

## STUDI AWAL AUDIT ENERGI PADA GEDUNG PUSAT SAINS TEKNOLOGI BAHAN MAJU – BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

Suyatno, Yana MK, Sairun

Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju – BATAN

Suyatno4787@batan.go.id

### ABSTRAK

STUDI AWAL AUDIT ENERGI PADA GEDUNG PUSAT SAINS TEKNOLOGI BAHAN MAJU – BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL. Telah dilakukan audit energi awal dalam rangka program penghematan energi pada PSTBM – BATAN, dari hasil audit energi awal konsumsi energi listrik satu bulan adalah senilai 41.871,27 kWh. Dengan target nilai Intensitas Konsumsi Energi Gedung PSTBM didapat sebesar 13,56 KWh/m<sup>2</sup>, hasil capaian target IKE tersebut masuk dalam kategori efisien (8.5 – 14 KWh/m<sup>2</sup>) berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012, dan cukup efisien (12.08 s/d 14.58 KWh/m<sup>2</sup>) berdasarkan Standar Kriteria IKE bangunan gedung berdasarkan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2004. Audit energi awal dilaksanakan pada bulan Februari 2017 dengan mengumpulkan terlebih dahulu data historis kemudian melakukan audit energi langsung pada seluruh gedung di PSTBM. Setelah selesai maka data yang didapat dianalisa dan kemudian diperoleh kesimpulan bahwa gedung 40 mengonsumsi energi listrik paling banyak sebesar 29.990,78 kWh/bulan atau sekitar 73 %, dan gedung 41 mengonsumsi energi paling sedikit sebesar 586,85 kWh/bulan atau sekitar 1 %. Kosumsi listrik dari pendingin ruangan adalah paling banyak senilai 74% dari seluruh sektor, maka perlu dilakukan modifikasi pendingin ruangan dengan Teknologi AC yang terbaru menggunakan gas freon jenis R410. Rekomendasi dari program audit energi awal ini adalah dengan melaksanakan audit energi terinci yang akan menghasilkan rekomendasi penghematan energi listrik.

**Kata Kunci :** Audit energi, Penghematan Energi, Intensitas Konsumsi Energi (IKE).

### ABSTRACT

*EARLY STUDY OF ENERGY AUDIT ON THE BUILDING OF SAINS CENTER TECHNOLOGY MATERIALS - NATIONAL NUCLEAR AGENCY. Initial energy audit has been conducted in the framework of energy saving program in PSTBM - BATAN, from the result of initial energy audit of electric energy consumption one month is worth 41.871,27 kWh. With the target of Energy Consumption Intensity of PSTBM Building obtained at 13.56 KWh / m<sup>2</sup>, the achievement target of IKE is categorized as efficient (8.5 - 14 KWh / m<sup>2</sup>) pursuant to Regulation of Minister of Energy and Mineral Resources. 13 in 2012, and quite efficient (12.08 s / d 14.58 KWh / m<sup>2</sup>) based on IKE Criteria Standard building based on the Ministry of National Education Year 2004. The initial energy audit was conducted in February 2017 by collecting historical data and then conducting a direct energy audit on all buildings in PSTBM. After completion, the data obtained were analyzed and then it was concluded that 40 buildings consumed most electricity at 29,990.78 kWh / month or about 73%, and 41 buildings consumed at least 586.85 kWh / month or about 1%. Electrical cooling from air conditioners is 74% of most sectors in total, it is necessary to modify the cooling ruangan with the latest AC technology using R410 type freon gas. The recommendation of this initial energy audit program is to carry out a detailed energy audit that will produce energy saving recommendations electricity.*

**Keywords:** *Energy audit, Energy Saving, Energi Consumption Intensity (IKE).*

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di segala bidang meningkat dengan begitu cepat, kemajuan ini membawa konsekuensi peningkatan kebutuhan akan daya listrik. Dalam sistem kelistrikan estimasi sangat dibutuhkan untuk memperkirakan dengan tepat seberapa besar daya listrik yang dibutuhkan untuk melayani beban dan kebutuhan energi listrik dimasa yang akan datang. Selain faktor teknis, faktor ekonomi juga merupakan faktor terpenting yang perlu diperhitungkan. Kegiatan audit energi merupakan *top down initiative*, yang keberhasilannya sangat bergantung kepada *resources* yang dialokasikan. Dalam banyak

cara, audit energi sama halnya dengan laporan keuangan dan pemeriksaan. Audit energi ini merupakan dokumentasi spesifik atas berbagai bentuk energi yang digunakan selama rentang waktu tertentu – biasanya untuk satu tahun.

