

Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta

Ndaru Atmi Purnami*, Refni Arianti, Paulus Setiawan

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta

* email: ndaru.atmi@itda.ac.id

Abstract

One of the main sectors that uses the largest electrical energy in a country is the commercial sector. One of the parts of this sector is education. This sector has a sub-sector. It is called a building. Electrical energy conservation efforts are needed to streamline electrical energy consumption by looking at energy-saving opportunities. This research was conducted at Halim Building and Wiweko Building in Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA), Yogyakarta. The research was conducted by taking energy audit data regarding the level of electrical energy consumption as seen from the Energy Consumption Intensity (IKE) parameter. The research method began with the data collection. Furthermore, the data were processed using Ms. Excel, SPSS, and Matlab. Statistics analysis with ANOVA was carried out to conclude what parameters affected IKE. The results showed that the IKE value of the Halim Building was 30,48 kWh/m²/year and the IKE value of the Wiweko Building was 24,16 kWh/m²/year. The IKE value was still significant in the efficient category following ESDM & JICA Electric Power Development Co. LTD standards.

Keywords — IKE, electrical energy conservation, ANOVA, ITDA.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan kebutuhan energi pada tahun 2011 – 2030 diperkirakan akan naik sebesar 4,7% per tahun, dari sebelumnya yang memiliki rata – rata 3% per tahun. Data ini diambil dari Outlook Energi Indonesia pada tahun 2013 [1]. Ada empat sektor utama yang menjadi konsumen energi listrik terbesar di suatu negara, yaitu sektor transportasi, sektor rumah tangga, sektor industri, dan sektor komersial. Gedung merupakan subsektor dari sektor komersial [1]. Salah satu bidang yang termasuk ke dalam sektor ini adalah bidang pendidikan.

Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan parameter indikator efisiensi energi yang digunakan untuk mengetahui besar konsumsi energi listrik pada sektor gedung. Analisis IKE dilakukan agar tidak terjadi pemborosan konsumsi energi listrik. Data yang digunakan untuk menghitung nilai IKE diambil dari data audit energi pada gedung. Data ini dilakukan analisis statistik untuk mengetahui efisiensi konsumsi energi listrik pada suatu gedung dan parameter yang berpengaruh pada nilai IKE.

Analisis statistik konsumsi energi listrik pada suatu gedung sudah ada yang meneliti. Salah satunya adalah artikel yang ditulis oleh [1] dan [2]. Pada artikel [1] membahas tentang nilai IKE pada Gedung A, Gedung B, dan Gedung C pada Bangunan Yayasan Widya Dharma Pontianak pada tahun 2016 dan 2017. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai IKE masih tergolong dalam kategori efisien. Dari segi pemakaian energi listrik per komponen didapatkan bahwa sektor *Air Conditioner* (AC) melebihi rata – rata persentase penggunaan energi pada bangunan gedung sebesar 60%. Peluang hemat energi masih dapat dilakukan dengan mengadakan pergantian AC yang lama dengan AC yang baru, yaitu dengan penyesuaian kebutuhan pendinginan ruangan dan diperoleh penghematan energi listrik sebesar 13%.

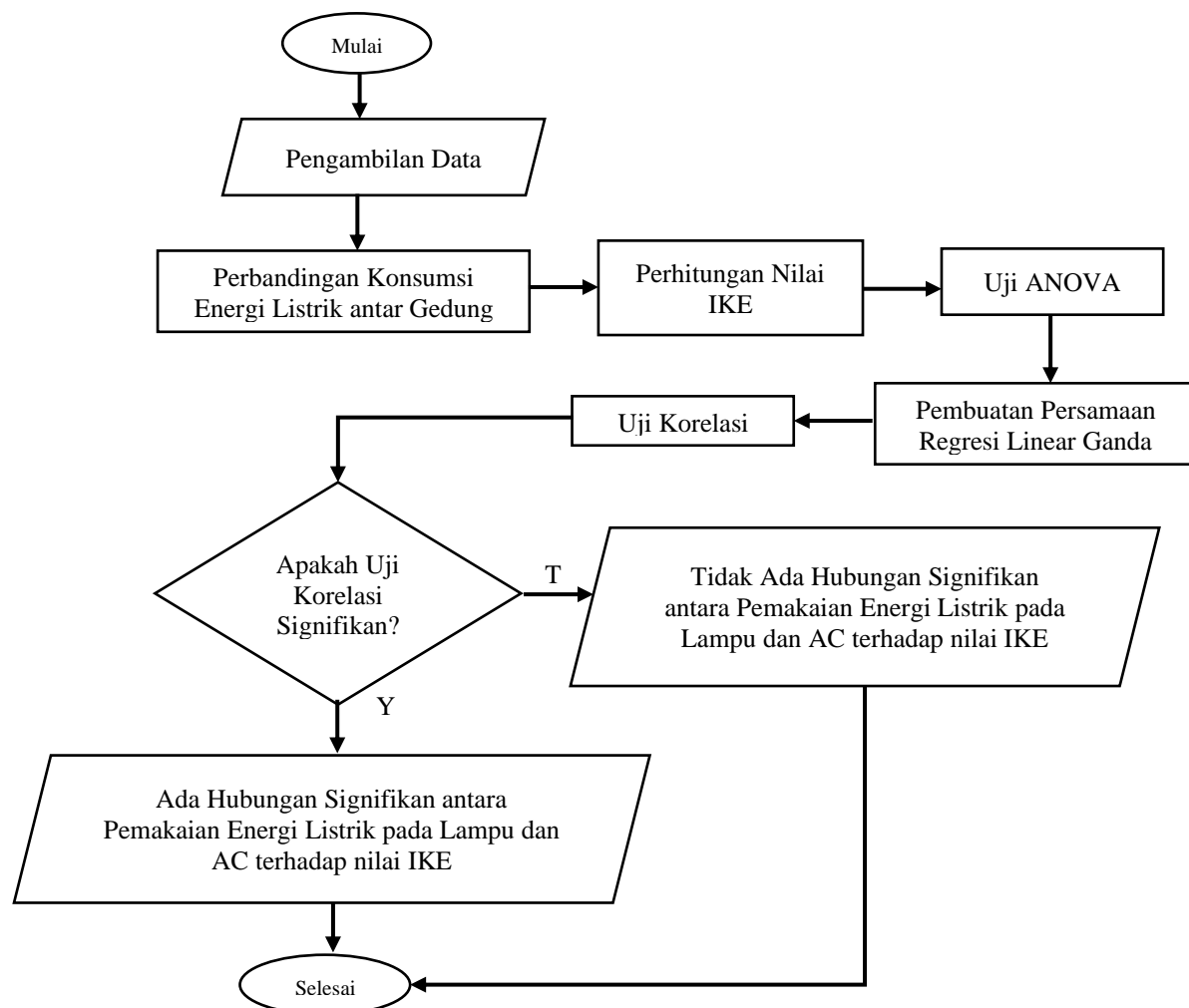
Di sisi lain, pada artikel [2] membahas tentang evaluasi IKE listrik melalui audit awal energi listrik yang dilakukan di Kampus Politeknik Negeri Semarang. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa penggunaan energi listrik di lembaga tersebut masih memenuhi syarat

hemat energi listrik. Karena keadaan hasil tersebut, maka tindakan penghematan listrik belum menjadi tuntutan yang mendesak.

