminasikan hasil-hasil kolaborasi antara para akademisi dengan pemerintah daerah dan mitra strategis dalam mengembangkan program-program inovatif, yang sejalan dengan perkembangan teknologi terbaru, yang dapat mendukung gaya hidup perkotaan yang berkualitas.

Untuk mendiseminasikan makalah-makalah yang diseminarkan, telah disusun prosiding yang dikelompokkan sesuai dengan bidang kajian dan dipublikasikan secara online. Penerbitan prosiding seminar nasional ini diharapkan dapat memberikan sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, penerapan sains dan teknologi untuk mendukung gaya hidup perkotaan yang berkualitas.

Permohonan maaf kami sampaikan kepada pihak-pihak yang terkait apabila prosiding ini belum memenuhi harapan dan banyak kekurangannya. Ucapan terima kasih yang tulus kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga prosiding ini dapat diterbitkan.

Tangerang Selatan, Desember 2016

Ketua Panitia Seminar

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR		iii
DAFTAR ISI		iv
INTEGRASI DATA VMS DENGAN ECHO SAR UNTUK IDENTIFIKASI <i>ILLEGAL FISHING</i> DENGAN BAHASA PYTHON	Dendy MahabrurJejen Jenhar Hidayat, Abdul Rohman Zaky	1 - 14
KEMAMPUAN <i>Phytoseius crinitus Swirski et Schebter</i> MEMANGSA SETIAP STADIUM <i>Tetranychus urticae</i> SERTA BEBERAPA MAKANAN ALTERNATIF UNTUK PERBANYAKANNYA DI LABORATORIUM	Bambang Heru Budianto	15 - 22
PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFORMASI DALAM MENDUKUNG PENGELOLAAN KEGIATAN PEJABAT FUNGSIONAL PEREKAYASA	Ivransa Zuhdi Pane	23- 30
AKLIMATISASI PLANLET TEBU PS 864 PASCA ENKAPSULASI	Martua Ferry Siburian, Fitri Damayanti	31 - 35
PENGEMBANGAN TANAMAN MANGGA BERBASIS IKLIM DAN DINAMIKA WAKTU PANEN	Nono Sutrisno, Budi Kartiwa	36 - 47
PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR MENDUKUNG PENINGKATAN INDEKS PERTANAMAN PADI	Nono Sutrisno, Adang Hamdani, Hendri Sosiawan	48 - 62
PENDAYAGUNAAN MICROSOFT EXCEL SEBAGAI PERANGKAT EVALUASI KINERJA PERSONIL ORGANISASI (KASUS : IKATAN MAHASISWA TEKNIK KIMIA 2016, UNIVERSITAS INDONESIA)	Ivransa Z. Pane, Irfan F. Pane, Fadhila A. Anindria, Radifan Fajaryanto, Apyani L. Naibaho	63 - 70
PENGARUH INVESTASI, TENAGA KERJA TERHADAP PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO PROVINSI KEPULAUAN RIAU (PERSAMAN SIMULTAN)	Albert Gamot Malau	71 - 80
KEANEKARAGAMAN VEGETASI MANGROVE DAN PERMUDAAN ALAMINYA DI AREA TRACKING MANGROVE PULAU KEMUJAN TAMAN NASIONAL KARIMUNJAWA	Adi Winata, Edi Rusdiyanto	81 - 94
RESPON TANAMAN BABY CORN JAGUNG MANIS (<i>Zea mays saccharata</i>) TERHADAP KOMPOSISI DAN PENGOMPOSAN LIMBAH BAGLOG JAMUR TIRAM (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	Dewi Andam Fiani, Elfarisna dan Sudirman	95 - 111
PEMODELAN PENYERAPAN TENAGA KERJA PADA SEKTOR UNGGULAN MENGGUNAKAN SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION DENGAN PROSES SPATIAL SEBAGAI EARLY WARNING KEBIJAKAN PENDIDIKAN YANG BERORIENTASI DUNIA KERJA SEKTORAL DI PROVINSI JAWA TENGAH	Gede Suwardika	112 - 122
RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAWANG MERAH (<i>Allium ascalonicum</i> L.) DENGAN PENAMBAHAN PUPUK ORGANIK CAIR	Sri Rahayu, Elfarisna, dan Rosdiana	123 - 131

