

AUDIT ENERGI UNTUK EFISIENSI LISTRIK DI GEDUNG B UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO SEMARANG

Catur Trimunandar¹, Dr. Ir Dian Retno Sawitri, M.T, Herwin Suprijono, ST, M.T.
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang
Jl. Nakula No. 1-5, Semarang 60131

Email : caturtrimunandar@gmail.com, dian@dosen.dinus.ac.id, herwin_suprijono@dosen.dinus.ac.id

Abstrak—Meningkatkan efisiensi energi sangat penting untuk mencapai kelestarian lingkungan. Berdasarkan Inpres No. 10 Tahun 2005 tentang penghematan energi, perlu dilakukan manajemen energi agar penggunaan energi terutama energi listrik menjadi lebih efisien. Manajemen energi dilaksanakan melalui beberapa tahapan, langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan melaksanakan audit energi.

Tahapan yang dilakukan diantaranya survey energi, audit energi awal serta audit energi rinci. Manfaat yang didapatkan setelah melakukan audit energi yaitu mengetahui profil penggunaan energi di Universitas serta mencari peluang penghematan energi agar pemakaian energi lebih efisien. Audit energi merupakan salah satu cara untuk mengetahui apakah tingkat pemakaian energi di Universitas masuk dalam kategori boros atau efisien. Dari hasil audit, diketahui bahwa intensitas konsumsi energi pendingin atau AC Universitas berada di angka 23,10 kWh/m² dan pada pencahayaan pemakaian energi sebesar 25,04 kWh hanya dapat memberikan pencahayaan rata-rata tiap ruang sebesar 114,76 E(lux). Sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah angka tersebut masuk dalam kategori boros.

Berdasarkan hasil tersebut terdapat peluang penghematan energi yang dapat dilakukan Universitas yaitu alternatif penghematan yang direkomendasikan pada Universitas adalah penggantian lampu LED, pemakaian energi sesuai intruksi menteri ESDM No.14 tahun 2012 dan mematikan AC saat jam istirahat.

Kata Kunci : Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Peluang Hematan Energi.

I. PENDAHULUAN

Energi mempunyai peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, pendidikan, dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan, serta merupakan pendukung bagi kegiatan pendidikan nasional. Meningkatkan efisiensi energi sangat penting untuk mencapai kelestarian lingkungan. Cara paling sederhana untuk mengurangi gas rumah kaca dan bentuk lain dari polusi udara seperti hujan asam atau kabut asap [1]. Penggunaan energi di Indonesia meningkat pesat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk. Universitas adalah salah satu lembaga yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energi listrik sebagai operasional. Kebutuhan energi yang tinggi menuntut manajemen Universitas melakukan efisiensi dalam

penggunaannya. Sehingga diperlukan upaya audit energi untuk mencapai tujuan efisiensi energi pada Universitas. Audit energi merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi besarnya konsumsi energi dan mengidentifikasi besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasionalnya, serta mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Oleh karena itu, diperlukan suatu prosedur pencatatan penggunaan energi secara sistematis dan berkesinambungan. Pengumpulan data kemudian diikuti dengan analisa dan pendefinisian kegiatan audit energi yang akan dilaksanakan. Pada bulan Februari dan Maret 2015 Universitas Dian Nuswantoro memerlukan biaya sebesar Rp 250.000.000 – 300.000.000 per bulan untuk operasional kegiatan. Universitas Dian Nuswantoro memiliki empat travo, berikut travo tersebut terletak di depan gedung B dengan kapasitas sebesar 555 KVA, untuk menyuplai listrik untuk gedung A, B, C, D, F dan memiliki *backup* listrik ketika padam sebesar 150 KVA untuk penerangan, dan travo yang terletak pada gedung E memiliki daya 200 KVA dengan *backup* jenset 150 KVA dengan prioritas lantai 1 serta lantai 2 untuk kegiatan *on air*, Gedung G juga memiliki travo sendiri dengan kapasitas 200 KVA dengan backup 200 KVA ketika listrik padam, serta yang baru adalah travo yang terletak pada gedung H dengan kapasitas 600 KVA yang nantinya akan digunakan untuk operasional gedung H serta memiliki backup listrik sebesar 600 KVA jika listrik gedung H padam.

Berdasarkan Inpres No.10 Tahun 2005 tentang penghematan energi, maka perlu dilakukan manajemen energi agar penggunaan energi terutama energi listrik menjadi lebih efisien. Tujuan dari audit energi untuk mengetahui profil penggunaan energi dan peluang penghematan energi sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Namun pada kenyataannya proses audit energi masih jarang diterapkan di Indonesia, terutama bagi gedung-gedung komersial seperti gedung perkantoran, sekolah, universitas, rumah sakit maupun gedung-gedung komersial lainnya [2].

