
Audit Energi Listrik dan Penentuan Luas Area Hijau di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana Sebagai Usaha Mewujudkan *Green Campus*

Electrical Energy Audit and Determination of Green Areas at the Faculty of Agricultural Technology of Udayana University as Efforts to Create a Green Campus

Joshua Christianto, I Putu Surya Wirawan*, Sumiyati

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Badung, Bali, Indonesia

E-mail: suryawirawan@unud.ac.id

Abstrak

Usaha yang dilakukan untuk mencapai *green campus*, diharapkan Fakultas Teknologi Pertanian (FTP) Universitas Udayana sebaiknya melaksanakan audit untuk mengetahui kesesuaian kondisi Fakultas Teknologi Pertanian pada kriteria *green campus* dengan menggunakan *UI green campus metric guide*. Salah satu kriteria yang dapat dilakukan audit adalah persentase luas lahan hijau dan Audit energi listrik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase luas lahan hijau dan penggunaan energi listrik di Fakultas Teknologi Pertanian Udayana dibandingkan dengan kriteria *UI green campus metric guide*. Pengukuran persentase luas lahan hijau dilakukan dengan menggunakan theodolite sedangkan pengukuran pemakaian energi dilakukan dengan melaksanakan audit energi listrik pada FTP universitas Udayana. Pengukuran luas lahan hijau di FTP menunjukkan bahwa FTP memiliki wilayah sebesar 4.185,278 m² yang tertutup tanaman, jika dibandingkan dengan luas total FTP, maka persentase lahan hijau sebesar 41,1 % dan memiliki nilai 4 dengan poin 225 pada standar *UI green campus metric guide*. Sedangkan pada penggunaan energi listrik per orang di FTP diperoleh nilai sebesar 300 dengan jumlah penggunaan sebesar 30,75 kWh/orang/tahun. Hal ini memiliki arti bahwa dalam kedua aspek di atas, FTP Udayana sudah cukup sesuai dengan standar *UI green campus metric guide* pada kriteria luasan lahan hijau yang dimiliki dan penggunaan energi listrik.

Kata Kunci: *audit, green campus, UI green campus metric guide*

Abstract

As an effort to achieve green campus, The Faculty of Agriculture Engineering (FTP) of Udayana University should perform an audit to know the suitability of the condition of The Faculty of Agriculture Engineering of Udayana University to the green campus using *UI green campus metric guide*. Some of the criteria that can be audited is the percentage of green area and Audit of electricity usage. This research is done to find out the percentage of green area and electricity usage in The Faculty of Agriculture Engineering of Udayana University compared to the criteria of *UI green campus metric guide*. Percentage of green area is measured using theodolite and the measurement of energy usage is done by Auditing the energy usage of FTP of Udayana university. The measurement of green area in FTP of Udayana Shows that FTP Udayana has a green area of 4.185,278 m² with the percentage of 43,1% and has a score of 4 with 225 points according to the standard of *UI green campus metric guide*. As for the electricity usage, FTP has a score of 300 with the usage of 30,75 kWh/person/year. This result shows that in aspect that is shown above, The Faculty of Agriculture Engineering of Udayana University is sufficient with *UI green campus metric guide* in the criteria of percentage of green area and electricity usage

Keywords: *audit, land area, FTP's area, green campus*

PENDAHULUAN

Pemanasan global (*Global Warming*) merupakan permasalahan serius yang mempengaruhi lingkungan dunia. Pemanasan global memberikan berbagai dampak buruk kepada lingkungan seperti meningkatnya ketinggian permukaan laut, perubahan iklim, dan peningkatan suhu laut. Dampak buruk yang disebabkan oleh pemanasan global akan mempengaruhi berbagai makhluk hidup. Pemanasan global juga memberikan penyakit seperti malaria, malnutrisi dan diare dan *Acute Respiratory Infection* (ARI) (Hodambia & Dandala, 2020).

Perguruan tinggi sendiri telah berpartisipasi dalam menghentikan masalah pemanasan global dengan menerapkan program *green campus* (Sari *et al.* 2020). *Green campus* adalah kampus atau universitas yang memperhatikan lingkungan dalam konstruksi bangunan, manajemen kampus, penelitian dan budayanya. Gerakan dalam *green campus* umumnya menekankan pada penggunaan energi yang efisien, pengurangan emisi rumah kaca, pengurangan karbon, melakukan daur ulang dan lain lain. Penilaian program *green campus* dapat diukur menggunakan *UI green campus metric* yang disusun oleh Universitas Indonesia dimana parameter yang dilihat berupa infrastruktur, limbah, penggunaan air, energi, edukasi dan penelitian, dan transportasi (Suwartha dan Sari, 2013).