Pada penelitian ini akan dilaksanakan audit energi awal pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko di Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta. Audit energi ini hanya dilakukan pada pencahayaan (lampu) dan alat pendingin (AC) pada gedung tersebut. Sumber data berasal dari bagian keuangan ITDA. Data tersebut berupa daya listrik per bulan selama tiga tahun, dimulai dari Bulan September 2018 sampai Bulan Agustus 2021, dan beban harian yang dicatat per jam selama satu minggu. Untuk data fisik gedung didapat dari bagian rumah tangga ITDA. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai IKE dan nilai korelasi ganda pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan hubungan antara pengaruh lampu dan AC pada nilai IKE serta menyelidiki nilai IKE pada kedua gedung tersebut beserta kategori efisiensinya. Oleh karena itu, Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta menarik untuk dikaji lebih lanjut.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data terlebih dahulu. Setelah itu, data diolah dengan menggunakan Ms. Excel, SPSS, dan Matlab untuk memperoleh kesimpulan tentang analisis IKE pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA. Lebih lanjut berikut diberikan diagram alir tentang metode penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian. Penjelasan lebih lanjut diberikan sebagai berikut

2.1 Pengambilan Data

Data yang diambil untuk penelitian ini adalah data fisik bangunan, data total kebutuhan energi listrik, dan data *stand* meter Intitut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) per bulan dalam satuan kWh. Data fisik bangunan didapat dari bagian rumah tangga ITDA. Data tersebut diperlihatkan pada Tabel 1 untuk Gedung Halim ITDA dan Tabel 2 untuk Gedung Wiweko ITDA.

Tabel 1. Data luas bangunan Gedung Halim ITDA

Lantai	Ukuran ($p \times l$)	Luas
Lantai 1	40,5 m \times 13 m	526,5 m ²
Lantai 2	40,5 m \times 13 m	526,5 m ²

Tabel 1 memberikan informasi tentang luas bangunan pada Gedung Halim ITDA. Berdasarkan Tabel 1 diperoleh informasi bahwa Gedung Halim ITDA memiliki 2 lantai dengan luas masing – masing lantai sama yaitu 526,5 m². Selanjutnya, Tabel 2 tentang data fisik Gedung Wiweko ITDA diberikan sebagai berikut

Tabel 2. Data luas bangunan Gedung Wiweko ITDA

Lantai	Ukuran ($p \times l$)	Luas
Lantai 1	45,5 m \times 13 m	591,5 m ²
Lantai 2	45,5 m \times 13 m	591,5 m ²

Tabel 2 memberikan informasi tentang luas bangunan pada Gedung Wiweko ITDA. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh informasi bahwa Gedung Wiweko ITDA memiliki 2 lantai dengan luas masing – masing lantai sama yaitu 591,5 m².

Selanjutnya, data total kebutuhan energi listrik didapat dari bagian rumah tangga ITDA. Data tersebut diperlihatkan pada Tabel 3 untuk Gedung Halim ITDA dan Tabel 4 untuk Gedung Wiweko ITDA.

Tabel 3. Total kebutuhan energi listrik per hari di Gedung Halim ITDA

Lantai	Jumlah Lampu	Lama Operasi Lampu (Jam)	Total Daya Lampu (kWh)	Jumlah AC	Lama Operasi AC (Jam)	Total Daya AC (kWh)	Total Daya Lampu dan AC (kWh)
Lantai 1	62	8	6,0011	10	8	12,495	18,4961
Lantai 2	80	8	7,7433	12	8	14,994	22,7373
Total	142	16	13,7444	22	16	27,489	41,2334

Tabel 3 memberikan informasi tentang total kebutuhan energi listrik per hari di Gedung Halim ITDA. Berdasarkan Tabel 3 diperoleh informasi bahwa Gedung Halim ITDA memiliki total daya yang digunakan setiap hari adalah 41,2334 kWh. Total daya ini diperoleh dari total daya lampu dan AC dari 2 lantai pada Gedung Halim ITDA. Selanjutnya, Tabel 4 tentang data total kebutuhan energi listrik per hari di Gedung Wiweko ITDA diberikan sebagai berikut

Tabel 4. Total kebutuhan energi listrik per hari di Gedung Wiweko ITDA

Lantai	Jumlah Lampu	Lama Operasi Lampu (Jam)	Total Daya Lampu (kWh)	Jumlah AC	Lama Operasi AC (Jam)	Total Daya AC (kWh)	Total Daya Lampu dan AC (kWh)
Lantai 1	76	8	2,5428	12	8	3,5228	6,0656
Lantai 2	60	8	2,0075	19	8	5,5779	7,5854
Total	136	16	4,5503	31	16	9,1007	13,651

Tabel 4 memberikan informasi tentang total kebutuhan energi listrik per hari di Gedung Wiweko ITDA. Berdasarkan Tabel 4 diperoleh informasi bahwa Gedung Wiweko ITDA memiliki total daya yang digunakan setiap hari adalah 13,651 kWh. Total daya ini diperoleh dari total daya lampu dan AC dari 2 lantai pada Gedung Wiweko ITDA.

Selanjutnya, data *stand* meter konsumsi energi listrik per bulan dalam satuan kWh di Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) didapat dari bagian rumah tangga ITDA. Data tersebut diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data *stand* meter ITDA per bulan

Bulan	<i>Stand</i> Meter (kWh) Seluruh Gedung	<i>Stand</i> Meter (kWh) Gedung Halim	<i>Stand</i> Meter (kWh) Gedung Wiweko
September 2018	22200	2220	2220
Oktober 2018	21350	2135	2135
November 2018	46950	4695	4695
Desember 2018	34200	3420	3420
Januari 2019	29450	2945	2945
Februari 2019	27000	2700	2700
Maret 2019	23650	2365	2200
April 2019	23550	3950	2305
Mei 2019	23700	3890	2300
Juni 2019	23450	2345	2295
Juli 2019	19750	1975	2290
Agustus 2019	19250	3970	2285
September 2019	19100	3910	2215
Oktober 2019	19250	4040	2210
November 2019	19050	4560	2280
Desember 2019	19200	3570	2275
Januari 2020	19100	3120	2225
Februari 2020	19000	2900	2225
Maret 2020	19050	2320	2270
April 2020	19100	2070	2245
Mei 2020	19150	2320	2260
Juni 2020	19050	2230	2265
Juli 2020	19100	2680	2240
Agustus 2020	19200	1935	2235
September 2020	19250	2320	2245
Oktober 2020	19000	2070	2255
November 2020	19000	1935	2250
Desember 2020	19000	1800	2250
Januari 2021	18850	2320	2305
Februari 2021	18900	1890	2195
Maret 2021	18800	2320	2190

April 2021	18950	1935	2310
Mei 2021	19000	1800	2315
Juni 2021	19050	1910	2185
Juli 2021	18800	1880	2170
Agustus 2021	18650	1850	2330

2.2 Perbandingan Konsumsi Energi Listrik antar Gedung

Setelah pengambilan data, langkah berikutnya adalah membandingkan konsumsi energi listrik antara Gedung Halim ITDA dan Gedung Wiweko ITDA. Perbandingan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh pada konsumsi energi listrik.