Mengingat Universitas Dian Nuswantoro belum pernah dilakukan audit energi maka penggunaan energi di Universitas Dian Nuswantoro belum bisa dikatakan efisien. Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan audit energi di Universitas Dian Nuswantoro Semarang dengan tujuan untuk mengetahui profil penggunaan energi, dan besarnya Intensitas Konsumsi Energi serta tingkat efisiensi di Universitas Dian Nuswantoro Semarang. Dalam hal ini perlu diadakanya uji sempel beberapa gedung di Universitas Dian Nuswantoro untuk di lakukannya audit energi, gedung B Universitas Dian Nuswantoro merupakan salah satu gedung tertua di

Universitas dan sudah beberapa kali mengalami penggantian atau perubahan denah / ruangan dalam gedung karena disesuaikan dengan kebutuhan perkuliahan, maka gedung B dapat dijadikan tolok ukur dalam kegiatan audit energi dari beberapa gedung di Universitas Dian Nuswantoro Semarang.

II. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Pada tahapan audit energi ini terdapat dua tahap pelaksanaan meliputi audit energi awal dan audit energi rinci yang akan digunakan dalam proses pengambilan data.

Tahap ini merupakan tahap awal dalam audit energi. Adapun data yang diambil pada audit energi ini, yaitu

- Spesifikasi konsumsi energi pada peralatan elektronik.
- Pengukuran setiap ruangan.
- Fungsi ruangan.
- Pengukuran kuat terang cahaya.
- Pengukuran arus pada beban AC.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yaitu membandingkan data konsumsi energi beban yang diperoleh atau diambil dari lapangan dengan nilai standar efisiensi IKE. Jika nilai IKE gedung lebih besar dari nilai standar IKE maka gedung tersebut mengalami permasalahan efisiensi energi maka perlu dilakukan perbaikan dan identifikasi IKE. Cara menghitung IKE sebagai berikut :

$$IKE = \frac{\text{Total KWh}}{\text{Luas Ruang per meter persegi}}$$

C. Identifikasi Intensitas Konsumsi Energi

Proses IKE sendiri dilakukan setelah semua data yang diperlukan telah selesai dilakukan maka analisis energi ini dapat digunakan untuk memahami dan memperbaiki bagaimana, di mana dan bilamana energi digunakan secara efektif dan efisien. Dengan kata lain, audit energi merupakan kegiatan yang dilakukan dengan tujuan mengevaluasi potensi penghematan energi pada suatu operasional [11].

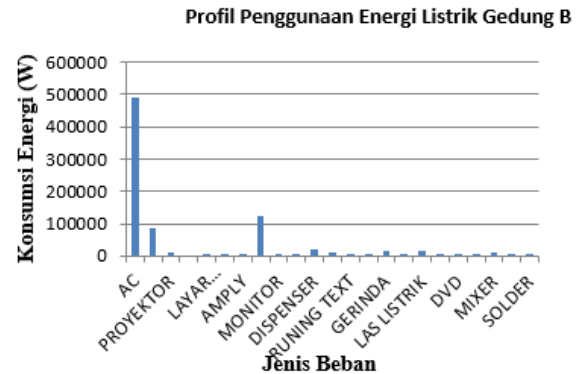
D. Rekomendasi Peluang Hemat Energi

Rekomendasi merupakan usulan atau hasil dari sebuah penelitian dalam hal ini adalah tentang audit energi. Setelah melakukan pengumpulan data, identifikasi penggunaan energi, identifikasi standar IKE maka dapat diperoleh data total pemakaian energi, jadi dari data tersebut dapat dijadikan sebagai dasar untuk menentukan rekomendasi PHE.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Audit Energi Awal

Dalam audit energi awal, informasi yang dihasilkan yaitu gambaran mengenai penggunaan konsumsi energi listrik pada peralatan elektronik atau beban yang ada pada gedung B Universitas Dian Nuswantoro dengan mencatat pemakaian peralatan elektronik yang ada pada setiap ruangan dan pada setiap lantainya. Berikut profil penggunaan konsumsi energi dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Profil Penggunaan Energi

B. Audit Energi Rinci

Dari hasil audit energi awal dapat diketahui bahwa pemakaian energi paling besar di Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang adalah pemakaian daya pada AC, komputer dan lampu, dikarenakan pengukuran intensitas konsumsi energi berdasarkan luas ruangan pada gedung maka audit energi rinci ini diprioritaskan pada AC dan lampu. Audit energi rinci ini mengukur standar intensitas konsumsi energi AC dan lampu yang telah ditetapkan di Indonesia dengan pemakaian konsumsi energi yang ada pada Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang.