Fakultas Teknologi Pertanian sebagai bagian dari Universitas Udayana, sebaiknya berpartisipasi dalam program *green campus*. Perubahan menjadi *green campus* tidak mungkin terjadi secara langsung, namun dapat dilakukan secara bertahap. Kriteria yang dapat dikerjakan sebagai salah satu usaha mencapai *green campus* adalah pemakaian energi dan infrastruktur yaitu rasio lahan tertutup tanaman dan penggunaan energi listrik per orang dalam fakultas. Penggunaan energi listrik yang digunakan per orang dihitung menggunakan audit energi listrik. Audit energi listrik adalah proses pemeriksaan penggunaan energi dalam sebuah sistem secara rinci. Pelaksanaan audit energi listrik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui energi listrik yang digunakan untuk menjalankan aktifitas, serta menemukan pemborosan yang terjadi (Rahmad *et al.*, 2017). Pelaksanaan audit

energi listrik dapat dilakukan di ruangan yang berpotensi menggunakan energi listrik terbesar. Audit energi listrik dilakukan dengan mengukur daya alat-alat yang menggunakan energi listrik dan lama penggunaan alat-alat tersebut. Kriteria rasio lahan tertutup tanaman dengan luas total yang berasal dari kategori penataan dan infrastruktur. Rasio vegetasi lahan dihitung dengan membandingkan luas lahan total dengan luas lahan yang ditutupi oleh tanaman. Perhitungan luas total area lahan tidak dapat dihitung menggunakan meteran normal, perbedaan ketinggian dan kemiringan lahan akan membuat perhitungan menggunakan meteran tidak akurat. Perhitungan luas yang baik dapat dilakukan dengan menggunakan alat theodolit.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada gedung akademik (GA) Fakultas Teknologi Pertanian Jimbaran Universitas Udayana pada bulan Januari hingga Februari 2021 pada masa pandemi Covid-19

Alat dan Objek

Alat dan Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah roll meter, theodolit, statif, unting-unting, patok kayu, payung, rambu ukur, kompas, dan nivo. Objek penelitian ini adalah bengkel, *green house*, Ruang dosen Teknik Pertanian dan Biosistem, Teknologi Industri Pertanian, Istitut Teknologi Pangan, ruang sekretariat, dan laboratorium biokimia nutrisi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, dan lahan sekitarnya.

Batasan Penelitian

Penelitian ini digunakan menggunakan dasar denah FTP yang tersedia. Denah gedung GA FTP digunakan untuk menentukan batasan daerah gedung GA FTP. Sedangkan luas lahan hijau yang diukur merupakan luas lahan yang tertutup oleh tanaman untuk dibandingkan dengan standar *UI green campus metric guide*. Adapun standar *UI green campus metric guide* dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Kriteria Persentase Area Tertutup Tanaman

Nilai	Luas Area (m ²)	Poin
1	<1%	0
2	1-20%	0.25 x 300
3	>20-37%	0.50 x 300
4	>37-46%	0.75 x 300
5	>46%	1 x 300

Sumber : *UI Green Campus Metric Guide* (2020)

Sedangkan pada pelaksanaan audit energi listrik, batasan yang digunakan adalah edung GA FTP Universitas Udayana dengan fokus pada bengkel, *green house*, ruang dosen Teknik Pertanian dan Biosistem, Teknologi Industri Pertanian, Teknologi Pangan, ruang sekretariat, ruang dekan, dan laboratorium biokimia dan nutrisi. Pelaksanaan audit dilakukan dengan menggunakan standar *UI green campus metric guide* seperti pada Tabel 2

Tabel 2. Kriteria Total Penggunaan Listrik dibagi dengan populasi Fakultas

Nilai	Total Penggunaan Listrik dibagi dengan populasi	Poin
1	>535 kWh/orang/tahun	0
2	>452-535 kWh/orang/tahun	75
3	>404 – 452 kWh/orang/tahun	150
4	>305 – 404 kWh/orang/tahun	225
5	<=305 kWh/orang/tahun	300