2.3 Perhitungan Nilai IKE

Daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap satuan waktu dalam detik dan dinyatakan dalam satuan Watt, secara matematis ditulis: [3, 4]

$$P = V \times I \quad (1)$$

dengan

P : daya listrik (Watt),

V : tegangan (Volt),

I : arus listrik (Ampere).

Daya sebenarnya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik adalah [5, 6]

$$P = V_{rms} \times I_{rms} \times \cos \varphi \quad (2)$$

dengan

P : daya listrik (Watt),

V_{rms} : tegangan (Volt),

I_{rms} : arus listrik (Ampere),

φ : sudut yang dibentuk oleh arus dan tegangan.

Pada bangunan gedung, sistem konsumsi energi dapat dikelompokkan pada empat konsumsi energi listrik terbesar, yaitu AC, pencahayaan (lampu), transportasi gedung, dan peralatan kantor lainnya. Persentase penggunaan energi listrik pada gedung komersial ditunjukkan pada Tabel 6 [1].

Tabel 6. Persentase penggunaan energi di gedung

Penggunaan Energi	Persentase
Sistem AC	60%
Sistem pencahayaan	20%
Sistem transportasi	10%
Alat – alat lain	10%

Audit energi dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dalam suatu kegiatan penggunaan energi, menentukan langkah perbaikan, dan mengevaluasi tingkat kelayakan [1]. Berdasarkan ruang lingkup audit energi yang dilakukan, audit energi dibagi menjadi dua jenis, yaitu audit energi awal dan audit energi rinci [1]. Audit energi awal digunakan dalam penelitian ini. Data yang diperlukan adalah data jenis bangunan, ukuran ruangan, dan rekening listrik. Dari data awal dapat dihitung:

1. Rincian luas bangunan.
2. Konsumsi energi listrik bulanan.
3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung.
4. Biaya energi listrik.

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah pembagian antara konsumsi energi listrik dengan setiap satuan luas gedung pada kurun waktu tertentu (per tahun atau per bulan). Rumus untuk menghitung IKE per tahun adalah [1-2, 7]

$$IKE = \frac{\text{Energi yang digunakan (kWh/tahun)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (3)$$

Perhitungan nilai IKE bulanan diberikan oleh rumus: [1-2, 7]

$$IKE = \frac{\text{Energi yang digunakan (kWh/bulan)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (4)$$

Sifat nilai IKE yang digunakan sebagai acuan pada masing – masing jenis gedung adalah dinamis dan dapat berubah berdasarkan hasil penelitian terbaru mengikuti perkembangan teknologi peralatan hemat energi dan tingkat kesadaran hemat energi pengguna gedung [1]. Berikut diberikan standar nilai IKE pada gedung dari berbagai sumber [1].

Tabel 7. Nilai IKE hasil penelitian ASEAN – USAID [1]

Sumber	Nilai IKE (kWh/m ² /tahun)	Tahun Pengeluaran Standar
ASEAN – USAID	240	1987
ESDM & JICA Electric Power Development Co., LTD.	198,2	2008
Berdasarkan GBCI (Konsul Bangunan Hijau Indonesia)	250	2010

Nilai IKE dapat dijadikan standar mengenai konsumsi energi listrik pada gedung seperti diperlihatkan pada Tabel 8 [2].

Tabel 8. Kriteria nilai IKE pada konsumsi energi listrik [2]

Kriteria	Konsumsi Energi Listrik Bulanan (kWh/m ² /tahun)	
	Ber-AC	Tidak Ber-AC
Sangat efisien	4,17 – 7,92	
Efisien	7,92 – 12,08	0,84 – 1,67
Cukup efisien	12,08 – 14,58	1,67 – 2,5
Agak boros	15,58 – 19,17	
boros	19,17 – 23,75	2,5 – 3,34
Sangat boros	23,75 – 37,5	3,34 – 4,17

2.4 Uji ANOVA

Uji ANOVA dilakukan untuk menguji nilai IKE pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA sudah memenuhi standar atau belum. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut [8, 9]

H_0 : Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA belum memenuhi standar nilai IKE yang telah ditetapkan.

H_1 : Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA memenuhi standar nilai IKE yang telah ditetapkan.

Nilai α yang digunakan $\alpha = 0,05$ dengan kriteria penolakan H_0 jika $p - value < \alpha$ [8].

2.5 Pembuatan Persamaan Regresi Linear Ganda

Persamaan regresi linear ganda dibentuk untuk menguji dan memperkirakan korelasi variabel bebas lampu (X_1) dan AC (X_2), terhadap variabel terikat nilai IKE (Y) pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA. Bentuk persamaan regresi linear ganda adalah [1, 10-11]

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (5)$$

dengan

a : kemiringan konstan,

b_1 : kemiringan variabel X_1 ,

b_2 : kemiringan variabel X_2 .

Selanjutnya, dari Persamaan (5), nilai absolut b_1 dan b_2 dilihat perbandingannya untuk menentukan persentase nilai IKE konsumsi energi listrik mana yang lebih berpengaruh. Nilai a , b_1 , dan b_2 dicari dengan menggunakan Matlab [12, 13].

2.6 Uji Korelasi

Korelasi merupakan Teknik statistik yang digunakan untuk menguji ada atau tidaknya hubungan antara dua atau lebih variabel, juga untuk melihat arah hubungan bersifat positif (berbanding lurus) atau negatif (berbanding terbalik) [1, 14-15]. Koefisien korelasi ganda dirumuskan sebagai berikut

$$R_{x_1x_2y} = \sqrt{\frac{(r_{x_1y})^2 + (r_{x_2y})^2 - 2r_{x_1y}r_{x_2y}r_{x_1x_2}}{1 - (r_{x_1x_2})^2}} \quad (6)$$

dengan

$R_{x_1x_2y}$: korelasi antara variabel x_1 dan x_2 pada y ,

r_{x_1y} : korelasi antara variabel x_1 terhadap y ,

r_{x_2y} : korelasi antara variabel x_2 terhadap y ,

$r_{x_1x_2}$: korelasi antara variabel x_1 terhadap x_2 .