1. Perhitungan Beban Penahayaan

Berikut adalah Perhitungan standar pencahayaan lantai satu berdasarkan luas ruangan serta fungsi ruangan yang digunakan sebagian besar untuk kebutuhan kerja yaitu untuk membaca, menulis dan mengetik atau termasuk dalam kategori (D). Perbandingan standar pencahayaan tiap lantai dapat dilihat pada berikut ini.

Tabel 1. Perbandingan pencahayaan lante 1

No.	Ruangan	Standar		Lapangan		Luas (m2)
		KWh	E (lux)	KWh	E (lux)	
1	Biro Kerjasama	1,82	300	1,26	135	30
2	Kantor Penjamin Mutu	1,82	300	1,9	120	30
3	Ruang Rapat	2,18	300	3,62	150	36
4	LP2M	4,68	300	2,83	170	54
5	Humas Media Center	1,82	300	2,07	210	30
6	Selasar B1	2,18	150	3,57	75	64
7	Speed Up	0,18	300	0,79	220	8
8	Lobi Depan B1	1,09	150	2,57	400	64
9	Toilet	0,18	75	0,15	75	12
Total		15,96	241,67	18,76	172,78	

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa penggunaan lampu dilantai 1 rata-rata pencahayaan setiap ruangan adalah 172,78 E(lux) dengan konsumsi daya 18,76 kWh, atau dibawah nilai standar 241,67 E(lux) dengan daya rata-rata 15,96 kWh, maka pencahayaan pada lantai 1 masih kurang terang untuk ruangan pembelajaran. Ruang Humas Media Center adalah ruang yang efisien untuk kategori B karena nilai pencahayaannya 210 dan toilet pada lantai 1 juga efisien untuk kategori B dengan nilai pencahayaan 75, namun dalam konsumsi daya energi yang digunakan masih di atas standar atau cukup boros, serta kategori C yaitu Lobi Depan Gedung B Universitas Dian Nuswantoro dapat dikatakan terang karena mendapatkan sinar matahari dalam waktu siang dan lampu penerangan dengan nilai pencahayaan 400.

Tabel 2. Perbandingan pencahayaan lantai 2

No.	Ruangan	Standar		Lapangan		Luas (m ²)
		KWh	E (lux)	KWh	E (lux)	
1	TU	1,82	300	1,55	130	30
2	Ormawa	0,55	250	0,94	150	10
3	B.2.1	3,12	300	3,15	150	85
4	B.2.2	1,82	300	3,27	154	35
5	B.2.3	5,98	300	4,96	140	81
6	B.2.4	2,18	300	2,71	150	35
7	WC1	0,09	75	0,25	50	2
8	WC2	0,09	75	0,25	50	2
9	Mushola	0,09	75	0,24	60	9
10	Selasar	4,19	150	3,77	90	80
Total		19,93	212,5	21,10	112,4	

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa penggunaan lampu dilantai 2 rata-rata pencahayaan setiap ruangan adalah 112,4 E(lux) dengan konsumsi daya 21,10 kWh, atau dibawah nilai standar 212,5 E(lux) dengan daya rata-rata 19,93 kWh, maka pencahayaan pada lantai 2 masih kurang terang untuk ruangan pembelajaran. Pada lantai 2 ruang Mushola dan toilet (WC1) (WC2) adalah ruang yang efisien untuk kategori B karena nilai pencahayaan pada batas minimal yaitu 50, namun dalam konsumsi daya energi yang digunakan masih di atas standar.

Tabel 3. Perbandingan pencahayaan lantai 3

No.	Ruangan	Standar		Lapangan		Luas (m ²)
		KWh	E (lux)	KWh	E (lux)	
1	Lab.Analog	2,18	300	2,02	120	36
2	R.Dekan	3,64	300	1,55	141	48
3	Lab.Simulasi	1,64	300	1,19	70	27,5
4	Lab.Digital	1,27	300	0,95	105	24
5	Lab.Instrumen	2,37	300	1,90	120	36
6	R.Dosen	3,09	300	4,47	130	40
7	R.kord Lab	0,55	300	1,01	93	13,5
8	WC 1	0,09	75	0,25	50	4
9	WC 2	0,09	75	0,25	50	4
10	Selasar	1,00	100	3,53	40	18
Total		15,93	235	17,12	91,9	

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa penggunaan lampu dilantai 2 rata-rata pencahayaan setiap ruangan adalah 112,4

E(lux) dengan konsumsi daya 21,10 kWh, atau dibawah nilai standar 212,5 E(lux) dengan daya rata-rata 19,93 kWh, maka pencahayaan pada lantai 2 masih kurang terang untuk ruangan pembelajaran. Pada lantai 2 ruang Mushola dan toilet (WC1) (WC2) adalah ruang yang efisien untuk kategori B karena nilai pencahayaan pada batas minimal yaitu 50, namun dalam konsumsi daya energi yang digunakan masih di atas standar.