Sumber : *UI Green Campus Metric Guide* (2020)

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian yang dilakukan ini adalah :

1. Luas lahan total
2. Luas lahan tertutup tanaman
3. Pemakaian Listrik
4. Pola Pemakaian listrik

Perhitungan Luas Lahan

Perhitungan luas lahan dilakukan menggunakan teodolit dan roll meter untuk mengukur jarak dari setiap titik yang diukur. Data jarak tersebut akan diubah menjadi panjang dan digunakan untuk menghitung luas dari lahan tersebut. Pengukuran jarak menggunakan teodolit dilakukan dengan menggunakan rumus [1]:

$$D = (Ba - Bb) \times 10 \dots \dots \dots [1]$$

Dimana:

- D = Jarak Optis (m)
- Ba = Benang Atas
- Bb = Benang Bawah

Hasil dari data jarak tersebut kemudian akan diubah menjadi panjang lahan dengan menggunakan metode pitagoras dimana rumus yang digunakan adalah rumus [2];

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2abc \cos C} \dots \dots \dots [2]$$

Dimana:

- a = panjang sisi BC
- b = panjang sisi AC
- c = panjang sisi AB
- C = besar sudut ab

Hasil dari panjang kemudian akan digunakan untuk menghitung luas dengan menggunakan rumus heron dengan membagi menjadi segitiga dan menghitung keliling dengan menggunakan rumus [3] :

$$SI = 0,5 \times (dAB + dBC + dCA) \dots \dots [3]$$

Dimana:

- SI = keliling segitiga ke I
- dAB = jarak AB
- dBC = Jarak BC
- dCA = Jarak CA

Keliling segitiga yang didapatkan kemudian akan digunakan untuk menghitung luas dengan menggunakan rumus [4]:

$$An = \sqrt{SI(SI - dAB)(SI - dBC)(SI - dCA)}$$

$$AT = \sum An \dots \dots \dots [4]$$

Dimana:

- An = Luas ke-n
- AT = Luas lahan hijau total

Hasil dari jumlah luas lahan hijau kemudian akan dirubah ke dalam bentuk persentase dengan menggunakan rumus [5]:

$$Persentase = \frac{AT}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots [5]$$

Dimana:

- AT = luas lahan hijau total
- LT = Luas lahan FTP

Perhitungan Audit Energi Listrik

Audit energi listrik dilakukan dengan mengumpulkan data jenis, jumlah, daya, dan lama

penggunaan alat yang terdapat pada gedung GA FTP Universitas Udayana. Pelaksanaan audit energi listrik dilakukan dengan asumsi bahwa aktifitas berjalan dalam keadaan normal. Perhitungan daya menggunakan rumus (6):

$$W = V \times A \dots \dots \dots [6]$$

Dimana:

- W = Daya (Watt)
- V = Tegangan (Volt)
- A = Ampere (Ampere)

Dengan menggunakan daya hasil perhitungan untuk menghitung kWh yang digunakan menggunakan rumus (7):

$$kWh = W \times T : 1000 \dots \dots \dots [7]$$

Dimana:

- kWh = Kilowatt Per hour
- W = Daya (Watt)
- T = Waktu (Jam)

Pelaksanaan audit energi listrik dilakukan dengan memeriksa jumlah dan jenis alat yang digunakan di gedung GA FTP Universitas Udayana pada pukul 09:00 hingga waktu tutup. Pemeriksaan dilakukan setiap jam selama satu minggu untuk

mengetahui pola penggunaan energi listrik dan jumlah energi listrik yang dipakai setiap harinya. Hasil dari audit kemudian akan digunakan untuk menghitung jumlah penggunaan energi listrik dibagi dengan populasi fakultas dengan menggunakan perhitungan (8):

$$kWh/orang = \sum kWh : \text{Populasi} \dots \dots \dots [8]$$

Dimana:

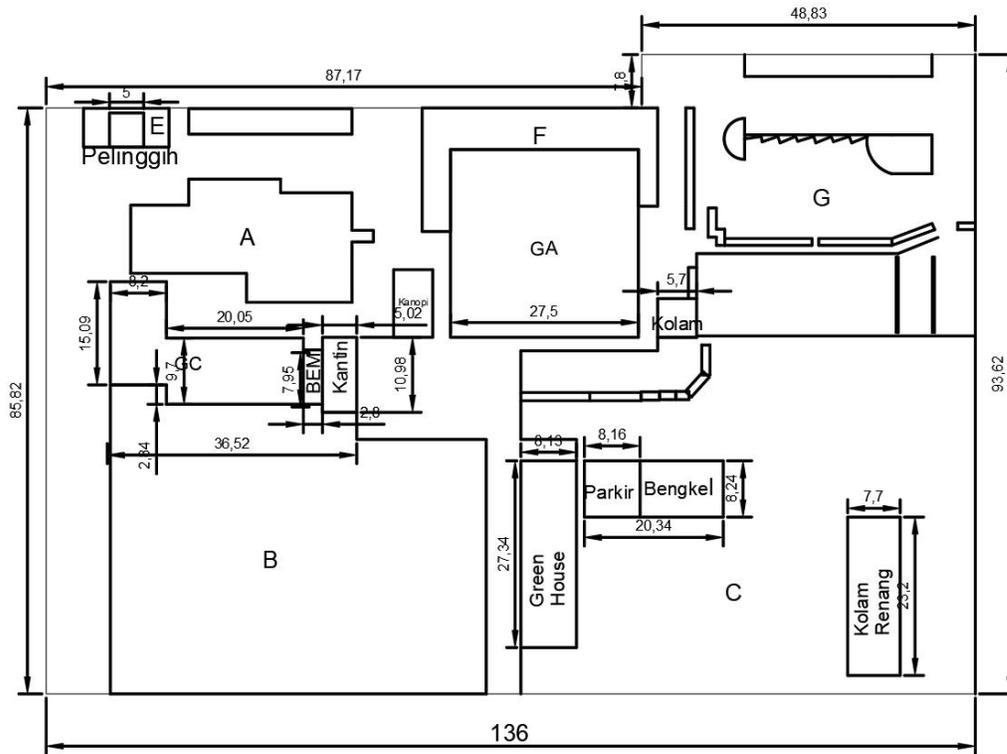
- $\sum kWh$ = Pemakaian energi listrik per tahun
- Populasi = Populasi Fakultas

Hasil audit energi listrik kemudian akan dibandingkan dengan *UI green campus metric guide* untuk dinilai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Lahan Hijau Pada Gedung GA FTP

Luas lahan hijau atau luas lahan yang tertutup tanaman pada gedung GA FTP Universitas Udayana terbagi menjadi beberapa daerah. Daerah daerah tersebut dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Denah FTP Udayana (Skala 1:350)

Adapun luas daerah pada masing-masing lahan hijau tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas lahan Hijau pada gedung GA FTP

No	Daerah	Luas (m ²)
1	A	499,81
2	B	1532,76
3	C	1.504
4	D	89,625
5	E	46,125
6	F	295,938
7	G	217,02
Total		4185,278

Dari hasil diatas maka luas lahan yang tertutup tanaman dapat dijumlahkan menjadi 4.185,278m². Adapun berdasarkan denah gedung

GA FTP Universitas Udayana, Fakultas Teknologi Pertanian memiliki luas total sebesar 10.181,9 m² sehingga jika dihitung sebagai presentasi maka gedung GA memiliki nilai persentase sebesar 41.1%. Jika dibandingkan dengan *UI green campus metric guide*, maka, gedung GA FTP Universitas Udayana akan mendapatkan kategori nilai 4 dengan skor 0.75 x 300 atau 225. Sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase luas lahan hijau gedung GA FTP Universitas Udayana sesuai dengan standar *UI green campus metric guide* dan dapat dikatakan sebagai *green campus* dalam aspek tersebut.

Audit Energi Listrik

Hasil pelaksanaan audit energi listrik pada daerah daerah yang difokuskan pada hari senin-jumat dapat dilihat pada Tabel.4.

Tabel.4 Hasil Audit Energi Gedung GA FTP Universitas Udayana

Ruangan	Daya pada waktu (Watt)								
	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Sekretariat, Dekan & WD	8280,72	9787,4	10174,4	9531,5	9989,2	9683,6	9364,7	2259	1292,3
Dosen TPB, ITP, TIP	45,7	45,7	117,3	101,3	101,3	157,86	132,66	66,5	26,5
Bengkel dan Green House	0	1896,2	1892,6	1892,2	0	0	0	0	0
Perlengkapan	884	884	884	884	884	884	884	884	0
Lab. Biokimia & nutrisi	2.474,2	3348,6	3683,4	2871,4	3233	2844,6	2531,8	1514,6	845,4
Total Rata-Rata	11684,6	15961,9	17553,4	15284,4	14207,5	13570	12913,2	4724,1	3048,2

Selain pada ruangan di atas, penggunaan listrik terjadi pada penggunaan lampu di seluruh gedung GA FTP selain lokasi audit dimana 29 lampu neon dan 25 lampu LED Putih menyala dari pukul 09:00 hingga 17:00 dan pompa air yang menyala selama 24 jam sehingga total daya yang digunakan adalah 10.930Watt setiap harinya.