Hubungan antara koefisien korelasi (R) diperlihatkan dalam Tabel 9 di bawah ini [1]:

Tabel 9. Tingkat hubungan koefisien korelasi [1]

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,1999	Sangat rendah
0,20 – 0,3999	Rendah
0,40 – 0,5999	Cukup
0,60 – 0,7999	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

3. Hasil dan Pembahasan

Artikel ini membahas tentang Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dari data Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA Yogyakarta, standar nilai IKE dari hasil nilai intensitas konsumsi energi pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA, dan perbandingan pengaruh konsumsi energi listrik pada AC dan lampu terhadap nilai IKE dengan menggunakan uji korelasi persamaan regresi linear berganda. Berikut diberikan penjelasan lebih lanjut.

3.1 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik dari Data Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA Yogyakarta

Perhitungan nilai IKE pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA menggunakan rumus pada Persamaan (4). Berikut ini diberikan hasil perhitungan nilai IKE pada Gedung Halim ITDA dari bulan September 2018 sampai dengan bulan Agustus 2021.

Tabel 10. Nilai IKE Gedung Halim ITDA per bulan

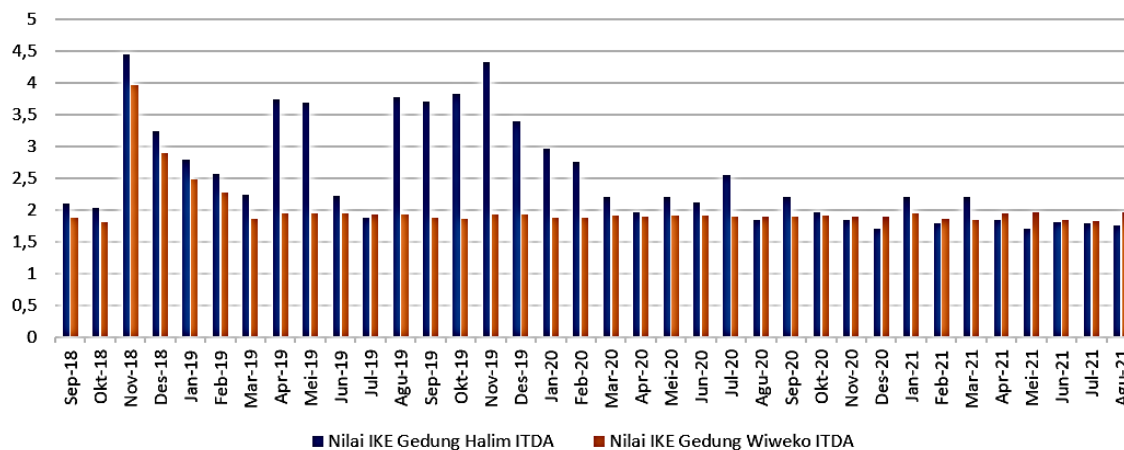
Bulan	kWh				IKE (kWh/m ² /tahun)			
	Total	Lampu	AC	Lainnya	Total	Lampu	AC	Lainnya
Sept 2018	2220	666	1332	222	2,1083	0,6325	1,2650	0,2108
Okt 2018	2135	640,5	1281	213,5	2,0275	0,6083	1,2165	0,2028
Nov 2018	4695	1408,5	2817	469,5	4,4587	1,3376	2,6752	0,4459
Des 2018	3420	1026	2052	342	3,2479	0,9744	1,9487	0,3248
Jan 2019	2945	883,5	1767	294,5	2,7968	0,8390	1,6781	0,2797
Feb 2019	2700	810	1620	270	2,5641	0,7692	1,5385	0,2564
Maret 2019	2365	709,5	1419	236,5	2,2460	0,6738	1,3476	0,2246
April 2019	3950	1160	2370	420	3,7512	1,1016	2,2507	0,3989
Mei 2019	3890	1192	2334	364	3,6942	1,1320	2,2165	0,3457
Juni 2019	2345	703,5	1407	234,5	2,2270	0,6681	1,3362	0,2227
Juli 2019	1975	592,5	1185	197,5	1,8756	0,5627	1,1254	0,1876
Agsts 2019	3970	1166	2382	422	3,7702	1,1073	2,2621	0,4008
Sept 2019	3910	1198	2346	366	3,7132	1,1377	2,2279	0,3476
Okt 2019	4040	1212	2424	404	3,8367	1,1510	2,3020	0,3837
Nov 2019	4560	1368	2736	456	4,3305	1,2991	2,5983	0,4330
Des 2019	3570	1071	2142	357	3,3903	1,0171	2,0342	0,3390
Jan 2020	3120	936	1872	312	2,9630	0,8889	1,7778	0,2963
Feb 2020	2900	870	1740	290	2,7540	0,8262	1,6524	0,2754
Maret 2020	2320	671	1392	257	2,2032	0,6372	1,3219	0,2441
April 2020	2070	646	1242	182	1,9658	0,6135	1,1795	0,1728
Mei 2020	2320	671	1392	257	2,2032	0,6372	1,3219	0,2441
Juni 2020	2230	694	1338	198	2,1178	0,6591	1,2707	0,1880
Juli 2020	2680	804	1608	268	2,5451	0,7635	1,5271	0,2545
Agsts 2020	1935	555,5	1161	218,5	1,8376	0,5275	1,1026	0,2075
Sept 2020	2320	721	1392	207	2,2032	0,6847	1,3219	0,1966
Okt 2020	2070	596	1242	232	1,9658	0,5660	1,1795	0,2203
Nov 2020	1935	605,5	1161	168,5	1,8376	0,5750	1,1026	0,1600
Des 2020	1800	515	1080	205	1,7094	0,4891	1,0256	0,1947
Jan 2021	2320	721	1392	207	2,2032	0,6847	1,3219	0,1966
Feb 2021	1890	592	1134	164	1,7949	0,5622	1,0769	0,1557
Maret 2021	2320	671	1392	257	2,2032	0,6372	1,3219	0,2441
April 2021	1935	555,5	1161	218,5	1,8376	0,5275	1,1026	0,2075
Mei 2021	1800	515	1080	205	1,7094	0,4891	1,0256	0,1947
Juni 2021	1910	598	1146	166	1,8139	0,5679	1,0883	0,1576
Juli 2021	1880	564	1128	188	1,7854	0,5356	1,0712	0,1785
Agsts 2021	1850	580	1110	160	1,7569	0,5508	1,0345	0,1519

Di sisi lain, berikut ini diberikan hasil perhitungan nilai IKE pada Gedung Wiweko ITDA dari bulan September 2018 sampai dengan bulan Agustus 2021.