Tabel 4. Perbandingan pencahayaan lantai 4

No.	Ruangan	Standar		Lapangan		Luas (m ²)
		kWh	E (lux)	kWh	E (lux)	
1	Lab. Ergonomi	2,37	300	2,59	144	36
2	Lab. Design Produk	3,12	300	2,07	123	42
3	Lab. Robotik	2,55	300	3,10	138	35
4	B. 4.1	3,90	300	2,87	150	55
5	Dapur	0,36	100	0,52	110	18
6	WC 1	0,09	75	0,14	51	6
7	WC 2	0,09	75	0,14	51	6
8	Selasar	1,64	100	0,87	89	45
Total		14,12	193,75	12,29	107	

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa penggunaan lampu dilantai 4 rata-rata pencahayaan setiap ruangan adalah 107 E(lux) dengan konsumsi daya 12,29 kWh, atau dibawah nilai standar 193,75 E(lux) dengan daya rata-rata 14,12 kWh, maka pencahayaan pada lantai 4 masih kurang terang untuk ruangan pembelajaran. Pada lantai 4 ruang Dapur adalah ruang yang efisien untuk kategori B karena nilai pencahayaannya 110 maka nilai pencahayaannya dapat dikatakan standar, namun dalam konsumsi energi yang digunakan masih di atas standar.

Tabel 5. Perbandingan pencahayaan lantai 5

No.	Ruangan	Standar		Lapangan		Luas (m ²)
		KWh	E (lux)	KWh	E (lux)	
1	Kantor BC	1,638	300	4,788	132	30
2	Selasar	1,092	300	1,512	66	30
3	Studio	5,278	300	5,88	160	90
4	MCR	0,728	300	2,016	120	15
5	Property	2,73	100	2,016	51	20
6	Gudang	0,546	75	1,26	48	28
7	Toilet	0,364	75	1,008	51	15
Total		12,38	207,14	18,48	89,714	

Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa penggunaan lampu dilantai 5 rata-rata pencahayaan setiap ruangan adalah 89,71 E(lux) dengan konsumsi daya 18,48 kWh, atau dibawah nilai standar 207,14 E(lux) dengan daya rata-rata 12,38 kWh, maka pencahayaan pada lantai 5 masih kurang terang untuk ruangan pembelajaran. Pada lantai 5 ruang properti, gudang, toilet adalah ruang yang efisien untuk kategori B karena nilai pencahayaannya lebih dari 50, tetapi dalam konsumsi daya energi yang digunakan masih di atas standar maka dapat dikategorikan kedalam kategori boros.

Tabel 6. Rata-rata IKE penerangan per tahun

Fakultas	Lantai	Standar / thn		Lapangan / thn	
		KWh/m	E (lux)	KWh /m	E (lux)
Teknik	Lantai 1	16,74	241,67	21,38	172,78
	Lantai 2	17,77	212,50	26,71	112,40
	Lantai 3	19,22	235,00	26,35	91,90
	Lantai 4	16,68	193,75	16,05	107,00
	Lantai 5	19,46	207,14	34,74	89,71
Rata-rata		17,97	218,01	25,04	114,76

Dari tabel 5 dapat disimpulkan bahwa rata-rata penggunaan energi listrik pada Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang masih dibawah standar pencahayaan SNI 03-6196-200 karena dengan total IKE 25,54 kWh/m² per tahun memberikan pencahayaan rata-rata tiap ruang sebesar 114,76 E(lux) . Sedangkan standarnya yaitu dengan total IKE 17,97 kWh/m² per tahun memberikan pencahayaan rata-rata tiap ruang sebesar 218,01 E(lux).

2. Perhitungan Beban Pendingin

Perhitungan standar kebutuhan AC Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang di dapat dari perhitungan luas ruangan serta menentukan setiap ruangan berinsulasi / tidak. Hasil perhitungan standar IKE AC tiap ruangan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. IKE AC lantai 1

no	Nama Ruang	Itensitas Konsumsi Energi Efisien (7,92-12,08)		
		Lapangan (kWh/bln)	Standar	rekomendasi (kWh/bln)
1	LPMP	12,23	12,08	8
2	Humas Media Center	13,2	12,08	8,8
3	Kantor Penjamin Mutu	21,6	12,08	8,8
4	Biro Kerja Sama	23,04	12,08	8,8
5	Ruang Rapat	27,38	12,08	7,33
Rata-rata		19,49		8,35

Dari tabel 7 dapat diketahui bahwa penggunaan IKE AC pada lantai 1 dapat di kategorikan boros karena total IKE rata-rata sebesar 19,49 kWh/m² per bulan, sedangkan pada standar IKE ruang ber AC Efisien adalah sebesar 7,92- 12,08. Pemborosan terbesar terdapat pada ruang rapat mencapai 27,38 kWh/m² per bulan . Sedangkan standar rekomendasi yang dilakukan nilai rata-rata IKE AC 8,35 kWh/m² per bulan, maka dapat dikategorikan kedalam kategori efisien. Maka sangat direkomendasikan bagi lantai 1 untuk penghematan energi.