VARIASI CIRI MORFOMETRIK BURUNG BONDOL (<i>GENUS LONCHURA</i>) DI INDONESIA	Evelin Roslinawati, Wahyu Prihatini1, Tri Haryoko	132 - 152
DAMPAK PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI PROGRAM KAWASAN RUMAH PANGAN LESTARI DI PROVINSI BENGKULU	Lina Asnamawati , Mery Berlian, Alni	153 - 172
ENKAPSULASI KALUS EMBRIOGENIK TEBU (<i>Saccharum officinarum</i> L.) DENGAN METODE PERTUMBUHAN MINIMAL	Fitri Damayanti, Suharsono, Utut Widiastuti, Ika Mariska	173 - 177
PENERAPAN ANALISIS DERET WAKTU DAN METODE PERAMALAN PADA DATA KUNJUNGAN PASIEN DI KLINIK PRATAMA ATMA JAYA CISAUK TAHUN 2012 – 2016	Ignatius Danny Pattirajawane, Siti Khodijah, Erfen G. Suwangto	178 - 197
PENATAAN AGROWISATA DI LAHAN BEKAS TAMBANG TIMAH BANGKA BOTANICAL GARDEN (BBG) PANGKAL PINANG	Divia Hidayati, Bambang Deliyanto	198 - 210
PENGUATAN KECAMATAN BALARAJA SEBAGAI PUSAT KEGIATAN WILAYAH MELALUI KONSEP SUSTAINABLE AGROINDUSTRIAL CITY (Studi Kasus: Kecamatan Balaraja, Kabupaten Tangerang)	Chyntia Sami Bhayangkara	211 - 221
PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEH DAN KARDUS SEBAGAI MEDIA PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS JAMUR TIRAM PUTIH (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	Tri Saptari Haryani, Ani Apriliyani, S.Y. Srie Rahayu	222 - 228
ANALISIS PARAMETER FISIKA KIMIA PERAIRAN MUARA SUNGAI SALO' TELLUE UNTUK KEPENTINGAN BUDIDAYA PERIKANAN	Jalil, Jurniati	229 - 235
PENGEMBANGAN KONSEP WILAYAH AGROPOLITAN SEBAGAI STRATEGI MENUJU <i>GREEN CITY</i> (Studi Kasus Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten)	Mamay Sukamay, Agus Susanto	236 - 246
PENATAAN FASILITAS LINGKUNGAN MAKAM PANGERAN JAYAKARTA DAN MASJID ASSALAFIYAH SEBAGAI KAWASAN CAGAR BUDAYA PERKOTAAN	Bambang Deliyanto	247 - 264
PEMBUATAN RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) ATAU TAMAN KOTA DALAM RANGKA MENCEGAH PENCEMARAN UDARA CIPTAKAN KOTA MADIUN BERSIH DAN SEHAT	Agus Prasetya	265 - 273
METODE PERHITUNGAN BESARNYA IURAN PEMERINTAH PADA JAMINAN KESEHATAN SEMESTA DI INDONESIA	Hartati	274 - 282
ANALISIS EKONOMI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK UNTUK PENERANGAN	Endah Asmawati, Marlina, Junanik Idayani	283 - 292
KEBUTUHAN PUPUK MOP PADA TANAH INCEPTISOL BOGOR (*) DENGAN STATUS HARA K-POTENSIAL DAN K-TERSEDIA RENDAH UNTUK TANAMAN JAGUNG	Nurjaya, Heri Wibowo	293 - 303
PENGARUH PERENDAMAN AIR KELAPA DALAM MENGHAMBAT PERTUNASAN JAHE MERAH (<i>Zingiber officinale</i> Rubrum. Rosc)	Triastinurmiatiningsih, Nandan, Ismanto	304 - 312