Untuk itu pemerintah telah mengeluarkan Instruksi Presiden Nomor 13 Tahun 2011 tentang penghematan energi dan air kepada seluruh aparaturnegara untuk melakukan langkah – langkah dan inovasi penghematan energi dan air di lingkungannya masing – masing (milik Negara ataupun daerah). Dengan berlandaskan instruksi tersebut, pemerintah menetapkan Pedoman Teknis Audit Energi dalam Implementasi Konservasi Energi dan

Pengurangan Emisi CO di Sektor Industri (Fase-1) Kementerian Perindustrian Tahun 2011, serta Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik. Peraturan tersebut bertujuan untuk mengarahkan upaya – upaya dalam optimalisasi energi dan meningkatkan penghematan pemakaian energi listrik secara efisien dan rasional, dan melakukan konservasi energi. Konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya.

Maksud dari kegiatan audit energi ini adalah untuk mengetahui penggunaan energi aktual gedung serta mengetahui pilihan ECO (*Energi Conservation Opportunities*) yang paling tepat, tanpa mengurangi kualitas, tingkat kenyamanan. Sedangkan tujuannya adalah sebagai masukan kepada pemangku kepentingan dalam penentuan kebijakan konsumsi energi (efisiensi energi) suatu gedung dalam kaitannya dengan penyediaan dan pengelolaan energi ke arah yang lebih optimal.

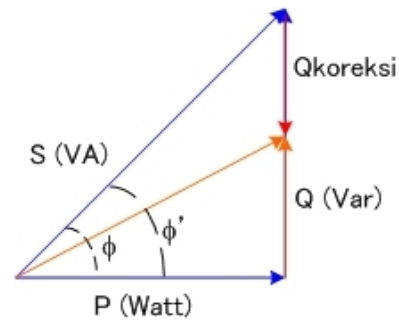
Sebagai upaya nyata proses penghematan energi adalah manajemen energi dan salah satu diantaranya adalah studi awal audit energi. Seperti halnya konsumsi energi listrik di gedung 40,41,42,43 PSTBM, dianggap mempunyai kontribusi yang cukup besar dalam pembayaran tagihan listrik di PSTBM, audit energi merupakan langkah yang tepat untuk dilaksanakan. Adapun kegiatan ini dilakukan pada seluruh ruangan dan area gedung kantor tersebut dengan cara interview dan pengukuran, dimana subyek kajian adalah perangkat konsumsi energi maupun perilaku konsumen sebagai pengguna (*demand*) dan sumber energi sebagai penyedia (*suplay*).

## LANDASAN TEORI

### 1. Energi, Daya dan Faktor Daya

Energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Energi memiliki satuan Joule atau Btu. Sedangkan daya didefinisikan sebagai laju energi yang dibangkitkan atau dikonsumsi [1]. Satuan dari daya adalah Joule/detik atau watt. Maka satuan energi listrik adalah watt-detik atau lebih populer dengan *watt-hour*.

Daya ada 3 macam antara lain daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S). Hubungan antara daya aktif (P) daya reaktif (Q) dan daya semu (S) dapat dilihat pada Gambar 1 :



Gambar 1. Segitiga Daya

Daya aktif (P) digambarkan dengan garis horizontal yang lurus. Daya reaktif (Q) berbeda sudut sebesar  $90^\circ$  dari daya aktif. Sedangkan daya semu (S) adalah hasil penjumlahan secara vektor antara daya aktif dengan daya reaktif.

Hubungan antara daya, tegangan, arus dan faktor daya dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$P = VI \cos \phi \quad \dots (1)$$

Sedangkan energi yang dibutuhkan dapat diukur dengan membandingkan P dan t sesuai dengan rumus

$$W = P.t \quad \dots (2)$$

Keterangan:

P	= daya yang dibutuhkan
(watt)	
V	= tegangan (volt)
I	= arus yang mengalir (ampere)
$\cos \phi$	= faktor daya
W	= energi yang dibutuhkan (joule)
t	= waktu yang dibutuhkan (sekon)

### 2. Beban

#### Penerangan

Intensitas penerangan harus ditentukan di tempat pekerjaan yang akan dilakukan. Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan tergantung pada jenis kegiatan yang dilakukan. Banyaknya cahaya yang dihasilkan oleh suatu lampu disebut fluks luminus dengan satuan lumen. Efisiensi penerangan lampu bertambah dengan bertambahnya daya lampu. Rugi-rugi *ballast* harus ikut diperhitungkan dalam menentukan efisiensi sistem lampu [2].

### 3. Beban AC

Untuk melakukan audit terhadap sistem AC, diperlukan informasi mengenai keadaan sistem, seperti spesifikasi unit, jumlah unit, periode penggunaan. Pada peralatan pendingin (AC) berusia lebih dari 10 tahun,

pemakaian energi akan lebih besar 30-50% dibandingkan dengan peralatan pendingin terkini. Untuk itu, laksanakan program penggantian peralatan pendingin (AC) dengan pendingin hemat energi dengan teknologi terbaru [3].