Tabel 11. Nilai IKE Gedung Wiweko ITDA per bulan

Bulan	kWh				IKE (kWh/m ² /tahun)			
	Total	Lampu	AC	Lainnya	Total	Lampu	AC	Lainnya
Sept 2018	2220	666	1332	222	1,8766	0,5630	1,1260	0,1877
Okt 2018	2135	640,5	1281	213,5	1,8047	0,5414	1,0828	0,1805
Nov 2018	4695	1408,5	2817	469,5	3,9687	1,1906	2,3812	0,3969
Des 2018	3420	1026	2052	342	2,8910	0,8673	1,7346	0,2891
Jan 2019	2945	883,5	1767	294,5	2,4894	0,7468	1,4937	0,2489
Feb 2019	2700	810	1620	270	2,2823	0,6847	1,3694	0,2282
Maret 2019	2200	660	1320	220	1,8597	0,5579	1,1158	0,1860
April 2019	2305	691,5	1383	230,5	1,9484	0,5845	1,1691	0,1948
Mei 2019	2300	690	1380	230	1,9442	0,5833	1,1665	0,1944
Juni 2019	2295	688,5	1377	229,5	1,9400	0,5820	1,1640	0,1940
Juli 2019	2290	687	1374	229	1,9358	0,5807	1,1615	0,1936
Agsts 2019	2285	685,5	1371	228,5	1,9315	0,5795	1,1589	0,1932
Sept 2019	2215	664,5	1329	221,5	1,8724	0,5617	1,1234	0,1872
Okt 2019	2210	663	1326	221	1,8681	0,5604	1,1209	0,1868
Nov 2019	2280	684	1368	228	1,9273	0,5782	1,1564	0,1927
Des 2019	2275	682,5	1365	227,5	1,9231	0,5769	1,1538	0,1923
Jan 2020	2225	667,5	1335	222,5	1,8808	0,5642	1,1285	0,1881
Feb 2020	2225	667,5	1335	222,5	1,8808	0,5642	1,1285	0,1881
Maret 2020	2270	681	1362	227	1,9189	0,5757	1,1513	0,1919
April 2020	2245	673,5	1347	224,5	1,8977	0,5693	1,1386	0,1898
Mei 2020	2260	678	1356	226	1,9104	0,5731	1,1462	0,1910
Juni 2020	2265	679,5	1359	226,5	1,9146	0,5744	1,1488	0,1915
Juli 2020	2240	672	1344	224	1,8935	0,5680	1,1361	0,1893
Agsts 2020	2235	670,5	1341	223,5	1,8893	0,5668	1,1336	0,1889
Sept 2020	2245	673,5	1347	224,5	1,8977	0,5693	1,1386	0,1898
Okt 2020	2255	676,5	1353	225,5	1,9062	0,5719	1,1437	0,1906
Nov 2020	2250	675	1350	225	1,9019	0,5706	1,1412	0,1902
Des 2020	2250	675	1350	225	1,9019	0,5706	1,1412	0,1902
Jan 2021	2305	691,5	1383	230,5	1,9484	0,5845	1,1691	0,1948
Feb 2021	2195	658,5	1317	219,5	1,8555	0,5566	1,1133	0,1855
Maret 2021	2190	657	1314	219	1,8512	0,5554	1,1107	0,1851
April 2021	2310	693	1386	231	1,9527	0,5858	1,1716	0,1953
Mei 2021	2315	694,5	1389	231,5	1,9569	0,5871	1,1741	0,1957
Juni 2021	2185	655,5	1311	218,5	1,8470	0,5541	1,1082	0,1847
Juli 2021	2170	651	1302	217	1,8343	0,5503	1,1006	0,1834
Agsts 2021	2330	699	1398	233	1,9696	0,5909	1,1817	0,1970

Berdasarkan Tabel 10 dan Tabel 11 nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Wiweko lebih rendah dari pada Gedung Halim. Hal ini sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya, yaitu aktivitas di Gedung Halim ITDA lebih sering mengkonsumsi energi listrik daripada di Gedung Wiweko ITDA. Untuk melihat perbandingan energi listrik antara Gedung Halim dan Gedung Wiweko dapat dilihat pada Gambar 1. Perbandingan konsumsi energi listrik berdasarkan nilai Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) dari kedua gedung dapat dilihat sebagai berikut

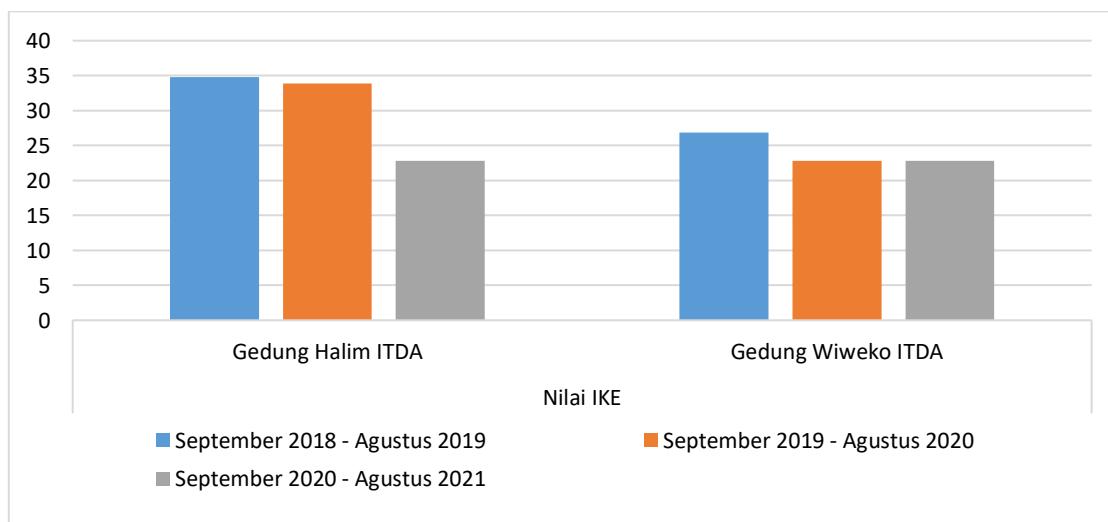


Gambar 1. Perbandingan konsumsi energi listrik berdasarkan nilai IKE

Berdasarkan Gambar 1, tingkat konsumsi energi pada gedung lebih banyak terjadi pada bulan November tahun 2018 dan itu sebelum kuliah *online*. Selama kuliah *online*, tingkat konsumsi energi listrik lebih sedikit.

3.2 Standar Nilai IKE dari Hasil Nilai Intensitas Konsumsi Energi pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA

Penentuan nilai parameter IKE pada masing – masing gedung dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Perbandingan nilai IKE pada Gedung

Gambar 2 memperlihatkan bahwa nilai IKE Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA berada jauh di bawah batas standar IKE ASEAN – USAID 1992, yaitu standar untuk kategori gedung komersial sebesar $240 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$. Selain itu, nilai IKE kedua gedung juga berada di bawah batas standar IKE ESDM & JICA Electric Power Development Co., LTD. 2008, yaitu standar untuk kategori gedung komersial sebesar $198,2 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$. Total konsumsi energi listrik bulanan pada kedua gedung sebesar $4,55 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$. Berdasarkan Tabel 8, kedua gedung memiliki kriteria konsumsi energi listrik sangat efisien. Hal ini menyebabkan audit energi rinci tidak perlu dilakukan oleh ITDA. Perbandingan nilai IKE dari Bulan September 2018 sampai Bulan Agustus 2021 terjadi penurunan nilai IKE yang dimulai Bulan September 2019. Hal ini

dikarenakan terjadi perubahan kuliah dari yang awalnya luring menjadi daring karena pandemi Covid-19.