ANALISIS EKONOMI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK UNTUK PENERANGAN

Endah Asmawati¹, Marlina², Junanik Idayani³

¹Teknik Informatika dan Pusat Studi Energi Terbarukan, ²Hukum dan Pusat Studi Energi Terbarukan, ³Manajemen Aset dan Pengadaan Universitas Surabaya

endah@staff.ubaya.ac.id, lina@staff.ubaya.ac.id, junanik_es@staff.ubaya.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan energi untuk memenuhi kebutuhan hidup semakin hari semakin meningkat, sementara pasokan energi yang ada masih terbatas. Keterbatasan ini memunculkan tuntutan untuk memikirkan bagaimana menggunakan energi terbarukan dan melakukan konservasi energi. Prinsip dasarnya adalah penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan, dengan kata lain penggunaan berbasis kebutuhan. Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada konservasi energi listrik untuk penerangan. Dalam melakukan penghematan penggunaan energi listrik untuk penerangan, diperlukan kajian jenis lampu yang paling efisien. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dihitung tingkat efisiensi dari menggunakan tiga jenis lampu yang berbeda, yaitu TL, LHE dan LED. Penelitian dilakukan dengan cara mencatat penggunaan energi listrik untuk penerangan pada sebuah ruang. Lampu di ruang tersebut dihidupkan selama 8-9 jam setiap hari. Data setiap jenis lampu dicatat selama dua minggu. Hasil pengukuran menyatakan bahwa lampu LED mempunyai tingkat efisiensi yang tinggi dibandingkan dua jenis lainnya dalam hal konsumsi energi listrik, dan secara ekonomi penggunaan lampu LED dapat menghemat biaya sebesar 47% per bulan dibanding lampu TL, dan 43% per bulan dibandingkan lampu LHE.

Kata kunci: konservasi energy, lampu TL, lampu LHE, lampu LED

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan mendasar dan mempunyai peran yang sangat strategis dalam pembangunan ekonomi dan kehidupan masyarakat. Dalam peran sentralnya tersebut, manusia menjadi faktor penentu dalam mengelola energi yang ada untuk kebutuhan saat ini dan yang akan datang. Kebutuhan energi untuk memenuhi kebutuhan hidup semakin hari semakin meningkat, sementara pasokan energi yang ada masih terbatas. Keterbatasan pasokan energi sejauh ini masih sangat bergantung pada ketersediaan sumber energi fosil. Penggunaan sumber energi fosil yang berlebih dapat menyebabkan banyak permasalahan lingkungan pada skala lokal, regional dan global (Bonnet, et.all. 2002; Hwang and Kuo 2006; Stefano 2000; Suwartha dan Fitri Sari 2013). Permasalahan lingkungan yang ada dapat diminimalisir apabila di setiap lingkungan organisasi menekankan pada kebijakan yang terkait energi diantaranya konservasi energi. Konservasi energi adalah penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Prinsip dasar dari efisiensi energi adalah kemampuan untuk menggunakan lebih sedikit energi untuk menjalankan fungsi dan kinerja yang sama.

Di negara-negara yang telah menggunakan teknologi untuk pencahayaan yang efisien, jumlah energi yang digunakan di bangunan komersial ataupun industry menunjukkan adanya pengurangan (Stefano 2000), salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mengganti lampu *ballast* menjadi *electronic ballast*. Terdapat beberapa