**4. Definisi Audit Energi**

Audit energi secara sederhana dapat didefinisikan sebagai sebuah proses untuk mengevaluasi di mana sebuah bangunan atau gedung yang menggunakan energi, dan mengidentifikasi peluang untuk mengurangi konsumsi [3].

Audit energi awal merupakan pengumpulan data awal, tidak menggunakan instrumentasi yang canggih dan hanya menggunakan data yang sedia. Dengan kata lain audit energi awal merupakan pengumpulan data dimana, bagaimana, berapa, dan jenis energi apa yang dipergunakan oleh suatu fasilitas. Data ini diperoleh dari catatan penggunaan energi tahun atau bulan sebelumnya pada bangunan dan keseluruhan sistem kelengkapannya. Audit energi awal terdiri dari tiga tahap pelaksanaan yaitu:

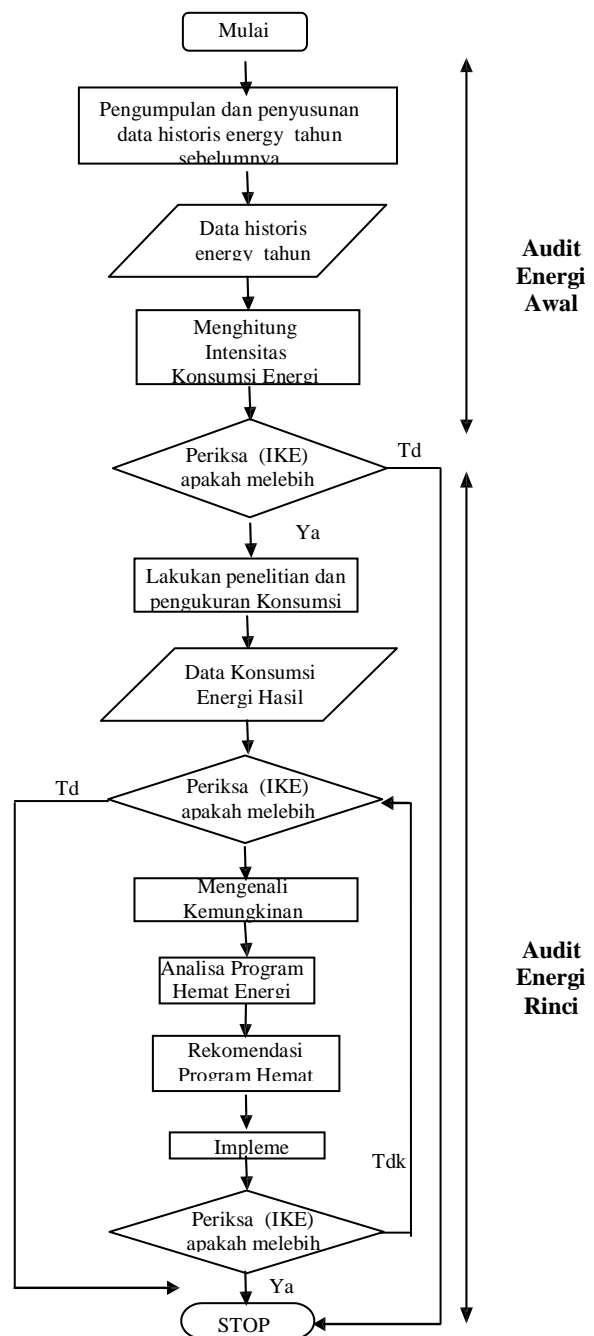
- 1) Melakukan identifikasi berapa jumlah dan biaya energi menurut jenis energi yang dipergunakan oleh bangunan dan kelengkapannya.
- 2) Melakukan identifikasi konsumsi energi per bagian/sistem dari bangunan dan kelengkapannya.
- 3) Mengoreksi masukan energi dan keluaran produksi atau biasa disebut dengan intensitas energi.

Hasil dari audit energi awal berupa langkah-langkah *„housekeeping‘* tanpa biaya atau dengan biaya rendah, dan daftar sumber-sumber pemborosan energi yang nyata. Audit energi memberikan identifikasi tentang perlunya dilakukan audit energi rinci serta ruang lingkupnya.

**5. Konsep Audit Energi**

Audit energi merupakan usaha atau kegiatan untuk meidentifikasi jenis dan besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri/pabrik atau bangunan dan mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Sasaran dari audit energi adalah untuk mencari cara mengurangi konsumsi energi persatuan output dan mengurangi biaya operasi. Adapun

sistematika prosedur audit energi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prosedur Audit Energi [4]

## 6. Parameter Audit Energi

### 6.1 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

IKE listrik merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung per meter persegi per bulan atau pertahun. Nilai IKE ini penting untuk dijadikan tolak ukur dalam menghitung potensi atau energi yang mungkin diterapkan di tiap ruangan atau seluruh area bangunan.