Tabel 8. IKE AC lantai 2

no	Nama Ruang	Itensitas Konsumsi Energi Efisien (7,92-12,08)		
		Lapangan (kWh/bln)	Standar	rekomendasi (kWh/bln)
1	R.TU	26,11	12,08	15,36
2	B.2.1	9,95	12,08	6,21
3	B.2.2	30,00	12,08	26,33
4	B.2.3	17,91	12,08	17,07
5	B.2.4	20,72	12,08	13,17
Rata-rata		20,94		15,63

Dari tabel 8 dapat diketahui bahwa penggunaan IKE AC pada lantai 2 dapat di kategorikan boros karena total IKE rata-rata sebesar 20,94 kWh/m² per bulan, sedangkan pada standar IKE ruang ber AC Efisien adalah sebesar 7,92- 12,08. Pemborosan terbesar terdapat pada ruang B2.2 mencapai 30.00 kWh/m² per bulan . Sedangkan standar rekomendasi yang dilakukan nilai rata-rata IKE AC 15,63 kWh/m² per bulan, Maka sangat direkomendasikan bagi lantai 2 untuk penghematan energi.

Tabel 9. IKE AC lantai 3

no	Nama Ruang	Itensitas Konsumsi Energi Efisien (7,92-12,08)		
		Lapangan (kWh/bln)	Standar	rekomendasi (kWh/bln)
1	R.Dosen	35,65	12,08	11,52
2	R.Dekan	10,71	12,08	9,60
3	Lab.Digital	15,81	12,08	5,50
4	Lab.Instrumentasi	21,08	12,08	7,80
5	Lab.Simulasi Bisnis	14,68	12,08	4,80
6	Lab Analog	11,21	12,08	7,80
7	Kantor Kepala Lab.	49,07	12,08	5,69
Rata-rata		22,60		7,53

Dari tabel 9 dapat diketahui bahwa penggunaan IKE AC pada lantai 3 dapat di kategorikan boros karena total IKE rata-rata sebesar 22,60 kWh/m² per bulan, sedangkan pada standar IKE ruang ber AC Efisien adalah sebesar 7,92- 12,08. Pemborosan terbesar terdapat pada ruang kantor kepala lab mencapai 49,07 kWh/m² per bulan . Sedangkan standar rekomendasi yang dilakukan nilai rata-rata IKE AC 7,53 kWh/m² per bulan, maka dapat dikategorikan kedalam kategori efisien. Maka sangat direkomendasikan bagi lantai 3 untuk penghematan energi.

Tabel 10. IKE AC lantai 4

no	Nama Ruang	Itensitas Konsumsi Energi Efisien (7,92-12,08)		
		Lapangan (kWh/bln)	Standar	rekomendasi (kWh/bln)
1	Lab. Design Produk	18,88	12,08	7,33
2	Lab. Ergonomi	43,36	12,08	6,29
3	Lab. Robotik	22,30	12,08	7,54
4	B. 4.1	26,90	12,08	9,60
Rata-rata		27,86		7,69

Dari tabel 10 dapat diketahui bahwa penggunaan IKE AC pada lantai 5 dapat di kategorikan sangat boros karena total IKE rata-rata sebesar 27,86 kWh/m² per bulan, sedangkan pada standar IKE ruang ber AC Efisien adalah sebesar 7,92-12,08. Pemborosan terbesar terdapat pada lab ergonomi mencapai 43,36 kWh/m² per bulan . Sedangkan standar rekomendasi yang dilakukan nilai rata-rata IKE AC 7,69 kWh/m² per bulan, maka dapat dikategorikan kedalam kategori efisien. Maka sangat direkomendasikan bagi lantai 4 untuk penghematan energi.

Tabel 11. IKE AC lantai 5

no	Nama Ruang	Intensitas Konsumsi Energi Efisien (7,92-12,08)		
		Lapangan (kWh/bln)	Standar	rekomendasi (kWh/bln)
1	R. MCR	27,6	12,08	5,12
2	Studio	30	12,08	20,48
3	Kantor Broadcasting	26,25	12,08	4,4
Rata-rata IKE		27,95		10

Dari tabel 11 dapat diketahui bahwa penggunaan IKE AC pada lantai 5 dapat di kategorikan sangat boros karena total IKE rata-rata sebesar 27,95 kWh/m² per bulan, sedangkan pada standar IKE ruang ber AC Efisien adalah sebesar 7,92-12,08. Pemborosan terbesar terdapat pada ruang studio rapat mencapai 30 kWh/m² per bulan . Sedangkan standar rekomendasi yang dilakukan nilai rata-rata IKE AC 10 kWh/m² per bulan, maka dapat dikategorikan kedalam kategori efisien. Maka sangat direkomendasikan bagi lantai 5 untuk penghematan energi.