upaya dalam konservasi energi diantaranya manajemen energi yaitu kegiatan dalam mengatur pengambilan data, menganalisa, merencanakan, mengimplementasi, mengawasi, dan mengevaluasi penggunaan energi di bangunan; konsumsi energi yaitu besarnya energi yang digunakan oleh bangunan gedung dalam periode waktu tertentu; konservasi energi bangunan yaitu usaha untuk mengurangi pemakaian energi dalam suatu sistem pada bangunan atau peralatan di dalam bangunan gedung dan industri; Peluang Hemat Energi (PHE / *Energi Conservation Opportunity*) merupakan cara yang mungkin bisa diperoleh dalam usaha mengurangi pemborosan energi. Selain itu konservasi energi listrik dapat dilakukan melalui beberapa kegiatan diantaranya melalui analisa penggunaan lampu penerangan, mesin pendingin, atau peralatan lain yang menggunakan daya yang tinggi. Konservasi energi listrik pada lampu penerangan merupakan salah satu peran yang strategis dalam konservasi energi karena dibutuhkan cara yang lebih terstruktur dalam penggunaan lampu penerangan yang memiliki tingkat pencahayaan yang sesuai dengan fungsi ruangan tetapi memiliki daya listrik yang rendah (Mulyadi, dkk 2006).

Penelitian ini difokuskan pada konservasi energi listrik untuk penerangan, dilakukan di gedung X salah satu universitas di Surabaya. Universitas berencana untuk melakukan penggantian lampu menjadi lampu yang lebih hemat energy, sehingga perlu direncanakan secara teknis dan berdasar agar kepastian target serta perhitungan *Break Event Point* (BEP) dapat diketahui. Standar yang digunakan mengacu pada SNI 03-6197-2000 (BSN 2000) tentang konservasi energi system pencahayaan pada bangunan gedung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan lampu hemat energi. Beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Pencarian data sekunder

Salah satu langkah awal adalah mengumpulkan dan menyusun data historis penggunaan energi tahun sebelumnya. Berdasarkan data konsumsi energi tahun sebelumnya ini, dapat dihitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) tahun sebelumnya. Selain itu juga dikumpulkan data jenis-jenis alat penerangan yang digunakan, yang meliputi jumlah dan jenis lampu setiap ruang, daya dan merk lampu, serta tata letak lampu.

2. Survei dan pengukuran langsung

Survei lapangan dilakukan dalam rangka mendapatkan data primer. Survei bertujuan untuk mengetahui kondisi terakhir di setiap ruangan yang disurvei. Informasi yang

dicari meliputi jumlah, jenis, merk, daya dan letak lampu, waktu lampu menyala (mulai dihidupkan sampai dimatikan), penutup jendela, jenis dan jumlah barang elektronik yang memerlukan energi listrik untuk pengoperasiannya.

Konsumsi energi listrik secara riil dihitung dengan memasang Kwh meter di sebuah ruang penelitian. Pengukuran dilakukan mulai 7 September 2015 sampai dengan 29 Maret 2016, dengan menggunakan 3 jenis lampu yaitu lampu TL, lampu LHE, dan lampu LED.

3. Analisis Perhitungan Konsumsi Energi Listrik

Berdasarkan data dari hasil survey dan pengukuran riil penggunaan energy listrik akan dilakukan simulasi perhitungan konsumsi energy listrik dan analisa secara ekonomi. Perhitungan simulasi konsumsi energi listrik dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- Menghitung konsumsi energi listrik dengan kondisi lampu saat ini (lampu TL)
- Menghitung konsumsi energi listrik apabila semua lampu TL diganti dengan lampu LHE
- Menghitung konsumsi energi listrik apabila semua lampu TL diganti dengan lampu LED
- Membandingkan ketiga lampu untuk mendapatkan lampu yang paling efisien

Semua kemungkinan di atas dilakukan dengan menganggap bahwa konsumsi listrik untuk AC, computer dan peralatan elektronik lainnya tetap, dan digunakan seperti biasa.

