

Signifikansi Pembatasan Waktu Penggunaan AC Terhadap Kenyamanan Termal

**Nugroho Budi Wicaksono¹; Pippie Arbiyanti¹; Sukma Meganova Effendi¹;
Felix Krisna Aji Nugraha¹; Bernardinus Sri Widodo^{1*}**

1. Universitas Sanata Dharma, Jl. Affandi, Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY 55281,
Indonesia

**Email: bernard@usd.ac.id*

Received: 26 Oktober 2023 | Accepted: 7 Januari 2024 | Published: 8 Januari 2024

Abstract

One of the Universal Apostolic Preferences (UAP): Caring for Our Common Home is in line with Pope Francis' encyclical letter: Laudato Si'. The encyclical also encourages academics to speak up about the environmental crisis to find better solutions before it is too late. The encyclical's mention of air-conditioning shows that we are not only worried about environmental issues, but also using energy in vain - for granted. In an effort to take care of our common home, this research seeks to implement the proposed time limitation of air conditioning use in the Department of Electromedical Technology, Faculty of Vocational Study, Sanata Dharma University, and evaluate the proposal based on primary data collected from the research. Data obtained from the electrical parameter monitoring system and temperature and humidity monitoring were used as primary data. The monitoring system utilizes ESP8266, PZEM-004T, and DHT22 hardware as internet of things (IoT) and data acquisition devices. The limitation of AC usage time showed a saving of 81,26 kWh from the monitoring results for 2 weeks, but thermal comfort with temperature limitation in the range of 28.7 °C - 31 °C was not met.

Keywords: air conditioner, AC, thermal comfort, temperature, electrical monitoring system, temperature and humidity monitoring system

Abstrak

Salah satu Preferensi Kerasulan Universal (Universal Apostolic Preferences—UAP): Merawat Rumah Kita Bersama sejalan dengan ensiklik Paus Fransiskus, Laudato Si'. Ensiklik ini juga mendorong akademisi untuk berbicara tentang krisis lingkungan untuk mencari solusi yang lebih baik sebelum terlambat. Disebutkan bahwa penggunaan pendingin udara (AC) pada ensiklik tersebut menunjukkan bahwa kita tidak hanya khawatir tentang masalah lingkungan, tetapi juga menggunakan energi secara sia-sia atau seenaknya – for granted. Dalam upaya merawat rumah kita bersama, penelitian ini berusaha untuk menerapkan usulan pembatasan waktu penggunaan AC di program studi Teknologi Elektromedis, Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma, dan mengevaluasi usulan tersebut berdasarkan data primer yang dikumpulkan dari penelitian. Data yang diperoleh dari sistem pemantauan parameter listrik dan pemantauan suhu dan kelembapan digunakan sebagai data primer. Sistem pemantauan tersebut memanfaatkan perangkat keras ESP8266, PZEM-004T, dan DHT22 sebagai perangkat internet of things (IoT) dan akuisisi data. Pembatasan waktu penggunaan AC menunjukan penghematan sebesar 81,26 kWh dari hasil pemantauan selama 2 minggu, tetapi kenyamanan termal dengan batasan suhu pada rentang 28,7 °C - 31 °C tidak terpenuhi.

Kata kunci: AC, kenyamanan termal, suhu, pemantauan listrik, pemantauan suhu dan kelembapan

1. PENDAHULUAN

Ensiklik Paus Fransiskus, *Laudato Si'* tentang Perawatan Rumah Kita Bersama [1] sejalan dengan salah satu Preferensi Kerasulan Universal (*Universal Apostolic Preferences* – UAP) Serikat Yesus: Merawat Rumah Kita Bersama. Ensiklik *Laudato Si'* merupakan dokumen yang luar biasa dalam pelbagai hal. Ensiklik ini juga mengajak akademisi untuk melakukan dialog tentang krisis ekologi dengan tujuan menemukan solusi yang lebih baik sebelum terlambat [2].