Selanjutnya, Uji ANOVA dilakukan untuk menguji nilai IKE pada Gedung Halim ITDA dan Gedung Wiweko ITDA ditinjau dari konsumsi energi listrik pada lampu dan pada AC. Berdasarkan standar nilai IKE untuk gedung dengan pencahayaan lampu dan menggunakan AC, hipotesis berikut dibentuk.

H_0 : Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA belum memenuhi standar nilai IKE yang telah ditetapkan.

H_1 : Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA memenuhi standar nilai IKE yang telah ditetapkan.

Rasio uji menggunakan ANOVA diperoleh pada Gambar 3 untuk Gedung Halim dan Gambar 4 untuk Gedung Wiweko.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	23,378	2	11,689	19071118740,000	,000 ^b
	Residual	,000	33	,000		
	Total	23,378	35			

a. Dependent Variable: Nilai IKE

b. Predictors: (Constant), kWh AC, kWh Lampu

Gambar 3. Hasil Uji ANOVA pada Gedung Halim ITDA

Gambar 3 menjelaskan tentang hasil Uji ANOVA pada Gedung Halim ITDA. Gambar 3 memberikan informasi bahwa nilai $p - value = nilai Sig. = 0$. Karena $p - value < \alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Halim memenuhi standar nilai IKE yang ditetapkan. Selanjutnya, penjelasan Uji ANOVA pada Gedung Wiweko ITDA diberikan pada Gambar 4.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5,343	1	5,343	5799417751,000	,000 ^b
	Residual	,000	34	,000		
	Total	5,343	35			

a. Dependent Variable: Nilai IKE

b. Predictors: (Constant), kWh AC

Gambar 4. Hasil Uji ANOVA pada Gedung Wiweko ITDA

Gambar 4 menjelaskan tentang hasil Uji ANOVA pada Gedung Wiweko ITDA. Gambar 4 memberikan informasi bahwa nilai $p - value = nilai Sig. = 0$. Karena $p - value < \alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Wiweko memenuhi standar nilai IKE yang ditetapkan.

3.3 Perbandingan Pengaruh Konsumsi Energi Listrik pada AC dan Lampu terhadap Nilai IKE

Untuk menguji dan memperkirakan korelasi variabel bebas lampu (X_1) dan AC (X_2) terhadap variabel terikat (Y) pada Gedung Halim ITDA dan Gedung Wiweko ITDA,

persamaan regresi linear berganda dibentuk. Setelah persamaan regresi linear ini dibentuk, analisis nilai korelasi ganda dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y . Analisis nilai korelasi ganda untuk Gedung Halim ITDA dan Gedung Wiweko ITDA diberikan sebagai berikut.

1. Persamaan Regresi Linear Berganda Gedung Halim ITDA

Untuk menguji dan memperkirakan korelasi variabel bebas lampu (X_1) dan AC (X_2) terhadap variabel terikat (Y) pada Gedung Halim ITDA, persamaan regresi linear berganda dibentuk. Berikut ini diberikan tabel hitung data yang digunakan untuk membentuk persamaan regresi linear berganda Gedung Halim ITDA.

Tabel 12. Tabel hitung data Halim ITDA

No.	X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2	Y^2	$X_1 \times X_2$	$X_1 \times Y$	$X_2 \times Y$
1	666	1332	2,1083	443556	1774224	4,4448	887112	1404,1026	2808,2051
2	640,5	1281	2,0275	410240,3	1640961	4,1109	820480,5	1298,6396	2597,2792
3	1408,5	2817	4,4587	1983872	7935489	19,8799	3967745	6280,0641	12560,1282
4	1026	2052	3,2479	1052676	4210704	10,5486	2105352	3332,3077	6664,6154
5	883,5	1767	2,7968	780572,3	3122289	7,8219	1561145	2470,9473	4941,8946
6	810	1620	2,5641	656100	2624400	6,5746	1312200	2076,9231	4153,8462
7	709,5	1419	2,2460	503390,3	2013561	5,0444	1006781	1593,5114	3187,0228
8	1160	2370	3,7512	1345600	5616900	14,0714	2749200	4351,3770	8890,3134
9	1192	2334	3,6942	1420864	5447556	13,6472	2782128	4403,4948	8622,2792
10	703,5	1407	2,2270	494912,3	1979649	4,9594	989824,5	1566,6738	3133,3476
11	592,5	1185	1,8756	351056,3	1404225	3,5179	702112,5	1111,2892	2222,5783
12	1166	2382	3,7702	1359556	5673924	14,2143	2777412	4396,0304	8980,5698
13	1198	2346	3,7132	1435204	5503716	13,7879	2810508	4448,4141	8711,1681
14	1212	2424	3,8367	1468944	5875776	14,7199	2937888	4650,0285	9300,0570
15	1368	2736	4,3305	1871424	7485696	18,7531	3742848	5924,1026	11848,2051
16	1071	2142	3,3903	1147041	4588164	11,4942	2294082	3631,0256	7262,0513
17	936	1872	2,9630	876096	3504384	8,7791	1752192	2773,3333	5546,6667
18	870	1740	2,7540	756900	3027600	7,5847	1513800	2396,0114	4792,0228
19	671	1392	2,2032	450241	1937664	4,8542	934032	1478,3666	3066,8946
20	646	1242	1,9658	417316	1542564	3,8644	802332	1269,9145	2441,5385
21	671	1392	2,2032	450241	1937664	4,8542	934032	1478,3666	3066,8946
22	694	1338	2,1178	481636	1790244	4,4849	928572	1469,7246	2833,5613
23	804	1608	2,5451	646416	2585664	6,4776	1292832	2046,2678	4092,5356
24	555,5	1161	1,8376	308580,3	1347921	3,3768	644935,5	1020,7906	2133,4615
25	721	1392	2,2032	519841	1937664	4,8542	1003632	1588,5280	3066,8946
26	596	1242	1,9658	355216	1542564	3,8644	740232	1171,6239	2441,5385
27	605,5	1161	1,8376	366630,3	1347921	3,3768	702985,5	1112,6709	2133,4615
28	515	1080	1,7094	265225	1166400	2,9221	556200	880,3419	1846,1538
29	721	1392	2,2032	519841	1937664	4,8542	1003632	1588,5280	3066,8946
30	592	1134	1,7949	350464	1285956	3,2216	671328	1062,5641	2035,3846
31	671	1392	2,2032	450241	1937664	4,8542	934032	1478,3666	3066,8946
32	555,5	1161	1,8376	308580,3	1347921	3,3768	644935,5	1020,7906	2133,4615
33	515	1080	1,7094	265225	1166400	2,9221	556200	880,3419	1846,1538
34	598	1146	1,8139	357604	1313316	3,2901	685308	1084,6914	2078,6895
35	564	1128	1,7854	318096	1272384	3,1876	636192	1006,9516	2013,9031
36	580	1110	1,7569	336400	1232100	3,0866	643800	1018,9934	1950,1425
Σ	28888,5	57777	91,4482	25525798	102058893	255,6770	51028022	80766,0992	161536,7094