Melalui perbandingan nilai IKE bangunan gedung dengan standar bisa diketahui tingkat efisiensi sebuah ruangan atau keseluruhan gedung dalam proses konservasi energi.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung IKE sebagai berikut :

$$\text{IKE (kWh/m}^2\text{)} = \frac{\text{Total konsumsi energi listrik}}{\text{Luas area}} \quad (3)$$

Untuk menetapkan "target" dalam hal ini digunakan nilai IKE dapat menggunakan Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya dilingkungan Departemen Pendidikan Nasional yang diacu dari Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Tahun 2004 pada Tabel 1, dan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik pada Tabel 2.

Tabel 1. Standar Kriteria IKE bangunan gedung berdasarkan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2004

NO	KRITERIA	Ruang Ber-AC (KWh/m <sup>2</sup> /bulan)	Ruang Tanpa-AC (KWh/m <sup>2</sup> /bulan)
1	Sangat Efisien	4.17 s/d 7.92	0.84 s/d 1.67
2	Efisien	7.92 s/d 12.08	1.67 s/d 2.50
3	Cukup Efisien	12.08 s/d 14.58	-
4	Agak Boros	14.58 s/d 19.17	-
5	Boros	19.17 s/d 23.75	2.50 s/d 3.34
6	Sangat Boros	23.75 s/d 37.75	3.34 s/d 4.17

Tabel 2. Standar Kriteria IKE bangunan gedung berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik

NO	KRITERIA	Gedung Kantor Ber-AC (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)	Gedung Kantor Tanpa AC (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)
1	Sangat efisien	< 8.5	< 3.4
2	Efisien	8.5 – 14	3.4 – 5.6
3	Cukup efisien	14 – 18.5	5.6 – 7.4
4	Boros	> 18.5	> 7.4

Melalui perbandingan nilai IKE bangunan gedung dengan standar bisa diketahui tingkat efisiensi sebuah ruangan atau keseluruhan gedung dalam proses konservasi energi. Selanjutnya, nilai IKE yang dihasilkan akan menentukan apakah sebuah bangunan tergolong sangat efisien, efisien, cukup efisien dan sangat boros.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Suplai Energi Listrik Gedung PSTBM – BATAN

Suplai energi listrik gedung PSTBM – BATAN berasal dari PLN dan genset. Penggunaan energi listrik utama menggunakan listrik yang berasal dari PLN dengan trafo distribusi utama berkapasitas 1.000 kVA. Suplai energi listrik dari PLN digunakan untuk menyuplai seluruh

kebutuhan energi gedung PSTBM – BATAN.

Genset berkapasitas 500 kVA digunakan apabila saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN dan genset akan otomatis akan menyala, begitu sebaliknya ketika suplai energi listrik dari PLN menyala genset akan mati. Namun kejadian pemadaman listrik oleh PLN sangat jarang terjadi. Pemakaian genset sering digunakan setiap perbaikan-perbaikan pada alat atau komponen sistem tenaga listrik.

Suplai energi yang berasal dari PLN dan genset disalurkan ke *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP) yang terletak di gedung 41 – MES. Kemudian dari LVMDP di gedung 41 – MES, daya disalurkan pada gedung 40, 42 dan 43.

### 2. Spesifikasi Gedung PSTBM – BATAN

Berdasarkan pedoman Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2012,

sebelum menghitung intensitas konsumsi energi spesifik, terlebih dahulu menentukan kategori gedung perkantornya, apakah gedung PSTBM – BATAN merupakan gedung perkantoran ber-AC, atau gedung perkantoran tanpa AC,

atau keduanya. Berdasarkan gambar rancang bangunan/*as built drawing* sebagai bahan untuk menghitung luas lantai ber-AC dan tanpa AC per gedung. Berikut adalah data luas lantai gedung 40, 41, 42 dan 43.

Tabel 3. Data luas lantai gedung 40, 41, 42 dan 43

<b>Gedung 40</b>			
Lantai	Luas Total (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Ber-AC (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Tanpa AC (m <sup>2</sup> )
Lantai 1	922.5	866.5	56
Lantai 2	360	197.5	162.5
Lantai 3	40	40	0
Total	1,322.5	1,104	218.5
Persentase (%)	100	83.48	16.52
<b>Gedung 41</b>			
Lantai	Luas Total (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Ber-AC (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Tanpa AC (m <sup>2</sup> )
Lantai 1	171	16	155
Total	171	16	155
Persentase (%)	100	9.35	90.65
<b>Gedung 42</b>			
Lantai	Luas Total (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Ber-AC (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Tanpa AC (m <sup>2</sup> )
Lantai 1	720	486	234
Lantai 2	201.6	172.8	28.8
Total	921.6	658.8	262.8
Persentase (%)	100	71.48	28.52
<b>Gedung 43</b>			
Lantai	Luas Total (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Ber-AC (m <sup>2</sup> )	Luas Lantai Tanpa AC (m <sup>2</sup> )
Lantai 1	300	210	90
Lantai 2	300	210	90
Total	600	420	180
Persentase (%)	100	70	30