Pada Ensikliknya tersebut Paus Fransiskus menyinggung penggunaan pendingin udara (*air conditioner* – AC) pada paragraf ke-55 di bagian Tanggapan-Tanggapan yang Lemah. Penggunaan AC tidak perlu dipandang sebagai sebuah dosa yang turut serta merusak bumi. Pada pembukaan di bagian Tanggapan-Tanggapan yang Lemah tersebut, Paus Fransiskus lebih menekankan bahwa kita belum memiliki budaya yang diperlukan untuk menghadapi krisis ekologi ini. Penekanan ini bertujuan agar kita kemudian memiliki budaya untuk memaknai ciptaan Allah benar-benar sebagai sebuah anugerah, bukan hanya dipandang hanya sebagai anugerah – *take for granted*. Disinggungnya penggunaan AC pada ensiklik tersebut lebih condong bahwa saat ini kita memiliki keprihatinan terhadap permasalahan ekologi, tetapi juga menggunakan energi listrik secara sia-sia atau seenaknya – *for granted* [3].

Program Studi Teknologi Elektromedis (Prodi TEM), Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma memiliki 5 ruang laboratorium dan 4 ruang lain (ruang dosen dan ruang layanan laboratorium) dengan total AC (*standing, split, cassette*) sebanyak 9 buah di Gedung Unit IV Lantai 4, Kampus Vokasi, Universitas Sanata Dharma. Berdasarkan Laporan Audit Energi yang dilakukan oleh Tim Audit Energi Yayasan Sanata Dharma tahun 2017; 9 ruang tersebut diperkirakan memiliki Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 173,59 kWh/m²/tahun dengan total penggunaan kWh untuk AC adalah 19.783 kWh dalam 1 tahun. Data tersebut bukan merupakan data hasil pengukuran secara langsung, tetapi merupakan pendekatan asumsi berdasarkan spesifikasi dari AC. Widodo, *et.al.* [4] telah melakukan implementasi terkait monitoring listrik di Rumah Sakit Panti Nugroho Sleman dan mahasiswa-mahasiswi prodi TEM juga [5] telah mendapatkan pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa dalam mengimplementasikan monitoring suhu dan kelembapan untuk Rumah Sakit Panti Nugroho Sleman. Dua kegiatan yang telah dilakukan ini akan digunakan sebagai acuan langkah awal pada penelitian ini. Pengaturan suhu AC di ruangan semestinya didasarkan pada suhu ruangan berdasarkan pada analisis kenyamanan termal.

Kenyamanan termal dapat didefinisikan sebagai kondisi nyaman atau tenteram yang dialami manusia/mahluk hidup yang didasarkan pada lingkungan atau iklim. Kondisi nyaman ini juga didasarkan pada penilaian subyektif terhadap kondisi iklim di sekitarnya [6]. Penilaian secara subyektif ini dipengaruhi oleh perbedaan regulasi termal dari tubuh manusia [7]. Di Indonesia, penelitian terkait dengan kenyamanan termal terkait dengan kesehatan manusia dan upaya konservasi energi [8]. Beberapa penelitian terkait kenyamanan sudah dilakukan di Indonesia dan mayoritas hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa standar ASHRAE memiliki tingkat kenyamanan termal yang lebih rendah untuk diterapkan di Indonesia [8], [9]. Hal ini dipertegas oleh Karyono [9], bahwa standar yang berlaku di Indonesia mengadopsi sepenuhnya dari standar yang berlaku di Amerika dengan mengubah nilai standar dari 24 °C menjadi 25,5 °C [10] dan tahun 2020 nilai standar suhu untuk ruang kerja menjadi 25 °C [11]. Standar Nasional Indonesia 6390 ini utamanya ditujukan untuk gedung perkantoran yang dibangun pada dataran rendah atau kota pesisir, seperti Surabaya dan Jakarta.

Dengan memperhatikan upaya konservasi energi yang sejalan dengan UAP: Merawat Rumah Kita Bersama; penelitian ini berupaya untuk mengimplementasikan usulan pembatasan waktu

penggunaan AC di Prodi TEM, Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma dan mengevaluasi usulan pembatasan tersebut berdasarkan data primer data primer yang diperoleh dari hasil penelitian.