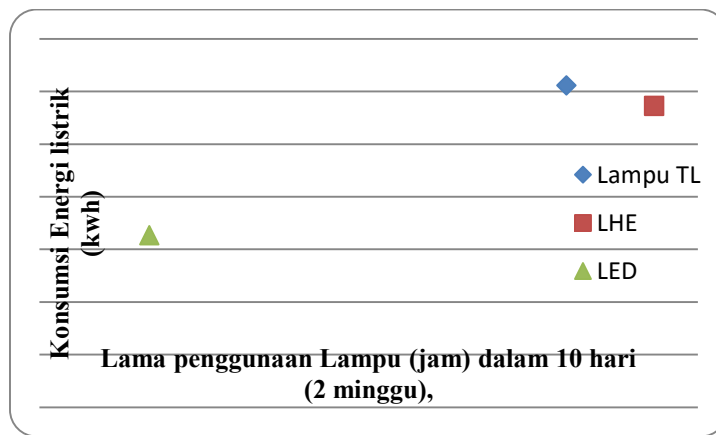
Analisa secara ekonomi dilakukan dengan mengasumsikan bahwa kebiasaan orang-orang tidak berubah dalam menggunakan energi listrik. Pada analisa ini akan dihitung potensi penghematan apabila lampu yang ada (TL) diganti dengan lampu LHE atau LED. Kemudian masing-masing dihitung potensi penghematannya. Pada analisa ini akan diketahui titik impas dari penggantian lampu, serta perbandingan dari dua lampu pengganti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan survei lapangan tentang semua peralatan yang memerlukan energi listrik pada sebuah gedung X. Pemilihan gedung X sebagai tempat penelitian karena fungsi ruang-ruang yang ada di gedung ini mewakili semua ruang yang ada. Hasil survei menyatakan bahwa sebagian besar lampu yang digunakan adalah lampu TL (neon) 36 *watt*.

Pada penelitian ini akan dihitung besarnya konsumsi energi listrik untuk penerangan dengan menggunakan lampu TL, Lampu Hemat Energi (LHE), dan *Light Emitting Dioda* (LED). Untuk itu, dilakukan pengukuran konsumsi energi listrik dari lampu TL 36 watt, lampu LHE 23 watt, lampu LED 13 watt. Pengukuran dilakukan di sebuah ruang yang dijadikan sebagai ruang penelitian. Pada ruangan ini dipasang Kwh meter, dan setiap hari dicatat hasil pengukurannya. Untuk menghasilkan pencahayaan yang hampir sama, jumlah lampu yang digunakan untuk lampu TL, LHE dan LED masing-masing adalah 8.

Penggunaan energi listrik diukur dengan menghidupkan lampu dan mencatat angka yang tertera di Kwh meter. Hal ini dilakukan selama 8 – 10 jam setiap hari dalam jangka waktu 2 minggu untuk setiap jenis lampu. Hasil pengukuran ketiga dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Total Konsumsi Energi Listrik selama 2 Minggu

Berdasarkan Gambar 1, untuk lampu TL dan LHE, dengan lama penggunaan yang hampir sama 93.4 jam (lampu TL), 93.8 jam (LHE) besarnya konsumsi energi juga hampir sama, yaitu 30.8 Kwh (lampu TL) dan 28.65 Kwh (LHE). Sedangkan konsumsi energi untuk jenis LED, hanya memerlukan 16.35 Kwh untuk 91.5 jam.

Setelah diketahui total konsumsu energinya, maka dilakukan perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dengan menggunakan rumus berikut:

$$IKE = \frac{\text{Total konsumsi energi listrik dalam kWh pertahun}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}$$

Dari hasil pengukuran selama dua minggu tersebut (untuk masing-masing jenis lampu) pada ruangan dengan ukuran 35,5 m², maka untuk menghitung IKE, total konsumsi energi pertahun diperoleh dari mengalikan konsumsi energi selama 2 minggu dengan 26 (karena dalam 1 tahun ada 52 minggu). Hasil perhitungan IKE dan besarnya intensitas cahaya setiap jenis lampu, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. IKE dan Tingkat pencahayaan Setiap Jenis Lampu