Dari Tabel 12 didapatkan persamaan linear sebagai berikut

$$36a + 28888,5b_1 + 57777b_2 = 91,4482 \quad (7)$$

$$28888,5a + 25525798b_1 + 51028022b_2 = 80766,0992 \quad (8)$$

$$57777a + 51028022b_1 + 102058893b_2 = 161536,7094. \quad (9)$$

Penyelesaian Persamaan (7) – (9) dengan menggunakan Matlab didapatkan hasil a , b_1 , dan b_2 sebagai berikut

$$a = -9,874 \times 10^{-6} \quad (10)$$

$$b_1 = 2,379 \times 10^{-7} \quad (11)$$

$$b_2 = 0,002. \quad (12)$$

Dari Persamaan (5), (10) – (12), persamaan regresi linear berganda untuk Gedung Halim ITDA adalah

$$Y = -9,874 \times 10^{-6} + 2,379 \times 10^{-7}X_1 + 0,002X_2 \quad (13)$$

Persamaan regresi linear berganda pada Persamaan (13) memiliki nilai $|b_2| = 0,002 > |b_1| = 9,874 \times 10^{-6}$. Karena b_2 menandakan kemiringan variabel X_2 (AC) dan b_1 menandakan kemiringan variabel X_1 (lampu), maka dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk Gedung Halim ITDA, persentase konsumsi energi listrik pada AC lebih berpengaruh dari konsumsi energi listrik pada lampu. Selanjutnya, analisis korelasi digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y . Analisis korelasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	1,000 ^a	1,000	1,000	,0000248	2,288

a. Predictors: (Constant), kWh AC, kWh Lampu

b. Dependent Variable: Nilai IKE

Gambar 5. Model summary pada Gedung Halim ITDA

Dari Gambar 5, nilai korelasi didapatkan sebesar $R = 1$ artinya hubungan antara variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y sangat kuat. Hal ini dapat dilihat dengan mengacu Tabel 9. Karena hubungan antara variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y sangat kuat, maka dapat dikatakan bahwa variabel konsumsi energi listrik pada AC dan lampu sangat berpengaruh pada penentuan nilai IKE. Selain nilai korelasi, Gambar 5 juga menunjukkan nilai Durbin-Watson = 2,288 yang artinya dapat diasumsikan tidak terjadi *autocorrelation*.

2. Persamaan Regresi Linear Berganda Gedung Wiweko ITDA

Untuk menguji dan memperkirakan korelasi variabel bebas lampu (X_1) dan AC (X_2) terhadap variabel terikat (Y) pada Gedung Wiweko ITDA, persamaan regresi linear berganda dibentuk. Berikut ini diberikan tabel hitung data yang digunakan untuk membentuk persamaan regresi linear berganda Gedung Wiweko ITDA.

Tabel 13. Tabel hitung data Wiweko ITDA

No.	X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2	Y^2	$X_1 \times X_2$	$X_1 \times Y$	$X_2 \times Y$
1	666	1332	1,8766	443556	1774224	3,5216	887112	1249,8056	2499,6112
2	640,5	1281	1,8047	410240,3	1640961	3,2571	820480,5	1155,9320	2311,8639
3	1408,5	2817	3,9687	1983872	7935489	15,7508	3967745	5589,9472	11179,8943
4	1026	2052	2,8910	1052676	4210704	8,3576	2105352	2966,1200	5932,2401
5	883,5	1767	2,4894	780572,3	3122289	6,1973	1561145	2199,4146	4398,8292
6	810	1620	2,2823	656100	2624400	5,2090	1312200	1848,6898	3697,3795
7	660	1320	1,8597	435600	1742400	3,4584	871200	1227,3880	2454,7760
8	691,5	1383	1,9484	478172,3	1912689	3,7964	956344,5	1347,3436	2694,6872
9	690	1380	1,9442	476100	1904400	3,7800	952200	1341,5046	2683,0093
10	688,5	1377	1,9400	474032,3	1896129	3,7635	948064,5	1335,6784	2671,3567
11	687	1374	1,9358	471969	1887876	3,7472	943938	1329,8648	2659,7295
12	685,5	1371	1,9315	469910,3	1879641	3,7308	939820,5	1324,0638	2648,1276
13	664,5	1329	1,8724	441560,3	1766241	3,5057	883120,5	1244,1822	2488,3643
14	663	1326	1,8681	439569	1758276	3,4899	879138	1238,5714	2477,1429
15	684	1368	1,9273	467856	1871424	3,7145	935712	1318,2756	2636,5511
16	682,5	1365	1,9231	465806,3	1863225	3,6982	931612,5	1312,5000	2625,0000
17	667,5	1335	1,8808	445556,3	1782225	3,5375	891112,5	1255,4417	2510,8833
18	667,5	1335	1,8808	445556,3	1782225	3,5375	891112,5	1255,4417	2510,8833
19	681	1362	1,9189	463761	1855044	3,6820	927522	1306,7371	2613,4742
20	673,5	1347	1,8977	453602,3	1814409	3,6013	907204,5	1278,1128	2556,2257
21	678	1356	1,9104	459684	1838736	3,6496	919368	1295,2494	2590,4987
22	679,5	1359	1,9146	461720,3	1846881	3,6658	923440,5	1300,9869	2601,9738
23	672	1344	1,8935	451584	1806336	3,5853	903168	1272,4260	2544,8521
24	670,5	1341	1,8893	449570,3	1798281	3,5693	899140,5	1266,7519	2533,5038
25	673,5	1347	1,8977	453602,3	1814409	3,6013	907204,5	1278,1128	2556,2257
26	676,5	1353	1,9062	457652,3	1830609	3,6335	915304,5	1289,5245	2579,0490
27	675	1350	1,9019	455625	1822500	3,6174	911250	1283,8123	2567,6247
28	675	1350	1,9019	455625	1822500	3,6174	911250	1283,8123	2567,6247
29	691,5	1383	1,9484	478172,3	1912689	3,7964	956344,5	1347,3436	2694,6872
30	658,5	1317	1,8555	433622,3	1734489	3,4427	867244,5	1221,8153	2443,6306
31	657	1314	1,8512	431649	1726596	3,4270	863298	1216,2553	2432,5106
32	693	1386	1,9527	480249	1920996	3,8129	960498	1353,1953	2706,3905
33	694,5	1389	1,9569	482330,3	1929321	3,8294	964660,5	1359,0596	2718,1192
34	655,5	1311	1,8470	429680,3	1718721	3,4114	859360,5	1210,7079	2421,4159
35	651	1302	1,8343	423801	1695204	3,3647	847602	1194,1420	2388,2840
36	699	1398	1,9696	488601	1954404	3,8792	977202	1376,7287	2753,4573
Σ	25720,5	51441	72,4725	19049236	76196943	151,2396	38098472	53674,9387	107349,8774