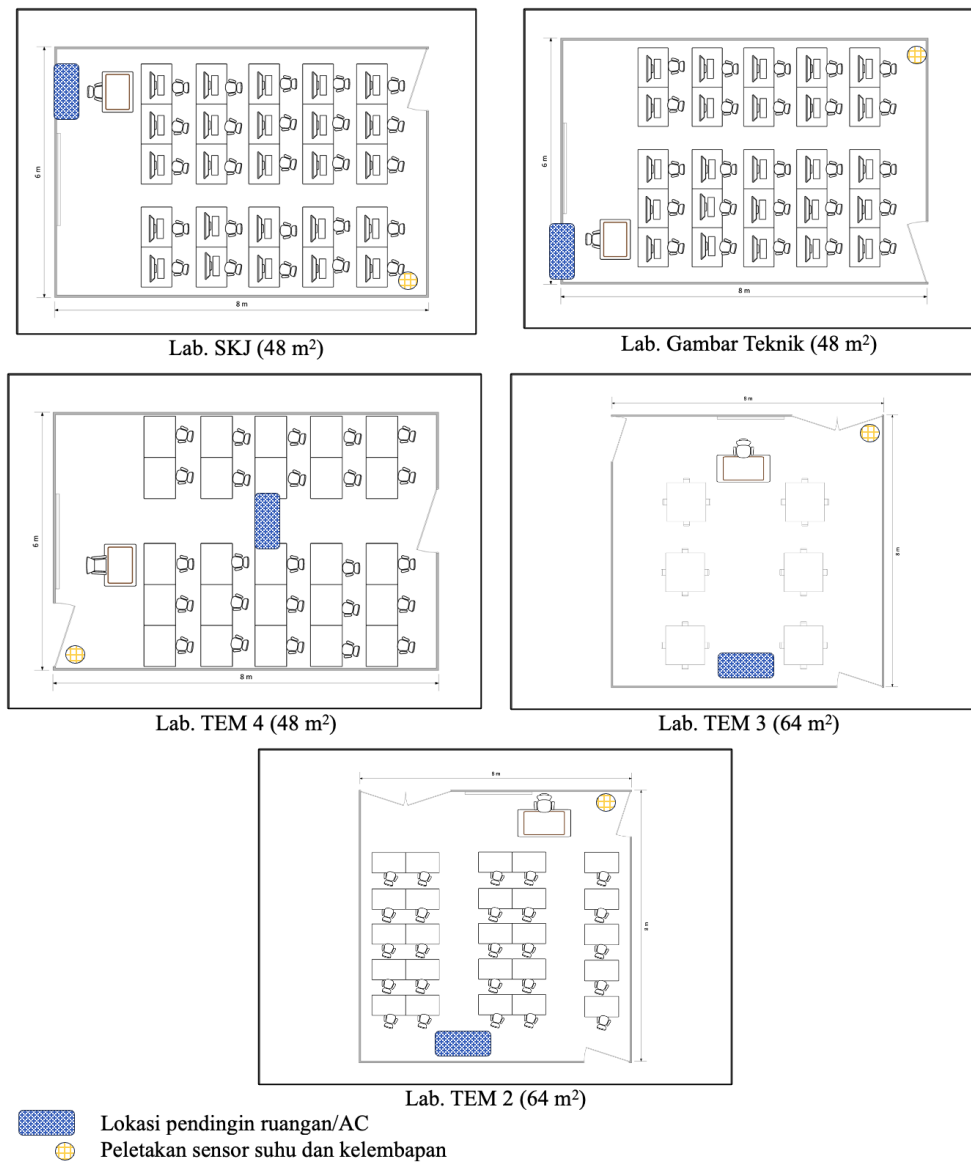
2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Data Profil Ruangan

Data spesifikasi pendingin udara (AC) pada Prodi TEM lantai 4, Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma ditunjukkan pada Tabel 1. Denah ruangan laboratorium, lokasi peletakan sensor suhu dan kelembapan, serta lokasi AC ditunjukkan pada Gambar 1. Sensor suhu dan kelembapan diletakkan pada posisi terjauh dari AC. Merk AC yang terpasang pada ruang laboratorium, antara lain: Gree, Panasonic, Fuji, Toshiba, dan LG (inverter).