Tabel 12. IKE AC per tahun

Fakultas	Lantai	Intensitas Konsumsi Energi Efisien (7,92-12,08)	
		Lapangan (kWh/thn)	Standar(kWh/thn)
Teknik	Lantai 1	230,90	100,16
	Lantai 2	251,28	187,53
	Lantai 3	271,20	90,36
	Lantai 4	334,26	92,29
	Lantai 5	335,40	120,00
Rata-rata IKE		284,61	118,07

Dari tabel 12 Tabel rata-rata IKE/m² per bulan dapat disimpulkan bahwa rata-rata penggunaan energi listrik pada Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang dapat dikategorikan boros, karena nilai IKE rata-rata sebesar 23,10 kWh/m² per bulan atau 284,61 kWh/m² per tahun, Sedangkan standar nilai IKE pada bangunan ber AC adalah 12,08 kWh/m² per bulan, dengan melihat standar literatur yaitu dengan konsumsi energi sebesar 9,72 kWh/ m² per bulan,. Maka dengan konsumsi energi yang lebih sedikit serta tidak mengurangi dalam kenyamanan belajar, maka konsumsi energi pada pendingin ruangan bisa dihemat serta efisien dalam penggunaan energinya sesuai peraturan ESDM no14 tahun 2012.

Jadi jika di total IKE Gedung B Universitas Dian Nuswantoro untuk sistim pendingin sebesar 284,61 kWh/m²

per tahun dan penerangan sebesar 25,04 kWh/m² per tahun maka total IKE dalam satu tahun adalah 309,65 kWh/m² per tahun sedangkan setandar untuk gedung pendidikan yaitu 280 kWh/m² per tahun.

3. Rekomendasi dan Penghematan Energi

Setelah melakukan audit energi serta pengujian dan pengamatan pada ruangan di gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang, maka peluang penghematan energi (PHE) yang direkomendasikan adalah sebagai berikut :

a. Untuk mencapai standar penerangan pada kategori kerja (D) maka pada ruangan perlu dilakukan penambahan lampu supaya dapat mencapai standar penerangan yang telah ditetapkan, untuk pemilihan jenis lampu mempertimbangkan pada lampiran 2. Dengan menambah jumlah lampu TLD untuk mencapai pencahayaan standar maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Perbandingan kWh Pencahayaan

Lantai	Intensitas Kuat Terang Cahaya					
	Standar		Aktual		Rekomendasi	
	KWh	E (lux)	KWh	E (lux)	KWh	E (lux)
Lantai 1	15,964	241,6667	18,78	167,2222	11,55	217,2222
Lantai 2	19,929	212,5	21,10	112,4	20,53	182,5
Lantai 3	15,925	235	17,12	91,9	27,83	205
Lantai 4	14,118	207,1429	20,71	102,4286	18,66	185,7143
Lantai 5	12,376	207,1429	18,93	89,71429	21,53	165,7143
Total KWh	78,312		96,61		102,84	
Rata-rata Pencahayaan		220,6905		114,76		191,2302

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa jumlah total kWh setelah penambahan jumlah lampu meningkat menjadi 102,84 kWh atau meningkat 6,23 kWh dengan yang ada dilapangan (data aktual) serta kuat terang cahaya rata-rata sebesar 191,23 E(lux), perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.6. Dengan life time lampu selama 23.000 jam, maka selain memanfaatkan beban pencahayaan yang sudah terpasang dan sedikit melakukan pembongkaran pada tiap ruangnya serta dalam perhitungan secara ekonomis jumlah biaya yang dikeluarkan dapat diperkirakan sebagai berikut :

Total penambahan jumlah lampu sebanyak

Lampu TLD /18w = 81 lampu

Lampu LHE/10w = 62 lampu

Harga satuan lampu jenis

Lapu TLD /18w = 11.000

Lapu LHE/10w = 26.500

Maka biaya yang harus dikeluarkan untuk penambahan lampu lampu sebesar Rp 891.000 + Rp. 1.643.000 = Rp 2.534.000.