Gedung Fakultas Teknologi Pertanian tidak beroperasi pada hari sabtu dan minggu sehingga penggunaan energi listrik yang terjadi adalah pada penggunaan tetap seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemakaian tetap pada Gedung GA FTP Universitas Udayana.

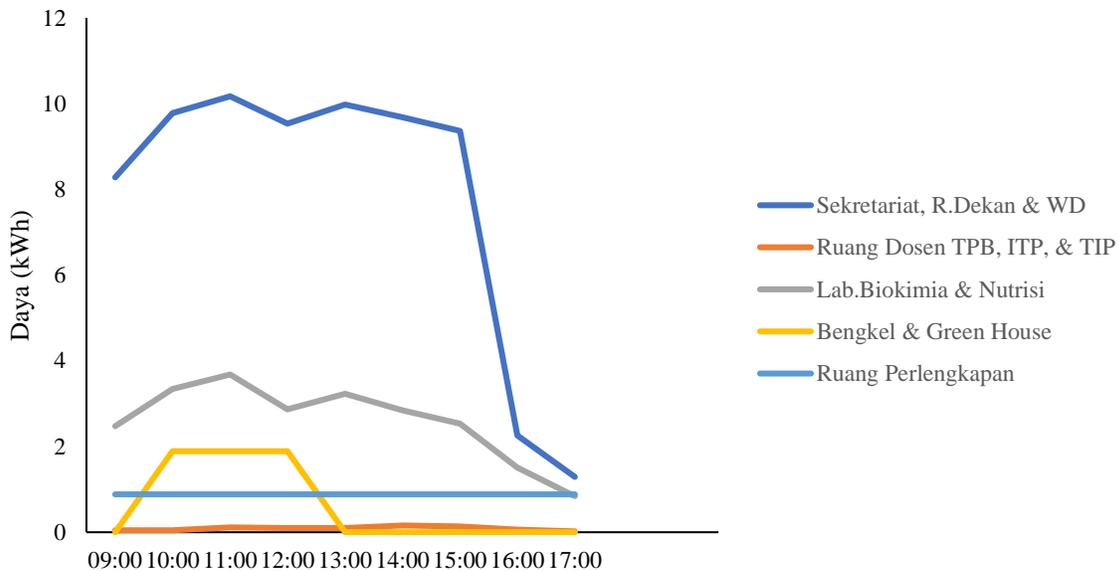
Ruangan	Jenis Alat	Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Total Wh
Sekretariat	FingerSpot Hybrid Series	24	36	864
R. Dosen TPB, ITP, TIP	Wifi Amplifier	24	1.4	33.6
Lab. Biokimia & Nutrisi	Kulkas Sanyo	24	125.4	3009,6
Ruangan Lain	Pompa air	24	286	6864

Penggunaan energi listrik, Pola pemakaian energi listrik, dan persentase pembagian peralatan yang menggunakan energi listrik FTP Universitas

Udayana setiap harinya dapat dilihat Tabel 6 pada Gambar 2, dan Gambar 3.

Tabel 6. Pemakaian energi listrik FTP setiap hari

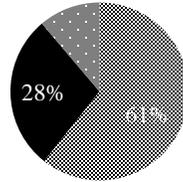
Ruangan	Daya Per hari (kWh)
Sekretariat, R.Dekan & WD	50,75211
Dosen TPB, ITP, TIP	0,5521
Bengkel dan <i>Green House</i>	4,0632
Perlengkapan	5,22
Lab. Biokimia dan nutrisi	22,086
Lainnya	9,768
Total	92,442



Gambar 2. Pola pemakaian energi listrik FTP Universitas Udayana

Persentase Konsumsi Listrik

■ P.Listrik ■ A.C ■ Lampu



Gambar 3. Persentase Konsumsi Listrik Gedung GA FTP Udayana

Dengan asumsi bahwa 1 tahun terdiri dari 365 hari, maka dapat diketahui bahwa penggunaan energi di FTP setiap tahunnya adalah 33.742 kWh