Tabel 1. Luas Ruang Laboratorium dan Daya AC

No	Nama Ruang Laboratorium	Luas (m ²)	Daya AC (W)
1	Sistem Komputer Jaringan (SKJ)	48	1500
2	Gambar Teknik (GT)	48	1800
3	Teknologi Elektromedis 2 (TEM 2)	64	2500
4	Teknologi Elektromedis 3 (TEM 3)	64	2500
5	Teknologi Elektromedis 4 (TEM 4)	48	1800
6	Ruang Dosen dan Ruang Layanan Laboratorium	24	1800
		24	900
		24	1250
		24	1250

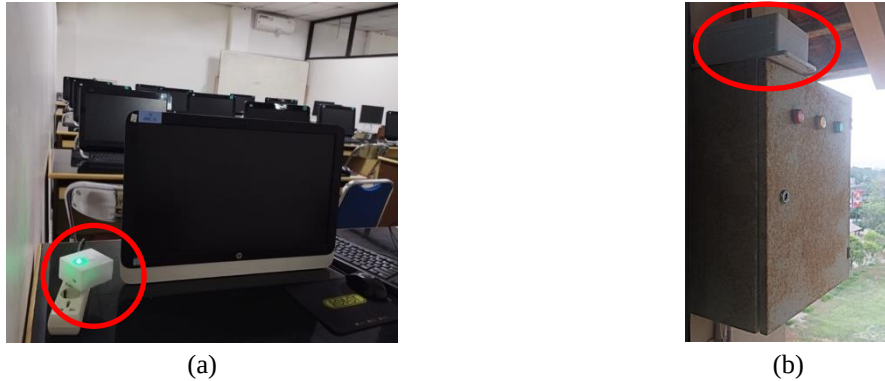


Gambar 1. Denah ruangan, lokasi pendingin ruangan/AC, dan peletakan sensor suhu dan kelembapan.

2.2. Sistem Pemantauan

Ada 2 sistem pemantauan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu: pemantauan listrik, dan pemantauan suhu dan kelembapan. *Development Board NodeMCU ESP8266* digunakan sebagai perangkat Internet of Things (IoT) yang terhubung pada jaringan internet dan juga sebagai perangkat akuisisi data. Pada sistem pemantauan parameter listrik, 3 buah sensor PZEM-004T digunakan untuk memantau fasa R, S, dan T pada panel listrik khusus AC. PZEM-004T-100A merupakan produk dari Peacefair yang memiliki spesifikasi pembacaan tegangan dari 80-260 V_(AC) dengan resolusi 0,1 V_(AC); pembacaan arus dari 0-100 A_(AC) dengan resolusi pembacaan 0,001 A_(AC) dan akurasi pengukuran sebesar 0,5%; dan antarmuka komunikasi PZEM-004T-100A dengan ESP6288 dilakukan melalui layer fisik dengan komunikasi UART to TTL (*baud rate: 9600, 8 data bits, 1 stop bit, dan no parity*). Ada 5 buah perangkat pemantau suhu dan kelembapan yang telah dikembangkan, masing-masing alat diletakkan pada ruang kelas sesuai dengan Gambar 1. Sensor DHT 22 digunakan sebagai pemantau suhu dan kelembapan. Sensor DHT 22 merupakan sensor yang diproduksi oleh ASAIR (Aosong Electronics Co, LTD) dan memiliki kemampuan untuk membaca suhu pada rentang -40 °C