Dari Tabel 13 didapatkan persamaan linear sebagai berikut

$$36a + 25720,5b_1 + 51441b_2 = 72,4725 \quad (14)$$

$$25720,5a + 19049236b_1 + 38098472b_2 = 53674,9387 \quad (15)$$

$$51441a + 38098472b_1 + 76196943b_2 = 107349,8774. \quad (16)$$

Penyelesaian Persamaan (14) – (16) dengan menggunakan Matlab didapatkan hasil a , b_1 , dan b_2 sebagai berikut

$$a = 9,892 \times 10^{-6} \quad (15)$$

$$b_1 = 0 \quad (16)$$

$$b_2 = 0,001. \quad (17)$$

Dari Persamaan (5), (15) – (17), persamaan regresi linear berganda untuk Gedung Wiweko ITDA adalah

$$Y = 9,892 \times 10^{-6} + 0,001X_2 \quad (18)$$

Persamaan regresi linear berganda pada Persamaan (18) memiliki nilai $|b_2| = 0,001 > |b_1| = 0$. Karena b_2 menandakan kemiringan variabel X_2 (AC) dan b_1 menandakan kemiringan variabel X_1 (lampu), maka dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk Gedung Wiweko ITDA, persentase konsumsi energi listrik pada AC lebih berpengaruh dari konsumsi energi listrik pada lampu. Selanjutnya, analisis korelasi digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y . Analisis korelasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	1,000 ^a	1,000	1,000	,0000304	2,615

a. Predictors: (Constant), kWh AC

b. Dependent Variable: Nilai IKE

Gambar 6. *Model summary* pada Gedung Wiweko ITDA.

Dari Gambar 6, nilai korelasi didapatkan sebesar $R = 1$ artinya hubungan antara variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y sangat kuat. Hal ini dapat dilihat dengan mengacu Tabel 9. Karena hubungan antara variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y sangat kuat, maka dapat dikatakan bahwa variabel konsumsi energi listrik pada AC dan lampu sangat berpengaruh pada penentuan nilai IKE. Selain nilai korelasi, Gambar 6 juga menunjukkan nilai Durbin-Watson = 2,615 yang artinya dapat diasumsikan tidak terjadi *autocorrelation*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil lima kesimpulan. Pertama, nilai IKE pada Gedung Wiweko ITDA lebih rendah dari nilai IKE pada Gedung Halim ITDA. Selama pandemi, nilai IKE cenderung turun. Tingkat konsumsi energi pada kedua gedung lebih banyak terjadi pada Bulan November 2018 (sebelum kuliah *online*). Selama kuliah *online*, tingkat konsumsi energi listrik lebih sedikit. Kedua, menurut ASEAN – USAID dan ESDM&JICA Electric Power Development Co., LTD., nilai IKE Gedung Halim ITDA dan Gedung Wiweko ITDA di bawah batas standar nilai IKE yang ditetapkan. Selain itu, total konsumsi energi listrik bulanan pada kedua gedung sebesar 4,55 kWh/m²/bulan memiliki kriteria konsumsi energi listrik sangat efisien, sehingga audit energi rinci tidak perlu dilakukan. Ketiga, berdasarkan Uji ANOVA, nilai IKE pada Gedung Halim ITDA dan Gedung Wiweko ITDA memenuhi standar nilai IKE yang ditetapkan. Keempat, menurut persamaan regresi linear berganda Gedung Halim ITDA dan Gedung Wiweko ITDA, kedua gedung memiliki persentase konsumsi energi listrik pada AC yang lebih berpengaruh dari konsumsi energi listrik pada lampu. Dan yang terakhir, menurut uji korelasi, variabel konsumsi energi listrik pada AC

dan lampu sangat berpengaruh pada penentuan nilai IKE pada kedua gedung dan dapat diasumsikan tidak terjadi *autocorrelation*.

Referensi

- [1] Kartini, P. (2017). Analisis Statistik Konsumsi Energi Listrik pada Bangunan Gedung Yayasan Widya Dharma Pontianak. *Jurnal ELKHA*, 9(2), 45-52.
- [2] Pasisarha, D. S. (2012). Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines. *Jurnal JTET*, 1(1), 1-7.
- [3] Blocher, R. (2003). Dasar Elektronika. Penerbit Andi. Semarang.
- [4] Noor, F.A., et al. (2017). Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 66-73.
- [5] Sulistyowati, R., et al. (2012). Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal IPTEK*, 16(1), 24-32.
- [6] Putra, D.A., et al. (2020). Monitoring Daya Listrik secara Real Time. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, 8(2), 26-34.
- [7] Agung, W.B., et al. (2017). Analisis Audit Energi untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung AB, Kabupaten Tangerang, Banten. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 6(2), 85-93.
- [8] Uyanto, S.S. (2009). Pedoman Analisis Data dengan SPSS. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [9] Tannady, H., et al. (2015). Pengamatan Waktu Pelayanan Operator Pintu Tol dengan Uji Hipotesis Analysis Of Variance (ANOVA) (Studi Kasus: Gerbang Tol Ancol Timur, Jakarta Utara). *Journal of Industrial Engineering & Management Systems (JIEMS)*, 8(1), 26-54.
- [10] Bain, L. J., et al. (1992). Introduction to Probability and Mathematical Statistics Second Edition. Duxbury. USA.
- [11] Pingge, H.D., et al. (2016). Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar di Kecamatan Kota Tambolaka. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar (JPSD)*, 2(1), 146-167.
- [12] Pujiyanta, A. (2007). Komputasi Numerik dengan Matlab. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [13] Anton, H., et al. (2010). Elementary Linear Algebra Tenth Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- [14] Lelang, M.A. (2017). Uji Korelasi dan Analisis Lintas Terhadap Karakter Komponen Pertumbuhan dan Karakter Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum*, Mill). *Savana Cendana*, 2(2), 33-35.
- [15] Amalia R., et al. (2016). Analisis Sifat Fisikokimia dan Uji Korelasi Regresi antara Nilai Derajat Substitusi dengan Swelling Power dan Solubility pada Tepung Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst) Terasetilasi. *Inovasi Teknik Kimia*, 1(1), 17-26.