Berdasarkan data yang tercantum pada tabel 4, dapat diketahui bahwa gedung 40 – NGH memiliki luas lantai tanpa AC = 16% dan luas lantai ber-AC 83,48%. Untuk Gedung 41 – MES memiliki luas lantai tidak ber-AC = 90,65%. Sedangkan untuk gedung 42 – BSBM memiliki luas lantai tanpa AC = 28,52% dan luas lantai ber-AC = 71,48 %. Untuk Gedung 43 – BTU memiliki luas lantai tanpa AC = 30% dan luas lantai ber-AC = 70%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa total luas gedung PSTBM adalah 3.025,10 m<sup>2</sup> dengan rincian luas gedung yang tidak ber-AC adalah 816,3 m<sup>2</sup> atau 27,07% sedangkan untuk luas gedung ber-AC adalah 2198,8 m<sup>2</sup> atau 72,92%. Maka berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun

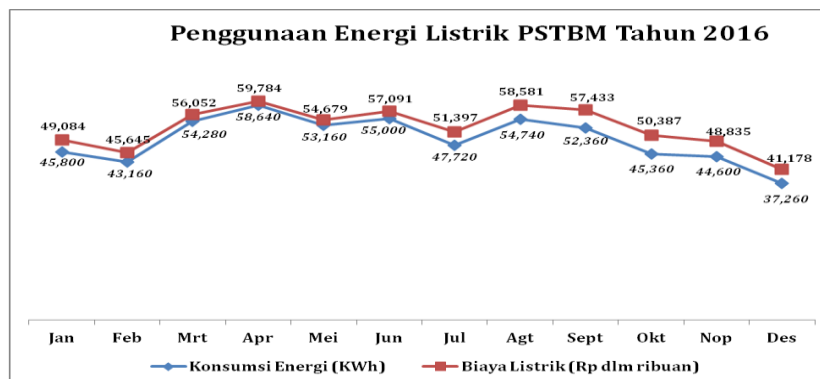
2012, gedung PSTBM masuk dalam kategori gedung perkantoran berAC dan gedung perkantoran tanpa AC.

#### **Pola penggunaan energi listrik**

Dalam pelaksanaan audit energi pada bangunan gedung PSTBM, dilakukan pengambilan data sekunder konsumsi energi dari rekening listrik bulanan pada tahun 2016. Data tersebut diperoleh dari rekening pemakaian energi listrik yang dikeluarkan oleh Kepala Sub Bagian Perlengkapan. Gambar 4. adalah data penggunaan energi listrik pada PSTBM Tahun 2016. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa konsumsi energi listrik gedung tersebut pada tahun 2016 setiap bulan berkisar

antara 37,260 kWh hingga 58,640 kWh atau dengan pemakaian energi rata-rata per bulan mencapai 49,340 kWh dan biaya

energi rata-rata sebesar Rp. 1644,47 per kWh.



Gambar 4. Data penggunaan Energi Listrik PSTBM Tahun 2016

3. Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik

Gedung PSTBM – BATAN

a) Hasil Perhitungan Daya

Dari perolehan data pengukuran arus selama empat hari pada tanggal 2, 7, 8, 9 bulan Februari 2017, dengan satu kali pengukuran pengambilan data diulangi sebanyak 3 kali, pada pukul 10.00-10.30, pukul 11.00-11.30, pukul 13.00-13.30, pukul 14.00-14.30, dan pukul 15.00-15.30, kemudian menghitung daya aktif, semu dan reaktif, dengan menggunakan persamaan berikut [1] :

- 1) Daya Aktif :  $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
- 2) Daya Semu :  $S = \sqrt{3} \times V \times I$
- 3) Daya Reaktif :  $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \phi$

maka dapat disimpulkan rerata total keseluruhan daya yang digunakan per tiap gedung dapat dilihat pada Tabel 4 Data Perhitungan Daya (Rerata) berdasarkan Gedung PSTBM dibawah ini

Tabel 4. Data Perhitungan Daya (Rerata) pada Gedung PSTBM – BATAN pada bulan Februari 2017

Gedung	Daya		
	Aktif (kW)	Semu (kVAR)	Reaktif (VA)
GD 40	65.57	66.23	0.66
GD 41	56.75	57.32	0.57
GD 42	56.81	57.38	0.57
GD 43	48.44	48.93	0.49
<b>Total</b>	<b>227.56</b>	<b>229.86</b>	<b>2.3</b>