sampai dengan 80 °C dan untuk kelembapan relatif dari 0 sampai dengan 100% RH. DHT 22 merupakan produk dari hasil pengembangan DHT11 yang tidak memerlukan kalibrasi saat digunakan karena data koefisien kalibrasi telah disimpan saat proses produksi [6]. Akurasi DHT 22 untuk kelembapan relatif adalah $\pm 2\%$ RH (max. $\pm 5\%$ RH) dan akurasi untuk suhu dapat mencapai $< 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [12]. Gambar 2 menunjukkan pemasangan sistem pemantauan suhu dan kelembapan pada laboratorium SKJ dan sistem pemantauan listrik pada panel listrik khusus untuk AC. Kedua sistem pemantauan yang disebutkan di atas terhubung pada access point yang telah tersedia di laboratorium dan mengirimkan data yang diperoleh ke *web server* setiap rentang waktu tertentu.



Gambar 2. (a) Pemasangan Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan pada Lab. SKJ dan (b) Pemasangan Sistem Pemantauan Listrik pada Panel Listrik khusus untuk AC.

2.3. Pemantauan dan Pengambilan Data Penelitian

Pemantauan dan pengambilan data primer penelitian ini dilakukan pada musim kemarau dari tanggal 4 September 2023 hingga 29 September 2023. Data primer penelitian ini berupa data suhu, data kelembapan, dan data parameter kelistrikan (tegangan, arus, daya, faktor daya, frekuensi, dan daya per satuan waktu (kWh)) Data sekunder suhu di Daerah Istimewa Yogyakarta diambil dari Data Online – Pusat Database - Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Sistem pemantauan suhu dan kelembapan mengirimkan data ke *web server* setiap 5 menit dan sistem pemantauan parameter listrik setiap 10 menit.

Pengambilan data primer selama 4 minggu tersebut dibagi dalam 2 tahapan. Tahap 1 pada 2 minggu pertama (4 September 2023 – 15 September 2023) merupakan tahapan dimana usulan pembatasan waktu penggunaan AC belum diterapkan atau dapat disebut sebagai tahap Tanpa Batasan Penggunaan (TBP). Tahap 2 merupakan tahapan dimana usulan waktu penggunaan AC diimplementasikan selama 2 minggu terakhir (18 September 2023 – 29 September 2023) atau disebut dengan tahap Dengan Batasan Penggunaan (DBP). Pada tahap DBP, aturan yang diusulkan adalah AC dapat dinyalakan setelah pukul 10:00 WIB. Seluruh jadwal perkuliahan dimulai pukul 08:00, sehingga selama kegiatan perkuliahan dari pukul 08:00 – 10:00 WIB tanpa menggunakan AC, pintu ruangan dan ventilasi lainnya dapat dibuka.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemantauan Parameter Listrik

Data pemantauan parameter listrik selama 28 hari ditunjukkan pada Tabel 2. Perbandingan data penggunaan daya per satuan waktu (kWh) dari pukul 08:00 sampai dengan 09:59 antara TBP dan DBP menunjukkan penghematan sebesar 81,26 kWh. Dalam persentase, penghematan sekitar 94,58% dari 2 jam penggunaan AC dan penghematan sekitar 86% dari analisis data 24 jam

penggunaan. Adanya penggunaan daya yang terukur pada DBP terjadi karena kelalaian pengguna ruangan.

Tabel 2. Data Pemantauan Listrik 28 Hari

Kondisi	Analisis Waktu	kWh
Tahap 1 - Tanpa Batasan Penggunaan (TBP)	24 Jam (00:00 – 23:59)	485,48
	2 Jam (08:00 – 09:59)	94,72
Tahap 2 - Dengan Pembatasan Penggunaan (DBP)	24 Jam (00:00 – 23:59)	417,84
	2 Jam (08:00 – 09:59)	13,46