- b. Dengan memanfaatkan cahaya matahari serta penggantian lampu dengan menggunakan LED maka dapat memberikan alternatif penghematan energi untuk gedung tersebut, selain hemat dalam konsumsi energi, lampu LED juga memberikan jaminan garansi yang jauh lebih lama dan dengan lumen yang jauh lebih terang dibandingkan lampu TLD, untuk pemilihan jenis lampu mempertimbangkan pada lampiran 2 berikut adalah perhitungan konsumsi daya dan kuat terang cahaya yang disarankan :

Tabel 13. Perbandingan kWh Pencahayaan

Lantai	Intensitas Kuat Terang Cahaya					
	Standar		Aktual		Rekomendasi	
	KWh	E (lux)	KWh	E (lux)	KWh	E (lux)
Lantai 1	15,964	241,6667	18,78	167,2222	13,572	217,2222
Lantai 2	19,929	212,5	21,10	112,4	16,289	182,5
Lantai 3	15,925	235	17,12	91,9	11,869	205
Lantai 4	14,118	207,1429	20,71	102,4286	10,92	185,7143
Lantai 5	12,376	207,1429	18,93	89,71429	9,282	165,7143
Total KWh	78,312		96,61		71,07	
Rata-rata Pencahayaan		220,6905		114,76		191,2302

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa jika penggantian lampu LED direalisasikan maka dalam satu hari kita dapat menghemat daya sebesar 25,54 kWh, perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.7. Maka dalam satu bulan penghematan yang dilakukan sebesar 766,26 kWh dengan *Tariff Adjustment* per kWh Rp. 1.524,24 maka penghematan dalam satu bulan senilai dengan Rp. 1.167.964,14 jadi jika benar direalisasi penggantian lampu LED maka instansi akan memperoleh keuntungan dan kembali modal dalam 2 tahun 4 bulan, serta lampu tersebut masih bergaransi selama 12 tahun 6 bulan maka berikut perhitungannya :

Biaya yang di perlukan dalam penggantian lampu TLD menjadi lampu LED adalah sebagai berikut :
Total penggantian jumlah lampu sebanyak :

$$\begin{aligned} \text{Lampu Led bulb /14 W} &= 226 \text{ lampu} \times \text{Rp } 95.000 \\ \text{Lampu Led bulb /20W} &= 73 \text{ lampu} \times \text{Rp } 135.000 \\ \text{Lampu Led bulb /7W} &= 20 \text{ lampu} \times \text{Rp } 45.000 \end{aligned}$$

Maka biaya yang dikeluarkan untuk penggantian lampu sebanyak Rp. 32.225.000

$$\frac{\text{Total Biaya Penggantian}}{\text{Penghematan per bulan}} = \frac{\text{Rp.32.225.000}}{\text{Rp.1.167.964,14}} = 27,59$$

Jadi total biaya penggantian yang digunakan untuk penggantian lampu hemat energi akan kembali pada bulan ke 28 dan masih memiliki jaminan garansi lampu 12 tahun 6 bulan.

- c. Dengan adanya peraturan menteri ESDM No.14 tahun 2012 yang mengintruksikan pemakaian pendingin ruangan dinyalakan satu jam setelah kegiatan dalam ruangan dimulai dan dimatikan satu jam sebelum kegiatan berakhir, dengan asumsi kegiatan kampus dimulai jam 07.00 dan berakhir jam 17.00, maka perhitungan konsumsi energi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 14. konsumsi daya AC rekomendasi 3

Fakultas	Lantai	Konsumsi Daya AC (kWh)	
		Terpasang	Rekomendasi
Teknik	Lantai 1	109,08	72,72
	Lantai 2	152,4	101,6
	Lantai 3	154,66	103,12
	Lantai 4	164,52	109,92
	Lantai 5	126	84
Total kWh		706,66	471,36

Dari tabel 14 di atas dapat diketahui bahwa jika peraturan menteri ESDM No.14 tahun 2012 dilakukan dengan baik maka dalam satu hari instansi dapat menghemat sebesar 235,3 kWh, Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran 6.6 dan lampiran 6.7. Maka dalam satu bulan dapat menghemat sebesar 7059 kWh, dengan harga per kWh adalah Rp. 1.524,24 maka senilai dengan Rp. 10.759.610,16. Tetapi dalam standar Intensitas Konsumsi Energi masih dikategorikan agak boros dengan nilai 16,253 kWh/m² per Bln.