Jenis Lampu	Daya (Watt)	Tingkat pencahayaan (Lux)	IKE	Kesimpulan
Lampu TL	36	274	22,6	Cukup efisien
LHE	23	237	20,98	Cukup efisien
LED	14	286	11,97	Efisien

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa tingkat pencahayaan (lux) dari ketiga jenis lampu berkisar antara 237–286, padahal dayanya berbeda-beda. Tingkat pencahayaan (lux) ketiga jenis lampu ini masih berada pada selang standar yang diperkenankan untuk penerangan kelas. Apabila dilihat dari hasil perhitungan IKE, maka lampu LED termasuk dalam kategori efisien sedangkan LHE dan TL masuk dalam kategori cukup efisien.

Analisis Perhitungan Konsumsi Energi Listrik

Berdasarkan hasil survey, diketahui bahwa hampir semua alat penerangan yang digunakan adalah lampu TL kecuali beberapa yang ada di selasar. Jumlah total lampu yang tersurvey adalah 524 buah lampu TL, yang terdiri atas 12 lampu mempunyai daya 18 *watt* dan sisanya 512 mempunyai daya 36 *watt*. Selain itu juga diketahui bahwa tingkat pencahayaan setiap lampu TL, LHE, dan LED hampir sama, sehingga simulasi dilakukan dengan menggunakan jumlah lampu yang sama untuk tiap jenisnya. Untuk memudahkan dalam analisis ekonomi, maka lampu TL 18 *watt* tidak dimasukkan ke dalam lampu yang akan diganti.

Langkah-langkah dalam melakukan analisis ekonomi dimulai dengan melakukan pengolahan data awal yang memperhitungkan total konsumsi energi listrik yang dipakai untuk penerangan dengan jumlah lampu yang sesuai. Kemudian tahap berikutnya memperhitungkan initial cost dan annual cost untuk total lampu yang saat ini digunakan. Setelah diketahui hasilnya, maka langkah selanjutnya akan dilanjutkan dengan menghitung biaya jika dilakukan penggantian lampu dengan tujuan sebagai penghematan. Selanjutnya akan dihitung titik impas dari pergantian jenis lampu.

Hasil pengukuran konsumsi energi listrik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Konsumsi Energi Listrik untuk Penerangan Ruang Penelitian

Jenis lampu	Daya (watt)	Konsumsi energi riil dlm 10 hari utk 8 lampu (watt)	Konsumsi energi riil per hari untuk 8 lampu (watt)	Konsumsi energi riil per hari per lampu (watt)	Konsumsi energi riil per hari untuk 512 lampu (watt)
-------------	-------------	---	--	--	--

TL	36	30.800	3.080	385	197.120
LHE	23	28.650	2.865	358,125	183.360
LED	14	16.350	1.635	204,375	104.640

Total daya yang diperlukan untuk menghidupkan lampu dalam satu hari diperoleh dengan mengalikan pemakaian riil per 1 buah lampu dengan jumlah lampu yang akan dinyalakan. Selanjutnya dalam simulasi ini, proses perhitungan menggunakan 512 buah lampu. Perhitungan initial cost dari penggunaan ketiga jenis lampu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Initial Cost Tiga Jenis Lampu

No	Nama Item	Justifikasi	Jumlah	Harga satuan (Rp)	Sub Total biaya (Rp)	Total biaya (Rp)
1.	Lampu TL 36 watt	Lampu	512	12.500	6.400.000	54.272.000
		Fitting + trafo	512	93.500	47.872.000	
2.	Lampu LHE 23 watt	Lampu	512	42.000	21.504.000	25.600.000
		Fitting	512	8.000	4.096.000	
3.	Lampu LED 13 watt	Lampu	512	95.000	48.640.000	52.736.000
		Fitting	512	8.000	4.096.000	

Perhitungan total biaya harian didapatkan dari total konsumsi energi listrik yang diperlukan (Tabel 2) dibagi dengan 1000 (kw) kemudian dikalikan dengan harga listrik per Kwh. Biaya per Kwh adalah Rp 1.488,25, sehingga total biaya harian untuk setiap jenis lampu dapat dilihat pada Tabel 4. Biaya bulanan dan tahunan dihitung dengan mengasumsikan 1 bulan terdiri dari 25 hari dan 1 tahun terdiri dari 12 bulan.