3.2. Pemantauan Suhu Ruang Laboratorium dan Kenyamanan Mahasiswa

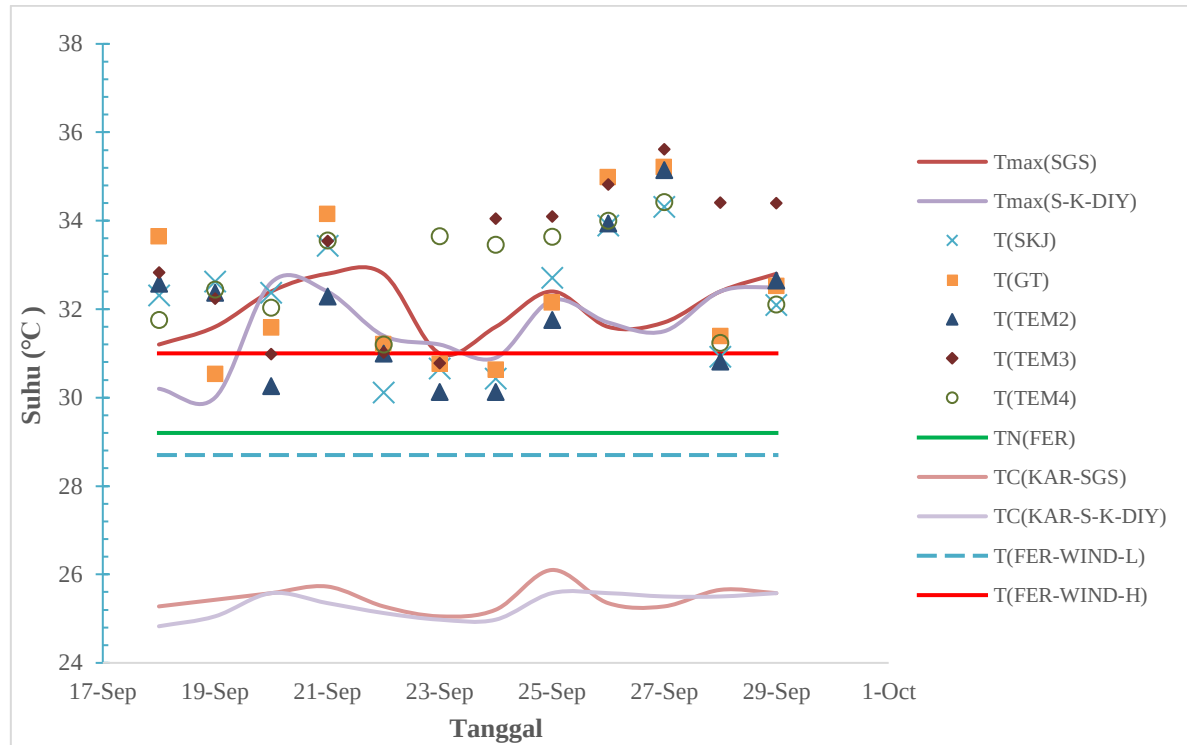
Hasil pengamatan data suhu pada tahap DBP ditunjukkan pada Gambar 3. Data Sekunder dari BMKG diperoleh dari Stasiun Geofisika Sleman (SGS) dan Stasiun Klimatologi Daerah Istimewa Yogyakarta (S-K-DIY). Karyono pada [9] dan [13] dengan mendasarkan pada penelitian-penelitian terkait dengan kenyamanan termal yang dilakukan di Indonesia membuat persamaan untuk memprediksi kenyamanan suhu (T_c) yang dinyatakan sebagai berikut:

$$T_c = 0,749T_d + 5,953 \quad (1)$$

Dengan T_d merupakan suhu rata-rata harian di luar ruangan. Grafik $T_{c(KAR-SGS)}$ dan $T_{c(KAR-S-K-DIY)}$ pada Gambar 3 merupakan data suhu rata-rata yang diperoleh dari 2 stasiun pemantauan BMKG (SGS dan S-K-DIY) dari tanggal 18 September 2023 hingga 29 September 2023. Kisaran kenyamanan suhu berdasarkan persamaan 1 di atas berdasarkan data suhu rata-rata dari SGS di antara pada suhu 25,05 °C sampai dengan 26,1 °C; dan 24,83 °C sampai dengan 25,57 °C berdasarkan data suhu rata-rata dari S-K-DIY. Secara berurutan, suhu rata-rata minimum dan maksimum yang tercatat pada SGS adalah 25,5 °C dan 26,9 °C; Sedangkan pada S-K-DIY adalah 25,2 °C dan 26,2 °C.