- d. Berdasarkan peraturan menteri ESDM No.14 tahun 2012 dan dengan berdasarkan jadwal mata kuliah yang dirata-rata penggunaan kelas selama satu Minggu maka pada setiap ruangnya peluang penghematan energi pada sistem pendingin adalah dengan cara menyalakan satu jam setelah kegiatan berlangsung dan mematikan satu jam sebelum kegiatan belajar berlangsung serta pada jam istirahat AC harus dimatikan maka berikut perhitungan penghematannya :

Tabel 15. konsumsi daya AC rekoendasi 4

Fakultas	Lantai	Konsumsi Daya AC (kWh)	
		Terpasang	Rekomendasi
Teknik	Lantai 1	109,08	72,72
	Lantai 2	152,4	92,74
	Lantai 3	154,66	91,84
	Lantai 4	164,52	91,92
	Lantai 5	126	69,6
Total kWh		706,66	418,82

Dari tabel 4.20 di atas dapat diketahui jika penggunaan sistem pendingin dilakukan sesuai peraturan menteri ESDM

No.14 dan pada waktu jam istirahat penggunaan AC dimatikan maka dalam satu hari instansi dapat menghemat sebesar 287,84 kWh, perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran 6.8. Maka dalam satu bulan dapat menghemat sebesar 8635,2 kWh, dengan harga per kWh adalah Rp. 1.524,24 maka senilai dengan Rp. 13.162.117,248. Serta standar Intensitas Konsumsi Energi dikategorikan dalam kategori cukup efisien dengan nilai 14,639 kWh/m² per Bln.

IV. KESIMPULAN

Dari pengambilan data secara langsung maupun secara literatur serta pengolahan data efisiensi energi pada gedung B Universitas Dian Nuswantoro maka penggunaan Intensitas Konsumsi Energi disimpulkan sebagai berikut :

1. Rata-rata penggunaan energi listrik untuk penerangan ruang pada Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang belum memenuhi standar pencahayaan karena dengan pemakaian energi 25,54 kWh/m² tahun hanya dapat memberikan pencahayaan rata-rata tiap ruang sebesar 114,76 E(lux). Sedangkan standar penerangan minimal 200 E(lux).
2. Penggunaan energi listrik untuk pendingin ruangan rata-rata sebesar 23,10 kWh/m² per bulan, maka Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang dapat dikategorikan boros sesuai standar SNI 03-6196-2000 dalam pemakaian energi listrik untuk sistem pendingin. Karena standar penggunaannya sistem pendingin 12,08 kWh/m² per bulan
3. Rekomendasi penghematan yang ditawarkan Universitas Dian Nuswantoro Semarang, yaitu:
 - a) Penggantian lampu LED karena dengan penggantian lampu LED setiap bulan instansi dapat menghemat 766,26 kWh.
 - b) Dengan pemakaian energi sesuai instruksi menteri ESDM No.14 tahun 2012. Maka setiap bulan instansi dapat menghemat sebesar 7059 kWh.
 - c) Mematikan AC saat jam istirahat. Dengan mematikan AC pada saat jam istirahat maka dalam satu bulan instansi dapat menghemat sebesar 8635,2 kWh.

Dengan demikian, penggunaan energi listrik Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang masih belum efisien, maka cara yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan penghematan energi serta manajemen energi kemudian mengimplementasikan peluang hemat energi sesuai yang telah direkomendasikan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] Prashanth, M. 2014. A Multi Faceted Approach To Energy Conservation In Foundries.
- [2] [2] Badan Standardisasi Nasional. 2000. Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung. SNI 03-6196-2000.
- [3] [3] P. Loganathuraia, S. Parthasarathy, S. Selvakumaranc, Dr. V. Rajasekarand. "Energy Conservation Measures in a Technical Institutional Building in Tamilnadu in India" International Conference on Advances in Energy Engineering (ICAEE 2011).
- [4] [4] M. Prukvilailert, P. Wangskarn. "Energy Conservation Potential in SMEs of Thailand" ICSGCE 2011: 27-30 September 2011, Chengdu, China.

- [5] [5] Cahyono, A. 2009. Studi Penghematan Dalam Rangka Audit dan Konservasi Energi di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Universitas Airlangga: Surabaya. 2013.
- [6] [6] S. Bougaina, D. Gerharda, C. Nigischera, S. Uğurlua. "Towards energy management in production planning software based on energy consumption as a planning resource". 12th Global Conference on Sustainable Manufacturing.
- [7] [7] Paidjo, dan Haryanto Dedy. et al. (2007). Kuantitas Penerangan (Iluminasi) Ruang Kendali Utama Untai Uji Termohidrolika PTKN-BATAN. Jurnal Ilmiah Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir-BATAN
- [8] [8] Vyas Pareskumar, Bhale Purnanad. "Experimental Investigation on Energy Efficiency of Electrical Utilities in Process Industries through Standard Energy Conservation Practices". 4th International Conference on Advances in Energy Research 2013 ICAER.
- [9] [9] Gonen, Turan. "Electric Power Distribution System Engineering", McGraw-Hill Book Co-Singapore, 1986.
- [10] [10] Sagala, Arryanto. 2011. Pedoman Teknik Audit Energi. Kementerian Industri : Jakarta
- [11] [11] Salpanio, Ricky. (2007). Audit Energi Listrik Pada Gedung Kampus Undip Pleburan Semarang. Jurnal Ilmiah pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.