Tabel 4. Total Biaya Penggunaan Lampu

Jenis lampu	Daya (watt)	Jumlah (buah)	Konsumsi energi listrik per hari (watt)	Biaya (Rp)		
				Hari	Bulan	Tahun
TL	36	512	197.120	293.363,84	7.334.096	88.009.152
LHE	23	512	183.360	272.885,52	6.822.138	81.865.656
LED	14	512	104.640	155.730,48	3.893.262	46.719.144

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa jika semua lampu diganti dengan lampu LED, maka biaya hariannya akan lebih murah dibandingkan menggunakan lampu TL atau LHE. Akibatnya, akumulasi dari itu biaya bulanan dan tahunan juga akan lebih hemat.

Analisis Ekonomi

Perhitungan secara ekonomi memperhatikan semua biaya yang ada pada satu siklus hidup lampu. Biaya yang diperhitungkan meliputi biaya investasi dan total biaya operasi.

Perhitungan electricity consumption (EC)

Total energy consumption dihitung untuk mengetahui seberapa besar perbedaan energi yang dibutuhkan jika dilakukan penggantian lampu di gedung TG. Berdasarkan hasil pengukuran langsung, EC setiap jenis lampu per bulan (25 hari untuk 512 lampu) diperoleh dengan mengalikan konsumsi energi untuk 512 lampu dengan 25 hari. Dan hasilnya adalah sebagai berikut

$$EC_{TL} = (197120)(25) = 492800 \text{ watt} = 4.928 \text{ Kwh}$$

$$EC_{LHE} = (183360)(25) = 458400 \text{ watt} = 4.584 \text{ Kwh}$$

$$EC_{LED} = (104640)(25) = 2616000 \text{ watt} = 2.616 \text{ Kwh}$$

Perhitungan Energy Saving (ES)

Energi saving atau penghematan energi didapatkan dari mengurangi total konsumsi energi dari lampu TL dengan konsumsi energi lampu pengganti. Penghematan energi yang bisa dilakukan setiap bulan dengan mengganti lampu TL menjadi lampu LHE/LED adalah:

$$\begin{aligned} ES_{LHE} &= EC_{TL} - EC_{LHE} \\ &= 4.928 - 4.584 \\ &= 344 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ES_{LED} &= EC_{TL} - EC_{LED} \\ &= 4.928 - 2.616 \\ &= 2.312 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Perhitungan Bill Saving (BS)

Bill saving atau penghematan biaya akan diperoleh dengan cara mengalikan besarnya penghematan energi dengan harga tarif dasar listrik (TDL) per Kwh, dalam hal ini adalah Rp 1.488,25. Besarnya penghematan biaya per bulan adalah:

$$\begin{aligned} BS_{LHE} &= ES_{LHE} * TDL \\ &= (344)(1488,25) \\ &= Rp 511.958 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BS_{LED} &= EC_{LED} * TDL \\ &= (2312)(1488,25) \\ &= Rp 3.440.834 \end{aligned}$$

Perhitungan Operating Cost (OC)

Operating cost atau biaya operasi digunakan untuk melihat total biaya per hari yang akan dikeluarkan jika dilakukan pergantian penggunaan lampu dari TL ke LHE/LED, dihitung dalam bulanan.

$$OC = EC * TDL$$

$$OC_{LHE} = (4.584)(1488,25) = 6.822.138$$

$$OC_{LED} = (2.616)(1488,25) = 3.893.262$$

Perhitungan payback period (PP)

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui pada saat kapan lampu pengganti tidak memberikan keuntungan atau kerugian (titik impas) dibandingkan lampu sebelumnya. Payback period dihitung dengan mempertimbangkan biaya investasi awal, dan biaya operasi bulanan. Dilihat dari biaya investasi awal dan biaya operasi bulanan, biaya terbesar terjadi saat digunakan lampu TL. Jadi PP dihitung untuk dua jenis lampu lainnya, yaitu lampu LHE dan LED.