Feriadi pada [14] dan [15] melakukan penelitian terkait kenyamanan termal di Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil survey dari 525 responden, suhu yang dianggap nyaman adalah 29,2 °C. Suhu nyaman adalah juga disebut sebagai suhu netral (T_n) yang pada Gambar 3 dinyatakan sebagai $T_{c(FER)}$. Feriadi pada [14] juga menyatakan bahwa kecepatan angin berpengaruh pada kenyamanan termal. Dengan kecepatan udara sebesar 0,4 – 1 m/s dapat meningkatkan kenyamanan termal hingga pada rentang 28,7 °C sampai dengan 31 °C yang pada Gambar 3 dinyatakan sebagai $T_{(FER-WIND-L)}$ dan $T_{(FER-WIND-H)}$.

Data suhu para ruang laboratorium ditunjukkan sebagai grafik $T_{(SKJ)}$, $T_{(GT)}$, $T_{(TEM2)}$, $T_{(TEM3)}$, dan $T_{(TEM4)}$ pada Gambar 3. Data tersebut diperoleh dari sistem pemantauan suhu dan kelembapan. Data tersebut merupakan data suhu rata-rata pada pukul 09:30 – 10:30 WIB.



Gambar 3. Perbandingan Hasil Pemantauan Suhu pada Ruang Laboratorium SKJ, GT, TEM 2, TEM 3, dan TEM 4 dengan Data Sekunder dari BMKG; Suhu Nyaman dan Netral dari Karyono; dan Suhu Nyaman dengan Faktor Kecepatan Angin dari Feriadi.

Berdasarkan data di atas dan batasan *threshold* dari Feriadi ($T_{(FER-WIND-L)}$ dan $T_{(FER-WIND-H)}$), suhu ruang yang diklasifikasikan dalam batas nyaman ditunjukkan pada Tabel 3. Okupasi ruang laboratorium sesuai dengan Tabel 3 adalah 0 atau tidak digunakan pada saat perkuliahan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pendingin ruangan sangat dibutuhkan dalam kegiatan perkuliahan. Pemantauan dan pengkondisian ruang laboratorium pada kondisi nyaman secara termal menjadi faktor penting untuk dapat meningkatkan produktivitas pada saat perkuliahan atau kondisi aktif bekerja [6]. Batasan *threshold* dari Feriadi [14] lebih sesuai digunakan sebagai acuan dalam menentukan kenyamanan termal dengan memperhatikan faktor kecepatan udara.

Tabel 3. Ruang Laboratorium dengan Batas Nyaman berdasarkan $T_{(FER-WIND-L)}$ dan $T_{(FER-WIND-H)}$

Tanggal	Ruang Laboratorium
19 September 2023	GT
20 September 2023	TEM 2, TEM 3
22 September 2023	SKJ, TEM 2, TEM 3
28 September 2023	SKJ, TEM 2

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan pendingin udara pada ruang laboratorium di program studi Teknologi Elektromedis menjadi faktor penentu dalam menjaga ruangan dalam kondisi nyaman secara termal. Dalam upaya untuk meningkatkan konservasi energi yang sesuai dengan ajakan pada Preferensi Kerasulan Universal (*Universal Apostolic Preferences – UAP*) Serikat Yesus: Merawat Rumah Kita Bersama; maka kebijakan penggunaan AC pada musim kemarau di ruang laboratorium prodi tidak