Dari perhitungan tersebut, diperoleh total daya keseluruhan sebulan adalah 227.56 kW. Jika jumlah jam kerja (operasional kegiatan) gedung PSTBM – BATAN berlangsung selama 8 jam perhari (pukul 07.00 – 15.00), selama 23 hari efektif bekerja dalam sebulan dengan semua peralatan menyala maka total daya per hari adalah :  $P = 227,56 \times 8 = 1.820,49$  kWh/hari atau sebesar 41.871,27 kWh/bulan. Dari hasil perhitungan tersebut, maka dapat

dihitung IKE per bulan gedung PSTBM adalah :

$$IKE (KWh/m^2) = \frac{41.871,27 \text{ KWh/m}^2}{13,84 (KWh/m^2)} = 3.025,10 \text{ m}^2$$

dapat dikatakan bahwa penggunaan energi listrik pada PSTBM masuk dalam kategori efisien (8.5 – 14 KWh/m<sup>2</sup>) berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012, dan cukup efisien (12.08 s/d 14.58 KWh/m<sup>2</sup>) bangunan gedung



berdasarkan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2004.

#### b) Analisa Beban Lampu Penerangan

Pada Gedung PSTBM terdapat berbagai macam jenis lampu yaitu lampu *Mercuri* sebesar 700 W – hanya ada di Ged 40 – Lab NGH, lampu TL sebesar 40 W, *Downlight Warm White* 25 W. Total seluruh lampu pada gedung PSTBM (Gd 40,41,43) yang masih menggunakan lampu TL sebesar 40 W sebanyak 335 buah, lampu mercury 700W sebanyak 11 buah, yang

menggunakan LHE sebanyak 153 buah dan hanya gedung 42 yang seluruh ruangan sudah menggunakan LHE.

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan pada gedung PSTBM bahwa pemakaian kebutuhan beban lampu adalah 70% yang beroperasi, dengan jam operasional 8 jam yaitu pukul 07.30 – 15.30 selama 23 hari efektif bekerja dalam sebulan, maka dapat diperkirakan total konsumsi energi sebesar pada beban lampu adalah sebesar 5.386,26 kWh, seperti ditampilkan pada table 5 dibawah ini.

Tabel 5. Total Konsumsi Energi Listrik pada Beban Lampu

Gedung	Total Konsumsi Energi Listrik per Hari (kWh)	Total Konsumsi Energi Listrik per Bulan (kWh)
40	188.85	4,343.62
41	0.81	18.52
42	11.69	268.87
43	32.84	755.25
<b>Total</b>	<b>234.19</b>	<b>5,386.26</b>

Beban yang terbesar terdapat pada gedung 40, hal ini dikarenakan laboratorium NGH - Gd 40 masih menggunakan lampu merkuri 700 watt yang terdapat gedung tersebut dari 16 total lampu merkuri baru 5 lampu yang diganti dengan LHE jenis LED.

#### c) Analisa Pendingin Ruangan

Untuk pendingin ruangan pada Gedung PSTBM bahwa seluruh ruangan untuk mengatur suhu ruangan Sesuai standar Nasional Indonesia (SNI) berkisar antara 24<sup>0</sup>C sampai dengan 27<sup>0</sup>C [8] . Dari hasil pengamatan dilapangan suhu yang digunakan rata – rata sebesar 25<sup>0</sup>C. Pada gedung 41 ruang panel listrik dan kapasitor bank, serta lab NGH – gedung 40, beroperasi 24 jam dikarenakan untuk menjaga kestabilan suhu pada kapasitor bank, panel, kabel – kabel penghubung dan tabung pemandu

neutron serta peralatan hamburan neutron agar tidak cepat rusak.

Pemasangan AC konvensional menyebabkan pendinginan tidak merata dan pemborosan energi listrik. PK<sub>AC</sub> yang dibutuhkan pada gedung 40 dan 41 sebesar 201 PK, besarnya kebutuhan PK<sub>AC</sub> ini dikarenakan pada gedung 40 memiliki sekitar 8 AC yang berkapasitas 20 PK. Sedangkan untuk PK<sub>AC</sub> pada gedung 42 sebesar 34,25 PK, dan untuk gedung 43 sebesar 24 PK.

Hasil pengamatan dilapangan kebutuhan beban AC yang beroperasi adalah 85% dengan jam operasional 8 jam yaitu pukul 07.30 – 15.30 selama 23 hari efektif bekerja dalam sebulan. Maka dapat diperkirakan konsumsi energi sebesar 30.338,04 kWh, seperti ditampilkan pada table 6 dibawah ini.

Tabel 6. Total Konsumsi Energi Listrik pada Pendingin Ruangan

Gedung	Total Konsumsi Energi Listrik per Hari (kWh)	Total Konsumsi Energi Listrik per Bulan (kWh)
40	1,050.29	24,156.76
41	24.71	568.33
42	145.19	3,339.30
43	98.85	2,273.64
<b>Total</b>	<b>1,319.05</b>	<b>30,338.04</b>

Beban yang terbesar terdapat pada Gedung 40, hal ini dikarenakan pendingin ruangan pada gedung tersebut memiliki 8 pendingin ruangan yang berkapasitas 20 PK.