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa dengan menggunakan lampu TL, dibulan pertama biaya operasional yang dikeluarkan sudah lebih besar dibandingkan penggunaan lampu LHE dan LED. Apabila dibandingkan antara lampu LHE dan LED, maka dengan menggunakan lampu LHE biaya yang dikeluarkan di awal-awal bulan akan lebih sedikit dibandingkan pengeluaran lampu LED. Namun mulai bulan ke-10, biaya penggunaan lampu LED akan lebih hemat dibandingkan LHE. Dengan kata lain payback periode akan terjadi pada bulan ke-10, sedangkan usia lampu LED bisa 10-15 tahun. Dengan menggunakan lampu LED, maka bisa diperoleh penghematan biaya operasional sebesar 43% perbulan dibandingkan penggunaan lampu LHE. Apabila dibandingkan dengan lampu TL, penghematan per bulan penggunaan lampu LHE adalah sebesar 7% dan LED 47%.

Tabel 5. Perhitungan Titik Impas Tiga Jenis Lampu

Jenis pembiayaan	TL		LHE		LED		
		Total biaya		Total biaya		Total biaya	
Biaya investasi awal (Rp)	54.272.000		25,600,000		52,736,000		
Biaya operasi bulanan (Rp)	1	7.334.096	61.606.096	6.822.138	32.422.138	3.893.262	56.629.262
	2			6.822.138	39.244.276	3.893.262	60.522.524
	3			6.822.138	46.066.414	3.893.262	64.415.786
	4			6.822.138	52.888.552	3.893.262	68.309.048
	5			6.822.138	59.710.690	3.893.262	72.202.310
	6			6.822.138	66.532.828	3.893.262	76.095.572
	7			6.822.138	73.354.966	3.893.262	79.988.834
	8			6.822.138	80.177.104	3.893.262	83.882.096
	9			6.822.138	86.999.242	3.893.262	87.775.358
	10			6.822.138	93.821.380	3.893.262	91.668.620

Hasil analisa perhitungan konsumsi energi listrik dan analisa ekonomi menyatakan bahwa penggunaan lampu LED lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan lampu TL ataupun lampu LHE.

KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran langsung, perhitungan dan analisa yang dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Lampu pengganti yang disarankan adalah lampu jenis LED
2. Penghematan biaya operasional per bulan dengan mengganti lampu TL dengan LHE adalah 7%, dan lampu LED adalah 47% perbulan
3. Dengan menggunakan lampu LED, maka bisa diperoleh penghematan biaya operasional sebesar 43% perbulan dibandingkan penggunaan lampu LHE

DAFTAR PUSTAKA

- Bonnet, J. Devel, C. Faucher, P. Roturier, J. February 2002. Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case-study of the University of Bordeaux in the framework of the Ecocampus European Collaboration. Journal of Cleaner Production, Volume 10. Issue 1. Pages 13-24
- BSN. 2000. SNI 03-6197-2000: Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.
- Hwang, R. Lin, T. Kuo, N. 2006. Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan. Energi and Buildings, Volume 38. Issue 1. January 2006. Pages 53-62

- Mulyadi, Y. Rizki, A. Sumarto. 2013. Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi di Gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia. *Electrans*, Vol. 12. No.1. Maret 2013. 81-88
- Stefano, J. D., September 2000, Energi efficiency and the environment: the potential for energi efficient lighting to save energi and reduce carbon dioxide emissions at Melbourne University Australia, *Energi*. Volume 25. Issue 9.
- Suwartha, N. Fitri Sari, R. 2013. Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*. Available online 13 March 2013