dapat didasarkan pada batasan waktu, tetapi harus didasarkan pada hasil pembacaan suhu dari sistem pemantauan suhu dan kelembapan yang ditempatkan pada lokasi yang terjauh dari sumber pendingin udara (AC). Keterbukaan terhadap kemungkinan dalam pengadaan AC dengan teknologi yang hemat energi juga harus menjadi kesadaran oleh para pemangku kepentingan; sebagai salah satu upaya dalam mendukung ensiklik *Laudato Si'* dan UAP: Merawat Rumah Kita Bersama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sanata Dharma atas dukungan dana penelitian dalam skema Penelitian dengan Tema UAP dan kepada mahasiswa Fakultas Vokasi yang terlibat dalam penelitian selama pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Paus Fransiskus, Ensiklik *Laudato Si'* tentang Perawatan Rumah Kita Bersama. Departemen Dokumentasi dan Penerangan KWI, 2015.
- [2] Martin Harun, "Laudato Si' and the Environment: Pope Francis' Green Encyclical," *Diskursus*, vol. 18, no. 1, pp. 120–123, Apr. 2022.
- [3] Jeffrey Mirus, "What's all this about air conditioning?" Accessed: Apr. 14, 2023. [Online]. Available: <https://www.catholicculture.org/commentary/whats-all-this-about-air-conditioning/>
- [4] Bernardinus Sri Widodo, Nugroho Budi Wicaksono, Agatha Mahardika Anugrayuning Jiwatami, and Sukma Meganova Effendi, "Laporan Pengabdian kepada Masyarakat Internet of Thing (IoT) Sebagai Pendukung Green Hospital bagi Rumah Sakit Panti Nugroho Sleman," Sleman, 2022.
- [5] Leonarda Gloria Chelsy Piri, Campuh Praptomo, Stephanie Laurita Nugroho, Angelita Martina Loy Ria, and Agatha Mahardika Anugrayuning Jiwatami, "Laporan Akhir Program Kreativitas Mahasiswa: Implementasi Internet of Things Monitoring Suhu dan Kelembapan untuk Meningkatkan Mutu Layanan Kesehatan di Rumah Sakit Panti Nugroho," Sleman, 2022.
- [6] M. Nascimento and P. Lopes, "Internet of things and machine learning applied to the thermal comfort of internal environments," *Indoor and Built Environment*, vol. 31, no. 9, pp. 2274–2290, 2022, doi: 10.1177/1420326X221097338.
- [7] K. Fabbri, "Ergonomics of the Thermal Environment. Human Body and Clothes," in *Indoor Thermal Comfort Perception: A Questionnaire Approach Focusing on Children*, K. Fabbri, Ed., Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 25–74. doi: 10.1007/978-3-319-18651-1_3.
- [8] M. N. F. Alfata, A. M. Nugroho, and S. N. Eka Siwi, "Kenyamanan Termal pada Ruang Iklim di Dua Daerah dengan Karakteristik Iklim yang Berbeda Studi Kasus : Malang dan Surabaya," *Jurnal Permukiman*, vol. 9, no. 1, pp. 28–40, Apr. 2014, doi: 10.31815/jp.2014.9.28-40.
- [9] T. H. Karyono, "Thermal Comfort in Indonesia," in *Sustainable Houses and Living in the Hot-Humid Climates of Asia*, H. B. and T. H. Kubota Tetsu and Rijal, Ed., Singapore: Springer Singapore, 2018, pp. 115–121. doi: 10.1007/978-981-10-8465-2_11.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, *Standar Nasional Indonesia - SNI 6390:2011 (Konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011.
- [11] Badan Standarisasi Nasional, *Standar Nasional Indonesia - SNI 6390:2020 (Konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2020.

- [12] Aosong Electronics, “Digital relative humidity & temperature sensor AM2302/DHT22.” 2010. Accessed: Oct. 26, 2023. [Online]. Available: cdn-shop.adafruit.com
- [13] T. H. Karyono, “Predicting Comfort Temperature in Indonesia, an Initial Step to Reduce Cooling Energy Consumption,” *Buildings*, vol. 5, no. 3, pp. 802–813, 2015, doi: 10.3390/buildings5030802.
- [14] Henry Feriadi, “Thermal comfort for natural ventilated residential buildings in the tropical climate,” Unpublished PhD Dissertation, National University of Singapore, Singapore, 2003.
- [15] H. Feriadi and N. H. Wong, “Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia,” *Energy Build*, vol. 36, no. 7, pp. 614–626, 2004, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.01.011>.