**d) Analisa peralatan elektronik lainnya**

Pada Gedung PSTBM terdapat banyak peralatan atau mesin-mesin elektronik penunjang penelitian dari mulai yang berdaya kecil hingga besar seperti komputer, mesin Foto Copy,

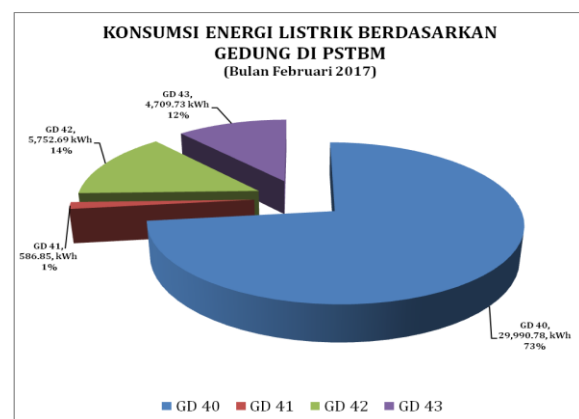
lemari pendingin, televise, dispenser dan lain lain. Rata-rata penggunaan peralatan adalah tentatif tergantung sedang diadakan penelitian atau tidak. Hasil pengamatan dilapangan faktor kebutuhan beban peralatan elektronik lainnya adalah 90% dengan jam operasional 8 jam selama 23 hari efektif bekerja dalam sebulan. Maka dapat diperkirakan konsumsi energi sebesar pada beban peralatan elektronik lainnya sebesar :

Tabel 7 Total Konsumsi Energi Listrik pada peralatan elektronik lainnya

Gedung	Total Konsumsi Energi Listrik per Hari (kWh)	Total Konsumsi Energi Listrik per Bulan (kWh)
40	64.80	1,490.40
42	93.24	2,144.52
43	73.08	1,680.84
<b>Total</b>	<b>231.12</b>	<b>5,315.76</b>

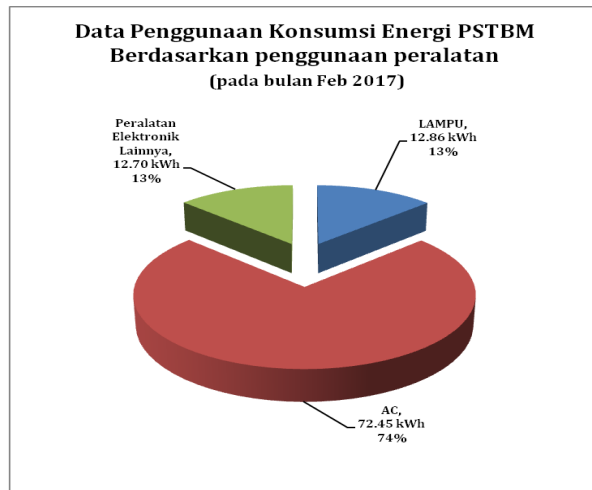
**e) Persentase Konsumsi Energi Listrik menurut sektor**

Konsumsi energi listrik pada Gedung PSTBM didominasi oleh penggunaan pendingin ruangan senilai 30,338.04 kWh, diikuti oleh penerangan 5,386.26 kWh dan peralatan elektronik lainnya 5.315,76 kWh. Penggunaan daya listrik untuk pendingin ruangan pada gedung 40 sebesar 24.156,76 kWh. Dapat dilihat pada Gambar 5 Total Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Gedung dan Gambar 4 Total Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Pemakaian Peralatan



Gambar 5. Total Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Gedung





Gambar 6. Total Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Pemakaian Peralatan

Berdasarkan data jumlah peralatan seperti lampu penerangan, pendingin ruangan dan peralatan elektronik lainnya, maka dapat dihitung konsumsi beban listrik yang terpakai pada masing-masing gedung PSTBM dapat dilihat pada Gambar 4. Total Pemakaian Konsumsi Energi Listrik berdasarkan Gedung, dimana Gedung 40 merupakan pengguna konsumsi listrik terbesar yaitu 29.990,78 KWh/bulan, jika dihitung nilai IKE didapat sebesar 22,5 KWh/m<sup>2</sup>. Kalau dilihat dari nilai target IKE yang digunakan untuk klasifikasi perkantoran berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012, masuk dalam kategori boros (> 18.5 KWh/m<sup>2</sup>), begitu pula jika ditinjau Standar Kriteria IKE bangunan gedung berdasarkan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2004 termasuk boros (19.17 s/d 23.75 KWh/m<sup>2</sup>).

