

# Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis Internet of Things (IoT)

Dikpride Despa  
Teknik Elektro  
Fakultas Teknik-Unila  
Lampung, Indonesia  
despa@eng.unila.ac.id

Meizano A Muhammad  
Teknik Informatika  
Fakultas Teknik-Unila  
Lampung, Indonesia  
meizano@eng.unila.ac.id

Agus Surinanto  
Teknik Elektro  
Fakultas Teknik-Unila  
Lampung, Indonesia  
agussurinanto@eng.unila.ac.id

Arinal Hamni  
Teknik Mesin  
Fakultas Teknik-Unila  
Lampung, Indonesia  
arinal.hamni@eng.unila.ac.id

Gigih F Nama  
Teknik Informatika  
Fakultas Teknik-Unila  
Lampung, Indonesia  
gigih@eng.unila.ac.id

Yul Martin  
Teknik Elektro  
Fakultas Teknik-Unila  
Lampung, Indonesia  
yul.martin@eng.unila.ac.id

**Abstrak**— Peningkatan konsumsi energi listrik selain disebabkan oleh bertambahnya jumlah beban pada sebuah gedung laboratorium juga dimungkinkan karena belum efisiennya dalam hal pemanfaatan energi listrik itu sendiri. Karenanya, perlu ada sebuah sistem monitoring dan manajemen yang baik agar penggunaan energi listrik bisa efisien dan memberikan kenyamanan pada konsumen. Penelitian ini membangun sebuah sistem monitoring konsumsi energi listrik dengan komponen utamanya sebuah KWh meter yang terpasang pada panel distribusi. Untuk selanjutnya dengan Teknologi Internet of Things (IoT) dapat di akses secara realtime. Prototype yang dibangun telah diuji menggunakan alat ukur standar Laboratorium Teknik Pengukuran Besaran Elektrik Unila dengan rata rata galat 0,276%. Analisa SWOT digunakan pada penelitian ini untuk menentukan strategi yang digunakan dalam rangka manajemen energi. Dari hasil pengukuran dan monitoring konsumsi energi listrik (dalam jangka waktu 6 hari) diperoleh hasil bahwa, manajemen energi yang dilakukan dengan menerapkan Standar Operasional Prosedur penggunaan energi listrik di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro dapat menghemat konsumsi energi sebesar 310,073 KWh.

**Kata Kunci**— Monitoring dan Manajemen energi, Internet of Things, KWh meters, analisis SWOT, Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Unila.

## I. PENDAHULUAN

Permasalahan di sebuah gedung di Laboratorium di Perguruan tinggi khususnya di Universitas Lampung, adalah bahwa tidak semua gedung memiliki KWh Meter sendiri [1]. Biasanya KWh meter ditempatkan pada sebuah Gardu distribusi yang mensuplai energi untuk beberapa gedung. Tentu saja hal ini tidak dapat memberikan informasi real konsumsi energi listrik sebuah gedung, apakah sudah hemat, efisien dan lain sebagainya. Untuk itu perlu ada usaha dalam hal untuk mengetahui konsumsi energi listrik ini apakah sudah efisien atau tidak.

Berdasarkan kondisi inilah, maka penelitian ini dimulai dengan membangun sebuah prototype Kwh meter digital yang dapat mengukur konsumsi energi listrik dimana hasil pengukurannya dengan teknologi Internet of Things (IoT) dapat dimonitor dengan memanfaatkan fasilitas internet dan komputer server yang ada di Unila. Untuk mempermudah pembacaan hasil pengukuran, maka data ditampilkan dalam

bentuk grafik pada sebuah halaman web yang dapat diakses melalui semua perangkat gateway yang terhubung dengan jaringan internet.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Monitoring

Pengertian sistem menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah perangkat unsur yang secara sistematis saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas[2]. Sementara monitor adalah sebuah alat yang dirancang untuk melakukan pengawasan, pengontrolan, atau memverifikasi operasi suatu sistem. Sehingga sistem monitoring adalah perangkat yang saling berkaitan sehingga dapat mempunyai kegunaan untuk mengawasi, mengontrol dan memverifikasi operasi suatu sistem yang terbentuk.

Dalam perancangan sistem monitoring harus memiliki perangkat yang berguna untuk pusat pengendalian [2]. Arduino Mega 2560 akan digunakan sebagai pusat pengendalian pada penelitian ini.

### 2.2 Manajemen Energi

Manajemen energi adalah Program yang disusun secara sistematis dalam penggunaan energi dengan melakukan pencatatan, perencanaan, pengawasan dan evaluasi secara kontiniu[3]. Manajemen energi perlu dilakukan dalam rangka konservasi energi . Konservasi energi memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat karena konservasi energi adalah suatu pemanfaatan energi atau sumber daya energi secara rasional dan efisien tanpa harus mengurangi jumlah penggunaan energi[4].

### 2.3 KWh Meter

Salah satu peralatan yang digunakan untuk pengukuran besaran listrik adalah KWh meter, di mana KWh meter ini digunakan untuk mengukur besarnya konsumsi energi listrik. Nilai yang terukur pada KWh dinyatakan dalam satuan KWh (kilowatt-hour). KWh meter digital dapat digunakan pada sistem kelistrikan satu fasa maupun tiga fasa.

Untuk komponen pengukur energi dinyatakan dengan durasi penggunaan KWh meter [5]. Pada KWh meter terdapat

lempengan logam feromagnetic yang memanfaatkan arus mengalir untuk memutarinya, perputaran lempeng tersebut akan diteruskan ke counter dengan roda gigi. Counter ini yang menjadi penampil angka pada KWh meter yang sudah terkalibrasi, sehingga daya listrik 1 Kw selama 1 jam akan tepat memutar counter sebesar 1 KWh[6].

### 2.4 Internet of Things (IoTs)

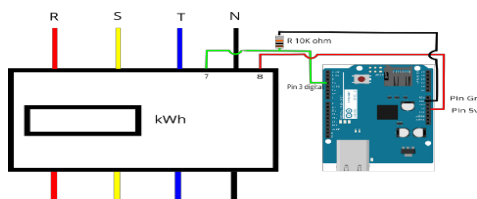
*Internet of Things* merupakan bentuk koneksi suatu perangkat yang saling terhubung dan mampu menghasilkan suatu informasi yang dapat diakses dan digunakan oleh manusia atau sistem lainnya [7]. Teknologi ini sudah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya khususnya dalam rangka monitoring sistem tenaga listrik [8], [9], [10].

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut

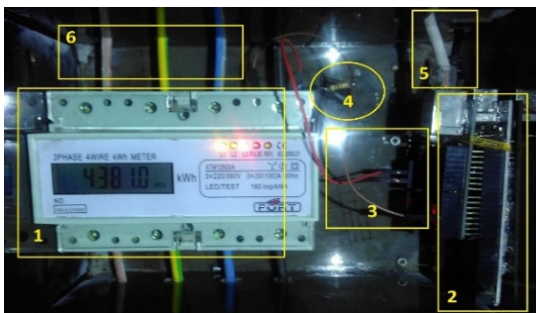
### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan sesuai dengan skema yang ada pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 : Skema Rangkaian yang Digunakan

Berdasarkan skema tersebut selanjut dirancang rangkaian perangkat keras seperti gambar 2 berikut ini :



Gambar 2 : Skema Rangkaian yang Digunakan

Keterangan gambar 2 :

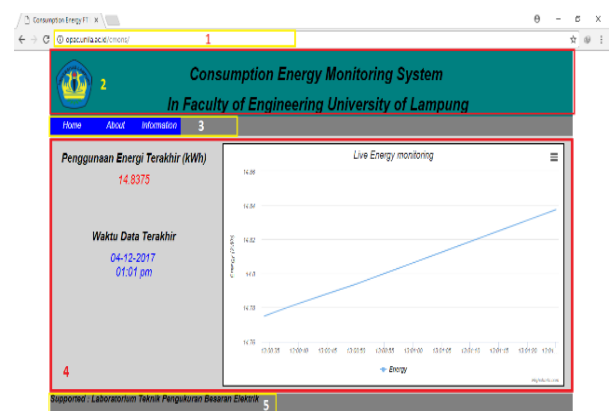
1. KWh meter digital
2. Arduino Mega 2560 dan Ethernet Shield
3. Kabel Penghubung
4. Resistor 10 kΩ
5. Kabel UTP

### 6. Kabel 3 fasa (R,S,T)

Prototype yang dibangun telah di uji dengan membandingkan hasil pengukuran dengan alat ukur standar yang di Laboratorium Teknik Pengukuran Besaran Elektrik. Dari hasil pengujian diperoleh nilai rata rata galat hasil pengukuran adalah 0,276%, yang menunjukkan bahwa pengukuran dengan prototype perangkat keras KWh meter yang dapat ditampilkan melalui web layak digunakan sesuai dengan Standar IEC No. 13B-23.

### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak digunakan untuk menampilkan perubahan penggunaan energi secara real time, tampilan pada web hanya berupa grafik [11]. Berikut ini pada gambar 3 adalah hasil perancangan perangkat lunak.



Gambar 3 : Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Keterangan gambar 3:

- 1 = URL
- 2 = Header
- 3 = Menu
- 4 = Body
- 5 = Footer

Hasil monitoring besarnya konsumsi energi listrik terus mengalami peningkatan. Peningkatan ini mestinya bisa dibuat tidak terlalu signifikan jika penggunaan energi dapat dikelola dengan baik melalui sebuah strategi seperti yang diterapkan pada penelitian ini. Analisis SWOT adalah metode yang digunakan untuk menentukan strategi yang diterapkan tersebut.

### 3.3 Analisis SWOT

#### 3.3.1 Analisis Faktor Internal dan Eksternal

Analisis faktor internal dan eksternal yang dilakukan meliputi kekuatan, kelemahan, peluang, ancaman [12] .

Berikut ini adalah faktor internal dan eksternal yang dibuat dalam bentuk matriks pada Tabel I;

TABLE I. MATRIKS SWOT PADA SOP

		Positif	Negatif
Internal	Kekuatan		Kelemahan
	1	Institusi memiliki alokasi biaya untuk merenovasi peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik.	1 Belum adanya SOP yang diterapkan di gedung Laboratorium Terpadu Teknik Elektro.
	2	Sumber Daya Manusia yang berada di gedung memiliki latar belakang pendidikan yang mengerti tentang energi listrik.	2 Diperlukan waktu yang cukup lama untuk membiasakan penerapan SOP.
	3	Pengetahuan Sumber Daya Manusia tentang hemat energi sangat baik.	3 Diperlukan Pihak yang melakukan pengawasan dan evaluasi terhadap SOP yang sudah diterapkan.
Eksternal	Peluang		Ancaman
	1	Institusi mendukung penghematan biaya tagihan listrik.	1 Diperlukan pembaharuan SOP ketika ada penambahan peralatan yang baru.
	2	Adanya ketetapan SNI yang mengatur dalam pengelolaan penggunaan energi.	2 Perkembangan teknologi yang semakin meningkat.
	3	Keberhasilan dalam menerapkan SOP dapat menjadi contoh untuk Institusi yang lainnya.	3 Kesesuaian Standar yang ada tidak sama dengan kondisi yang sebenarnya.

3.3.2 Sintesa faktor-faktor kekuatan dan kelemahan

Langkah yang digunakan adalah memadukan semua faktor yang diidentifikasi, hasil dari memadukan tersebut dibagi menjadi dua yaitu Internal Factors Analysis Summary (IFAS) dan Eksternal Factors Analysis Summary (EFAS) [12]. Hasil memadukan faktor internal dan eksternal dapat dilihat pada tabel IFAS dan EFAS seperti tabel II di bawah ini.

TABLE II. MATRIKS IFAS

No.	Faktor Strategi	Bobot Faktor (BF)	Nilai Urgensi (NU)	BF X NU
<b>Kekuatan</b>				
1	Institusi memiliki alokasi biaya untuk merenovasi peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik.	0,12	4	0,47
2	Sumber Daya Manusia yang berada di gedung memiliki latar belakang pendidikan yang mengerti tentang energi listrik.	0,21	5	1,03
3	Pengetahuan Sumber Daya Manusia tentang hemat energi sangat baik.	0,24	4	0,94
<b>Jumlah</b>				<b>2,44</b>
<b>Kelemahan</b>				
4	Belum adanya SOP yang diterapkan di gedung Laboratorium Terpadu Teknik Elektro.	0,15	3	0,44
5	Diperlukan waktu yang cukup lama untuk membiasakan penerapan SOP.	0,18	3	0,53
6	Diperlukan Pihak yang melakukan pengawasan dan evaluasi terhadap SOP yang sudah diterapkan.	0,12	3	0,35
<b>Jumlah</b>				<b>1,32</b>

TABLE III. MATRIKS EFAS

No.	Faktor Strategi	Bobot Faktor (BF)	Nilai Urgensi (NU)	BF X NU
<b>Peluang</b>				
1	Institusi mendukung penghematan biaya tagihan listrik.	0,14	4	0,57
2	Adanya ketetapan SNI yang mengatur dalam pengelolaan penggunaan energi.	0,21	4	0,86
3	Keberhasilan dalam menerapkan SOP dapat menjadi contoh untuk Institusi yang lainnya.	0,07	4	0,29
<b>Jumlah</b>				<b>1,71</b>
<b>Ancaman</b>				
4	Diperlukan pembaharuan SOP ketika ada penambahan peralatan yang baru.	0,18	4	0,71
5	Perkembangan teknologi yang semakin meningkat.	0,18	4	0,71
6	Kesesuaian Standar yang ada tidak sama dengan kondisi yang sebenarnya.	0,21	4	0,86
<b>Jumlah</b>				<b>2,29</b>

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Strategi Program Manajemen Energi

Setelah dilakukan sintesa dari faktor-faktor kekuatan dan kelemahan baik faktor internal maupun eksternal yang hasilnya seperti terlihat pada Tabel I,II dan III dengan mempertimbangkan aspek peluang dan ancaman dapat diperoleh nilai skor sebagai berikut :

- a. Titik Sumbu X  
Titik sumbu x dapat diperoleh dengan mengurangi nilai kekuatan (S) dengan nilai kelemahan (W).  
Titik sumbu  $x = S - W = 2,4 - 1,3 = 1,1$
- b. Titik Sumbu Y  
Titik sumbu y dapat diperoleh dengan mengurangi nilai peluang (O) dengan nilai ancaman (T).  
Titik sumbu  $y = O - T = 1,7 - 2,1 = -0,4$

Koordinat Sumbu X (S-W) dan Sumbu Y(O-T) ditetapkan pada diagram analisis SWOT untuk mengetahui strategi manajemen energi yang dapat diterapkan yaitu strategi ST (kekuatan Ancaman) yang digambarkan seperti gambar 4.



Gambar 4 : Kudran Strategi yang diperoleh

Kuadran strategi yang diperoleh adalah kuadran II, di mana SOP ini sangat kuat tetapi tantangan yang dihadapi dalam menerapkan SOP juga sangat besar. Maka perlu ada strategi kekuatan untuk menghadapi strategi ancaman. Berikut Tabel IV adalah strategi yang dilakukan:

TABLE IV. STRATEGI PENERAPAN SOP

	Kekuatan
Ancaman	Memberikan sosialisasi kepada SDM yang sudah mengerti tentang hemat energi dan memiliki latar belakang pendidikan tentang energi listrik dan diharapkan mampu mengantisipasi hal-hal yang dapat menghalangi dalam upaya menghemat penggunaan energi.

#### 4.2 Upaya Penghematan Energi dengan Menerapkan SOP.

Potensi penghematan energi listrik dapat dilakukan dengan berkomitmen menjalankan Standar Operasional Prosedur (SOP) sbb:

##### 4.2.1 SOP pada penggunaan dan perawatan AC

###### 4.2.1.1 Penggunaan

1. Mematikan AC, bila kondisi ruangan tidak dipergunakan,
2. Memastikan pada saat menghidupkan AC tidak ada pintu, jendela, ventilasi yang terbuka,
3. Atur suhu AC 24-27 derajat celcius (0C),
4. Penggunaan kaca film pada jendela ruangan,
5. Gunakan timer untuk mengatur penggunaan AC,
6. Gunakan ceiling fan untuk meratakan suhu ruangan,
7. Hidupkan AC central 30 menit sebelum jam kerja dan unit fan AC dinyalakan 1 jam kemudian.

###### 4.2.1.2 Perawatan

1. Bersihkan AC secara berkala
2. Hindari penempatan outdoor unit AC terkena sinar matahari secara langsung,
3. Refrigerant masih menggunakan R-22 (freon) dengan mengganti menggunakan refrigerant hidrokarbon,
4. Hindari penempatan peralatan elektronik di bawah atau di dekat indoor unit AC,
5. Mengisi freon 6 bulan sekali.

##### 4.2.2 SOP penggunaan dan perawatan lampu

###### 4.2.2.1 Penggunaan

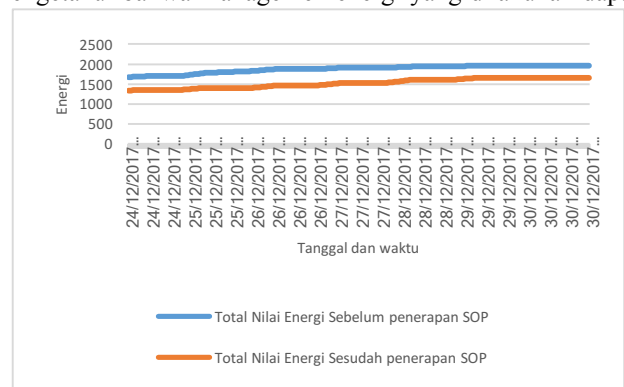
1. Menghidupkan lampu pada saat pencahayaan dirasa kurang memadai,
2. Mematikan lampu pada pukul 23:30 sampai pagi hari, hidupkan kembali apabila dibutuhkan penerangan.
3. Mematikan lampu pada saat ruangan sudah tidak digunakan,
4. Hindari kontrol penerangan pada 1 titik saja bila ruangan yang harus dicakup sangat luas,
5. Gunakan lampu hemat energi,
6. Sesuaikan jumlah titik lampu dan daya (watt),

7. Buka tirai jendela disiang hari agar sinar matahari bisa menerangi ruangan.

###### 4.2.2.2 Perawatan

1. Melakukan pembersihan rumah lampu secara berkala,
2. Mengganti lampu yang sudah mati atau sudah melewati life time,
3. Lebih baik menghindari armatur dalam.

Selanjutnya strategi yang diperoleh dari analisa SWOT ini diterapkan di gedung Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro Unila. Kemudian data hasil pengukuran menggunakan KWh meter yang sudah disimpan di komputer server secara offline dapat dibandingkan seperti pada gambar 5, untuk mengetahui bahwa manajemen energi yang dilakukan dapat



mengurangi konsumsi jumlah hasil konsumsi energi.

Gambar 4 : Grafik Perbandingan sebelum dan setelah diterapkan Manajemen energi

Penerapan strategi manajemen energi yang diperoleh dengan analisis SWOT seperti yang ditampilkan pada grafik pada gambar 4 terlihat dapat mengurangi konsumsi energi listrik di gedung Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro.

Dari pengujian yang dilakukan selama (enam) hari terlihat bahwa strategi ini mampu menghemat konsumsi energi sebesar 310,073 KWh.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Prototype KWh meter digital dapat digunakan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik elektro Unila dengan nilai rata rata gata sebesar 0.276%.
2. Teknologi IoT telah memberikan kemudahan dalam hal memonitoring konsumsi energi listrik secara real time.
3. Dari hasil analisis SWOT yang diterapkan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik elektro Unila, maka strategi pada Kuadran II atau S-T (Kekuatan dan Ancaman) adalah strategi yang paling cocok diterapkan saat ini.

4. Berdasarkan hasil pengujian strategi S-T (Kekuatan dan Acaman) di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik elektro Unila selama enam hari telah mampu menghemat konsumsi energi sebesar 310,073 KWh.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Kemenristekdikti melalui LP2M Unila yang telah mendanai Penelitian Real Time WEB Monitoring dan Estimasi Sistem Kelistrikan dengan Teknologi IOT, dimana penelitian ini adalah salah satu bagiannya.

#### REFERENSI

- [1] Dikpride Despa, dkk “ Laporan Audit Energi Gedung Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik elektro Universitas Lampung” 2016
- [2] M. McRoberts, 2010, “Beginning Arduino : Technology in Action”, New York: Apress.
- [3] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., J. Wahyudi, “Audit Energi Di Bidang Tata Cahaya Untuk Gedung Kampus Bonaventura UAJY” Skripsi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2014.vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [4] F. Hanif, “ Konservasi Energi Listrik Pada Industri Baja Dengan Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Daya Listrik” Skripsi, Universitas Indonesia, 2008.
- [5] Sakti W., Boromeus. 2008.”Analisis Perbandingan Pembacaan kWh Meter Analog dengan kWh Meter Digital pada Ketidakseimbangan Beban”. Universitas Indonesia. Depok.
- [6] F. Reza, Hartono, S. Nurhadiyono, “ Analisa Deviasi KWH Meter Memanfaatkan Aplikasi Android APP TOLE” ITEKS Intuisi Teknologi dan Seni, edisi.7, no.3, November 2015.
- [7] M. .P. dan. T.S., “Implementasi IoT (Internet of Things) Dalam Pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang”, SMARTICS Journal, pp.22-23, Oktober 2015.
- [8] D. Despa, A. Kurniawan, M. Komarudin, Mardiana, G. F. Nama, “Smart Monitoring of Electrical Quantities Based on Single Board Computer BCM2835”, In 2nd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering, pp. 315-320, Indonesia, 2015.
- [9] D Despa , G.F Nama , M.A Muhammad , K Anwar , “The Implementation Internet of Things(IoT) Technology in Real Time Monitoring of Electrical Quantities”, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 335 (2018) 012063 doi:10.1088/1757-899X/335/1/012063.
- [10] Dikpride Despa, Mardiana, Gigi F. N, “Smart Monitoring Data Centre Base on Mini Single Board Computer BCM 2835” *In The 1st Internasional Conference on Science, Technology, and Interdisciplinary Research (IC-STAR)*, Indonesia, 2015.
- [11] Andre & S. Anthony, “Aplikasi Web Dinamis Menggunakan Editor Macromedia Dreamweaver 8 Berbasis Php Dan Mysql Untuk Sistem Kendali Dan Monitoring Ruang”, Semarang, 2010.
- [12] Davi , Fred R., 2006. Manajemen Strategis. Edisi Sepuluh, Penerbit Salemba Empat, Jakarta
- [13] Rangkuti, F. (2006) ‘Reorientasi konsep perencanaan strategis untuk menghadapi abad 21’, in Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis. Jaka