Adapun populasi Fakultas FTP Universitas Udayana dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Populasi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana

Nama Prodi	SMT Ganjil	SMT Genap	Jumlah
Magister Teknologi Pangan	28	0	28
Teknologi Pangan	386	0	386
Teknologi Industri Pertanian	314	0	314
Teknik Pertanian dan Biosistem	279	0	279
Pegawai	29	0	29
Dosen	61	0	61
Jumlah	1097	0	1097

Sumber: Data Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana (2020)

Sehingga perhitungan penggunaan energi listrik di FTP Universitas Udayana adalah sebesar 30,75 kWh/orang/tahun. Jika dibandingkan dengan *UI green campus metric guide*, maka dapat diketahui bahwa penggunaan energi listrik di FTP Universitas Udayana akan mendapatkan nilai 5 dengan jumlah poin sebesar 300 yang berarti bahwa FTP Udayana dapat dikatakan sebagai *green campus* pada aspek penggunaan energi listrik.

KESIMPULAN

Gedung GA Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana memiliki luas total sebesar 10.181,9 m² dengan lahan sebesar 4.185,278 m² ditutupi oleh tanaman dan memiliki persentase sebesar 41,1% sehingga memiliki nilai kesesuaian sebesar 4 poin atau skor 225 pada *UI green campus metric guide*. Penggunaan energi

listrik per orang setiap tahun adalah sebesar 30,76 kWh/orang/Tahun dan memiliki nilai kesesuaian tertinggi yaitu 300 menurut *UI green campus metric guide*

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. (2014). *Kajian Penentuan Luas Tanah Dengan Berbagai Metode*. 15(September), 48–58.
- Bernadiktus, F. (2019). Analisa Evaluasi Intensitas Konsumsi energi Melalui Audit Energi Listrik di Gedung Rektorat Universitas Riau. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Daulay, I. M. (2020). Analisis Audit Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Energi

- Di Pt.Kamadjaja Logistik Unilever Medan Dikerjakan.
- Fitriadi, R., & Werdaningsih, Y. (2016). Audit Energi Dengan Pendekatan Metode Ahp (*Analytical Hierarchy Process*) Untuk Penghematan Energi Listrik (Studi Kasus : PT . ABC). 2015, 126–134.
- Hodambia, M., dan Dandala, S. (2020). *Impact of Global Warming on Public Health*. 1(2), 65–70.
- Kartika, S. (2017). Analisi Konsumsi Energi dan Program Konservasi Energi (Studi Kasus : Gedung Perkantoran dan Kompleks Perumahan TI). *Sebatik*, 30, 41–51.
- Maulana, F. (2013). Peta Perencanaan Perumahan Menggunakan UAV dan Geodetic Untuk Uji Akurasi Serta Studi Komparasi Biaya Pengukuran Dengan Theodolite TS.
- Machmud, A., dan Mubarok, H. (2019). Audit Energi dan Peluang Konservasi Energi Listrik Di Pt. Arelsi Karya Sejahtera.
- Naskah Akademik dan Perencanaan Implementasi Green Campus IPB. (2019).
- Rahmad, M., Chairani, S., dan Kiman, S. (2017). Audit Energi Pada Proses Produksi CPO (Crude Palm Oil) di PT. Socfindo Lae Butar, Aceh Singkil. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 2(1), 320–330.
- Sari, R. F., Birkenfeld, U., dan America, N. (2020). *UI GreenMetric World University Rankings 2020 : Wageningen University and Research , Netherlands – The World ' s Most Sustainable University*.
- Setanu, I. B. P., Hartati, R. S., & Kumara, I. N. S. (2012). Pengelolaan Energi Listrik Pada Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Kampus Sudirman Denpasar. 11(86), 25–32.
- Suwartha, N., dan Sari, R. F. (2013). Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: Assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*, 61, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.034>
- Wardhana, Y. P. K. (2015). *Pembaruan Peta dan Sig Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*.
- UI *Green Campus Metric Guide*. (2020). In *Universitas Indonesia*. Universitas Indonesia. <https://doi.org/10.3143/geriatrics.55.contents2>
- Untoro, J., Gusmedi, H., & Purwasih, N. (n.d.). Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*.