Penggunaan energi listrik yang terbesar pada gedung 40 adalah untuk penggunaan pendingin ruangan yaitu 24,156.76 KWh/bulan, untuk itu perlu dilakukan penghematan energi untuk pendingin ruangan. Berdasarkan data hasil pengecekan lapangan, diperoleh bahwa hampir seluruh AC yang terpasang masih menggunakan teknologi konvensional, kinerja kompresor dikendalikan oleh thermostat dengan aksi kendali ON - OFF dan gas pendingin menggunakan freon jenis R22. Untuk itu perlu dilakukan modifikasi pendingin ruangan dengan Teknologi AC yang terbaru menggunakan gas freon jenis R410 dan pengaturan temperature dikendalikan oleh putaran kompresor dengan aksi kendali Proporsional - Integral - Differensial (PID) yang sepenuhnya dikontrol oleh inverter.

Sebaliknya untuk gedung 41, 42, 43 nilai IKE

masuk dalam kategori sangat efisien baik itu berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 (< 8.5 KWh/m<sup>2</sup>), dan Standar Kriteria IKE bangunan gedung berdasarkan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2004 (4.17 s/d 7.92 KWh/m<sup>2</sup>).

Tetapi jika dilihat secara keseluruhan target nilai IKE pada gedung PSTBM sebesar 13,56 KWh/m<sup>2</sup>, nilai IKE masuk dalam kategori efisien berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 (8.5 - 14 KWh/m<sup>2</sup>), dan cukup efisien berdasarkan Standar Kriteria IKE bangunan gedung berdasarkan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2004 (12.08 s/d 14.58 KWh/m<sup>2</sup>).

## KESIMPULAN

Hasil dari perhitungan target nilai Intensitas Konsumsi Energi Gedung PSTBM sebesar 13,56 KWh/m<sup>2</sup>, masuk dalam kategori efisien (8.5 - 14 KWh/m<sup>2</sup>) berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012, dan cukup efisien (12.08 s/d 14.58 KWh/m<sup>2</sup>) berdasarkan Standar Kriteria IKE bangunan gedung berdasarkan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2004.

Konsumsi energi listrik berdasarkan pengambilan data dan perhitungan pada gedung PSTBM dengan asumsi penggunaan 8 jam perhari (pukul 07.00 - 15.00), selama 23 hari efektif bekerja dalam sebulan dengan semua peralatan menyala, maka total daya per hari adalah :  $P = 227,56 \times 8 = 1.820,49$  kWh/hari atau sebesar 41.871,27 kWh/bulan.

Dimana konsumsi energi listrik paling besar adalah gedung 40 dengan konsumsi energi listrik sebesar 29.990,78 kWh/bulan atau sekitar 73 %. Dan konsumsi energi listrik paling kecil adalah pada gedung 41, dengan konsumsi energi listrik sebesar 586.85 kWh/bulan atau sekitar 1 %.

Sektor yang paling banyak mengonsumsi energi listrik pada gedung PSTBM adalah pendingin ruangan sebesar 30.338,04 kWh/bulan atau sebesar 74%, maka diperlukan dilakukan modifikasi pendingin ruangan dengan Teknologi AC yang terbaru menggunakan gas freon jenis R410, serta penghitungan ulang mengenai kebutuhan pendingin ruangan dengan luas ruangan dan jumlah pegawai yang bekerja diruangan tersebut.

Untuk itu perlu dilakukan Audit energi rinci untuk membuat rekomendasi program manajemen energi di PSTBM.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan kepada Bpk Drs. Gunawan, M.Sc selaku Kepala Pusat Sains Teknologi Bahan Maju, Bpk Uteng Tarmulah selaku Kepala Bidang Keselamatan Kerja dan Keteknikan, Bpk Agus Sunardi, S.ST selaku Ka.Sub Keteknikan, serta teman sejawat Sub Keteknikan yang telah membantu dalam penyusunan makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Zuhail. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, PT Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 1995.
2. Devki Energi Consultancy Pvt. Ltd. *Best Practice Manual Lighting*. Vadodara, 2006.
3. Thumann, Albert, P.E., C.E.M. & William J. Younger, C.E.M. *Handbook Of Energi Audits Sixth Edition*, Georgia: The Fairmont Press, inc, 2003..
4. Badan Standardisasi Nasional. *SNI 03-6196-2000, Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN. (ID): Departemen Pendidikan Nasional, 2000.
5. P. Van Harten. 2002. *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*. Trimitra Mandiri.
6. Dewan Energi Nasional. 2014. *Outlook Energi Indonesia 2014*
7. Pemerintah Republik Indonesia, Instruksi Presiden Nomor 13 Tahun 2011 tentang penghematan energi dan air kepada seluruh aparaturnegara
8. Kementrian ESDM, Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik.
9. Pemerintah Republik Indonesia, Undang Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi.
10. Kementrian ESDM, Peraturan Menteri ESDM Nomor 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi.