

## Aspek Ekonomi pada Pemborosan Energi oleh Minimarket di Dataran Tinggi

Hermawan<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Universitas Sains Al-Qur'an, Wonosobo

<sup>1)</sup> [hermawan@unsiq.ac.id](mailto:hermawan@unsiq.ac.id)

### Abstrak

Pemanasan global membuat bangunan memerlukan AC untuk membuat nyaman pengguna bangunan. Wilayah tropis mempunyai wilayah yang berbeda iklimnya yaitu Dataran Rendah dan Tinggi. Kondisi iklim di dataran rendah termasuk dalam kategori wilayah panas sehingga memerlukan AC, sedangkan Dataran tinggi termasuk dalam kategori wilayah dingin sehingga penggunaan AC akan membuat pemborosan energi. Penggunaan AC pada minimarket modern diduga akan membuat pemborosan energi sehingga perlu penelitian tentang pemborosan energi yang terjadi. Tujuan penelitian adalah menemukan faktor pemborosan energi pada penggunaan AC oleh minimarket di Dataran Tinggi. Penelitian menggunakan metode penelitian lapangan yang dipadukan dengan simulasi untuk menemukan potensi perubahan elemen bangunan yang memungkinkan agar tercapai penghematan energi. Variabel yang diteliti adalah suhu udara dan kelembaban. Faktor ekonomi menjadi aspek yang diteliti dalam keterkaitan dengan pemborosan energi yang dihasilkan. Penelitian mendapatkan hasil bahwa AC masih diperlukan untuk membuat nyaman penghuni saat siang hari dengan suhu yang cukup tinggi. Beberapa waktu perlu adanya jadwal untuk mematikan AC. Sebagian besar wilayah dataran tinggi mempunyai suhu lingkungan yang sesuai dengan suhu nyaman pengguna bangunan.

**Kata kunci :** AC, dingin, aspek ekonomi, pemborosan energi, nyaman.

### Abstract

*Global warming makes buildings require air conditioning to make building users comfortable. Tropical regions have areas with different climates, namely the Lowlands and the Highlands. The climate conditions in the lowlands are included in the hot area category so they require air conditioning, while the highlands are included in the cold area category so the use of air conditioning will result in a waste of energy. The use of AC in modern minimarkets is thought to cause energy waste, so research is needed on the energy waste that occurs. The aim of the research is to find energy waste factors in the use of AC by minimarkets in the Highlands. The research uses field research methods combined with simulation to find potential changes to building elements that make it possible to achieve energy savings. The variables studied were air temperature and humidity. Economic factors are the aspect studied in relation to the waste of energy produced. Research shows that AC is still needed to make residents comfortable during the day with quite high temperatures. Some times there needs to be a schedule to turn off the AC. Most highland areas have an environmental temperature that is in accordance with the comfortable temperature for building users.*

**Keywords:** AC, cold, economic aspects, waste of energy, comfortable..

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan iklim dunia menandakan bahwa terjadi penambahan pemanasan global. Data iklim saat ini berbeda dengan data sebelumnya. Kondisi iklim yang semakin panas akan membuat bangunan menjadi lebih panas pula. Pengungkapan masalah perlu terus dilakukan dengan menggunakan data iklim terbaru sehingga hasil penelitian menjadi lebih tepat dan akurat (Reveshti et al., 2023). Bangunan perlu diubah apabila membuat tidak nyaman pengguna bangunan. Perubahan elemen bangunan dengan didasarkan pada kajian yang berhubungan dengan kenyamanan termal penghuni bangunan. Kajian tentang kenyamanan termal dan kinerja termal bangunan menjadikan perubahan bangunan akan lebih tepat (Pajek et al., 2022). Banyak bangunan yang terpengaruh adanya pemanasan global. Bangunan perlu menggunakan peralatan pengkondisian udara agar bangunan bisa membuat nyaman penghuni bangunan. Efisiensi energi diperlukan seiring dengan meningkatnya penggunaan pengkondisian udara yang semakin banyak. Penggunaan

pengkondisian udara yang tidak tepat akan membuat bangunan berkontribusi besar dalam peningkatan pemborosan energi (Ziemele et al., 2023).

Pengurangan penggunaan energi dilakukan dengan berbagai cara. Mitigasi karbon pada bangunan bisa dilakukan dengan melakukan penilaian siklus hidup bangunan. Evaluasi akan menemukan potensi mitigasi dengan pengurangan penggunaan emisi karbon sehingga akan mengurangi penggunaan material yang tidak terpakai. Pengurangan material akan membuat penghematan energi dalam pembangunan (Norouzi et al., 2023). Penggunaan sistem pengkondisian udara baik pemanas maupun pendinginan juga bisa diminimalisir penggunaan energinya dengan cara menggunakan energi dari alam. Sistem pemanas udara dengan menggunakan penyimpanan panas surya bisa dibangun untuk meningkatkan potensi pemulihan panas (Huang et al., 2023). Beberapa bangunan yang memerlukan suplai udara lebih banyak seperti bengkel cat memerlukan perhatian khusus dalam penggunaan pengkondisian udara. Energi yang diperlukan semakin besar sehingga diperlukan perlakuan khusus dalam perancangan bengkel dengan penggunaan pengkondisian udara. Penggunaan limbah dari bengkel cat dapat digunakan untuk menambah energi pada sistem pengkondisian udara. Kajian tekno-ekonomi menjadi kajian yang akan mendapatkan hasil penghematan energi dalam bangunan (Giampieri et al., 2022).

Tren arsitektur saat ini terkonsentrasi pada pengurangan limbah konstruksi agar terjadi penghematan energi. Penggabungan aspek ekonomi dalam arsitektur membuat pembangunan diarahkan untuk menggunakan material lama saat dilakukan pemugaran. Sirkular ekonomi menjadi cara untuk meregenerasi suatu bangunan sehingga menghasilkan penghematan energi (Honarvar et al., 2022). Pemanfaatan material diiringi dengan pemanfaatan limbah yang dihasilkan oleh bangunan agar menjadi energi ataupun mengurangi penggunaan energi. Pada bangunan kolam renang yang mempunyai limbah panas memanfaatkan teknologi untuk mengelola penghematan energi. Efisiensi energi akan tercipta dengan penggunaan teknologi pengolahan energi yang sistematis (Yuan et al., 2021). Aspek ekonomi yang mempengaruhi dalam perancangan arsitektur terkait dengan pemenuhan kenyamanan termal penghuni bangunan. Penghuni yang merasa tidak nyaman dalam segi termal akan menggunakan cara untuk memenuhi kenyamanan termalnya (Hermawan, 2023). Pada masyarakat dataran tinggi yang membutuhkan penghangatan melakukan penghangatan dengan menggunakan pawon. Penggunaan pawon sebagai ruang penghangatan memerlukan energi namun menggunakan kayu sebagai bahan bakar perapiannya. Bahan bakar kayu termasuk dalam satu bahan yang mempunyai nilai keberlanjutan (Hermawan, Niyah, et al., 2023).

Dataran tinggi yang mempunyai iklim memerlukan penghangatan namun ada beberapa bangunan yang masih menggunakan peralatan pendinginan sehingga terkesan menyediakan hal yang tidak perlu. Bangunan minimarket mempunyai standar adanya penggunaan AC di dalam bangunan. Pada dataran tinggi, perlu diteliti kembali efektifitas penggunaan AC sehingga tidak menyebabkan potensi pemborosan energi. Tujuan penelitian adalah untuk mengungkap efektifitas AC pada bangunan minimarket di dataran tinggi.

## **2. KAJIAN PUSTAKA**

Kajian kenyamanan termal masih relevan dilakukan apalagi saat kondisi iklim di dunia yang semakin panas. Selain itu, ketidaknyamanan termal juga bisa menyebabkan Sick Building Syndrome (SBS). Banyak variabel yang menyebabkan terjadinya Sick Building Syndrome (SBS) diantaranya adalah kualitas udara dalam ruangan yang tidak sehat (Ismaeel & Mohamed, 2022). Kondisi udara tidak sehat bisa disebabkan oleh penyebaran debu ke dalam bangunan. Selain itu, faktor bakteri yang berkembang di dalam ruangan juga akan membuat kualitas udara dalam ruang menjadi buruk (Fu et al., 2021). Kualitas udara sehat diperlukan pada semua bangunan agar penghuni di dalam bangunan tidak mengalami permasalahan kesehatan khususnya penyakit paru-paru. Prediksi kandungan udara dari partikel debu diperlukan dalam merancang suatu bangunan bangunan arsitek bisa menyesuaikan kondisi lingkungan sekitar (Hermawan, Faqih, et al., 2023).

Perancangan arsitektur mendasarkan pada teori neural network untuk penelitian penghematan energi. Teori yang dibangun juga menyangkut teori tentang Building Information Modeling. Variabel yang digunakan adalah lokasi geografis, data meteorolog, bahan komponen, dan waktu (Xu & Liu, 2023). Variabel terkait personal juga bisa menjadi dasar dalam peraturan tentang penghematan energi. Variabel parameter lingkungan dan suhu kulit subjek, dan respons termal subjektif diukur untuk menentukan peraturan pemerintah yang melarang penggunaan AC lebih rendah dari suhu nyaman penghuni. Peraturan tersebut dibuat agar bisa diciptakan penghematan energi. Penggunaan AC yang lebih berat akan memerlukan

energi yang lebih besar (Yan et al., 2022). Penghematan energi terkait dengan aspek ekonomi dari perancangan arsitektur.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada obyek minimarket di dataran tinggi yang mempunyai iklim dingin. Penelitian dilakukan dengan cara mengukur variabel iklim di luar ruangan dan dalam ruangan. Analisa data menggunakan grafik dan simulasi. Penggunaan software energy plus sebagai salah satu software yang diakui untuk meneliti kenyamanan termal digunakan untuk menemukan pemborosan energi yang terjadi dan perbaikan elemen bangunan. Aspek ekonomi akan lebih dibahas dalam aspek pemborosan energi yang disebabkan adanya penggunaan penghawaan buatan. Analisa tentang pencahayaan buatan juga dilakukan untuk melengkapi analisa kenyamanan termal pada bangunan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis bangunan yang diteliti adalah bangunan minimarket. Alamat minimarket yaitu Jl. Ajibarang Secang, Kradenan, Selomerto, Kec. Selomerto, Kab. Wonosobo. Bangunan minimarket yang dimiliki oleh perusahaan bernama PT. Indomarco Prasmata ini berlokasi di Jl. Ajibarang Secang, bersebelahan dengan kantor imigrasi kedu di Wonosobo. Bangunan mengarah ke jalan raya, tepatnya menghadap ke selatan. Akses menuju lokasi dari arah barat agak sulit karena bangunan tidak terlihat akibat terhalang bangunan disebelahnya. Akses dari arah timur mudah karena lokasi terlihat dari radius 200 meter. Bangunan minimarket memiliki beberapa ruang yaitu ruang utama/belanja, gudang dan WC yang berada di posisi paling belakang. Pengujian dilakukan selama 12 jam, dan data diambil tiap 1 jam sekali. Kegiatan pengambilan data dilakukan pukul 08:00 pagi sampai 20:00 petang.

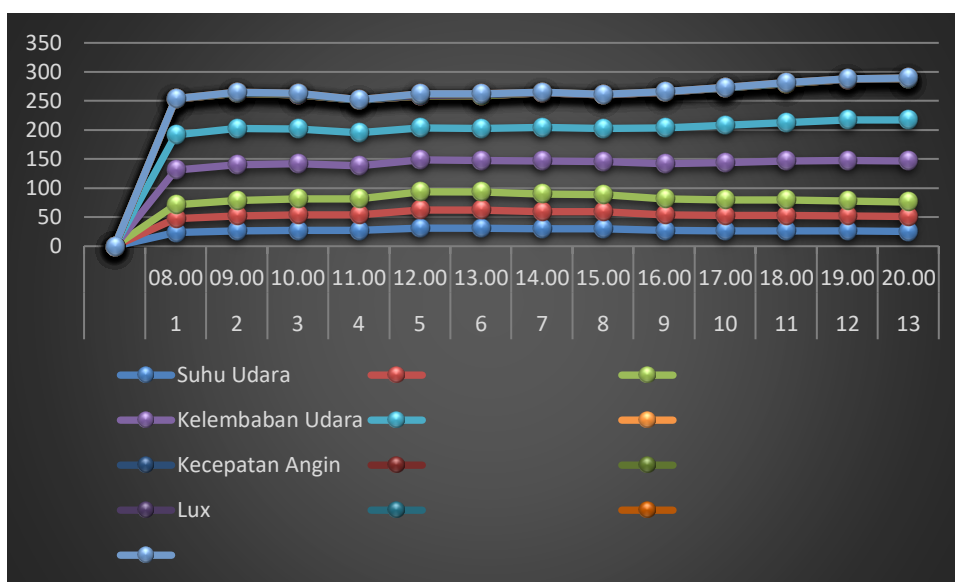


Gambar 1. Tampak Depan dan Dalam

Bangunan terdiri atas 3 ruang, yaitu ruang belanja, ruang penyimpanan, dan ruang WC. Lantai yang digunakan adalah lantai berukuran 40 x 40 dengan motif polos berwarna putih untuk gudang dan ruang belanja. Lantai pada WC/kamar mandi menggunakan keramik ukuran 25 x 25 dengan motif bertekstur berwarna hijau muda. Dinding difinishing dengan cat berwarna putih bersih untuk seluruh ruangan. Atap bangunan menggunakan cor beton, dan tiap ruang menggunakan plafon grc. Kusen jendela dan pintu menggunakan aluuminium. Ventilasi tertutup karena bangunan mengadopsi penghawaan buatan untuk menstabilkan suhu ruangan. Fasilitas dan isi bangunan yaitu 2 buah mesin kasir dan computer, 2 meja kasir beserta rak kecil, 2 monitor 21 inch, 1 buah gengset, 2 rak tabung gas lpg dan galon air, 2 set outdoor kafe, 4 kulkas pendingin, 2 freezer es krim, Seperangkat alat kebersihan, Tremos air panas, rak belanja.

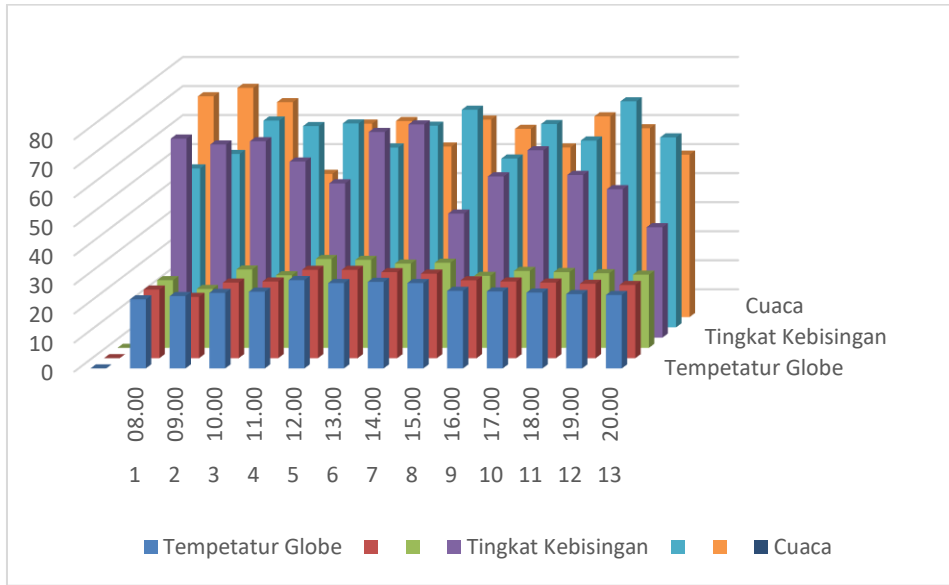


Gambar 2. Denah, Tampak Depan dan Interior



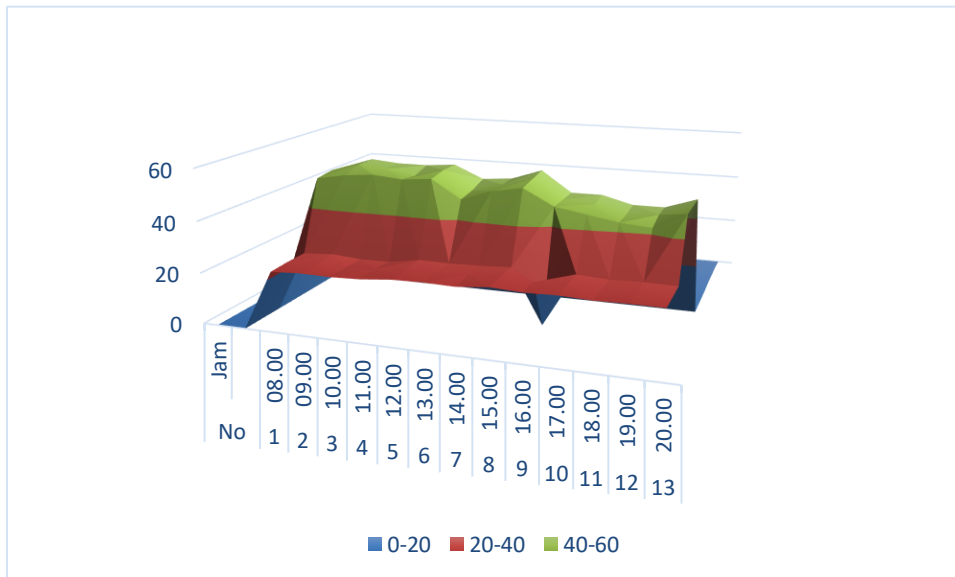
Gambar 3. Suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas cahaya

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa suhu udara pada luar ruangan dari jam 08.00 sampai 20.00 selalu naik turun dengan keadaan cuaca cerah, untuk kelembaban udara pada jam 08.00 sampai jam 20.00 selalu naik, sedangkan lux selalu menyesuaikan pada cuaca pada waktu ke waktu. Untuk kecepatan anginnya sendiri adalah 0.0 dengan keadaan yang sama pada setiap waktunya, karena pengecekan kecepatan angin diatas hanya disurvei pada teras bangunan, akan tetapi, apabila dicek lebih jauh lagi seperti halnya di halaman parkir maka, kecepatan anginnya meningkat dari 0.35 sampai 4.0.



Gambar 4. Temperature globe, kebisingan, cuaca

Pada data di atas menunjukkan bahwa tingkat kebisingan dan temperature globe pada luar ruangan selalu naik turun bahkan kadang selalu mencapai angka tertinggi, karena pada depan bangunan terdapat jalan raya untuk berlintas antar kota Wonosobo-Banjarnegara, selain itu juga terdapat pedagang kaki lima yang berjualan sambil menghidupkan musik yang sangat keras.



Gambar 5. Variabel suhu udara interior

Dari data yang didapatkan, hasil penelitian bangunan (Indomaret) mempunyai pencahayaan dan penghawaan yang sesuai, dan dapat dikatakan berhasil secara disiplin ilmu maupun dari perasaan seseorang yang menempati atau berkunjung ke tempat bangunan tersebut. Dengan suhu udaranya, kecepatan angin, kelembaban udara, dan lux yang stabil karena dibantu dengan prabotan seperti adanya AC, banyaknya lampu, dan berbagai prabotan lainnya yang membantu menjadikan bangunan yang nyaman.

## Model Summary

### Building Summary

Information	Value	Units
Building Name	Indomaret Selomerto	building_name
Net Site Energy	309,775	kBtu
Total Building Area	1,658	ft^2
EUI (Based on Net Site Energy and Total Building Area)	186.88	kBtu/ft^2
OpenStudio Standards Building Type		

## Space Type Summary

### 189.1-2009 - Office - BreakRoom - CZ1-3 (1 spaces and 1 thermal zones)

Definition	Value	Unit	Inst. Multiplier
189.1-2009 - Office - BreakRoom - CZ1-3 People Definition	0.0500	people/ft^2	1.0
189.1-2009 - Office - BreakRoom - CZ1-3 Electric Equipment Definition	4.4600	W/ft^2	1.0
189.1-2009 - Office - BreakRoom - CZ1-3 Lights Definition	1.0800	W/ft^2	1.0
189.1-2009 - Office - BreakRoom - CZ1-3 Infiltration	0.0595	cfm/ext surf area ft^2	
189.1-2009 - Office - BreakRoom - CZ1-3 Ventilation (outdoor air method Sum)	15.0000	cfm/person	

## Interior Lighting Summary

### Interior Lighting Summary

	Zone	Lighting Power Density (W/ft^2)	Total Power (W)	Schedule Name	Scheduled Hours/Week (hr)	Actual Load Hours/Week (hr)	Return Air Fraction	Annual Consumption (kWh)
THERMAL_ZONE_1_189.1-2009 - OFFICE - BREAKROOM - CZ1-3 LIGHTS	THERMAL_ZONE_1	1.08	1790.25	OFFICE BLDG LIGHT	61.85	61.85	0.0000	5775.0

## Zone Conditions

Temperature (Table values represent hours spent in each temperature range)

Zone	Unmet Htg (hr)	Unmet Htg - Occ (hr)	< 56 (F)	56-61 (F)	61-66 (F)	66-68 (F)	68-70 (F)	70-72 (F)	72-74 (F)	74-76 (F)	76-78 (F)	78-83 (F)	>= 88 (F)	Unmet Clg (hr)	Unmet Clg - Occ (hr)	Mean Temp (F)
THERMAL ZONE 1	0	0	0	0	0	0	0	2	65	5106	1075	2512	0	0	0	76.6 (F)

Humidity (Table values represent hours spent in each Humidity range)

Zone	< 30 (%)	30-35 (%)	35-40 (%)	40-45 (%)	45-50 (%)	50-55 (%)	55-60 (%)	60-65 (%)	65-70 (%)	70-75 (%)	>= 80 (%)	Mean Relative Humidity (%)
THERMAL ZONE 1	82	128	297	735	1514	1178	1429	1941	1070	347	38	55.5 (%)

Dari hasil analisa menggunakan Energi Plus datanya relevan dengan hasil data yang telah dilakukan analisa secara langsung, dengan adanya analisa energy plus dapat mengetahui dan menghitung kebutuhan penghawaan dan pencahayaan bangunan agar efisien penggunaannya. Atau dapat mencari efisiensi penggunaan energy yang mencukupi kenyamanan bangunan.

### Analisa Aspek Ekonomi dalam Pemborosan Energi

Fungsi bangunan sebagai perlindungan manusia terhadap iklim menjadikan bangunan perlu dirancang dengan matang sehingga pembangunan bisa efektif dan efisien. Perilaku, teknologi, dan ekonomi menjadi hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan arsitektur. Sesuai dengan tren global, rumah-rumah mengalami peralihan dari kayu ke batu bara, gas alam, dan dalam beberapa tahun terakhir terjadi kembalinya penggunaan energi terbarukan secara signifikan (Foell, 2019). Penggunaan energi terbarukan bisa diterapkan pada peralatan pendinginan. Dibandingkan dengan sistem AC ruangan, konsumsi energi kompresor dari sistem yang diusulkan berkurang sebesar 11,5%, dan tingkat penghematan energi seluruh sistem adalah 6,3%. Investasi awal sistem yang diusulkan tidak meningkat secara signifikan dibandingkan dengan sistem konvensional, dan pipa serta katup refrigeran dapat disederhanakan, sehingga menghasilkan kinerja ekonomi yang dapat diterima untuk sistem yang diusulkan (Liang et al., 2022).

## 5. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah kami lakukan, maka dapat diambil garis besarnya bahwa suhu yang diciptakan dari penghawaan buatan cenderung stabil dan tidak mudah berubah karena faktor aktifitas internal saja. Metabolisme tubuh manusia dan suhu udara luar tidak berpengaruh begitu besar pada suhu ruangan, kecuali memang suhu ruang dan luar sudah terpaut terlalu tinggi perbedaannya. Adapun data yang kesimpulan dari berbagai aspek antara lain tidak ditemukan pengaruh yang signifikan antara kecepatan udara dalam ruangan ber AC, ruangan dengan bantuan cahaya buatan akan membantu aktifitas penghuninya lebih maksimal, tidak ditemukan pengaruh yang signifikan antara kelembaban dalam ruangan ber AC terhadap kejadian Sick Building Syndrome (sbs) pada pegawai Indomaret.

### DAFTAR PUSTAKA

- Foell, W. K. (2019). A two-century analysis of household energy transitions in Europe and the United States: From the Swiss Alps to Wisconsin. *Energy Research and Social Science*, 54(March), 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.03.009>
- Fu, X., Norbäck, D., Yuan, Q., Li, Y., Zhu, X., Hashim, J. H., Hashim, Z., Ali, F., Hu, Q., Deng, Y., & Sun,

- Y. (2021). Association between indoor microbiome exposure and sick building syndrome (SBS) in junior high schools of Johor Bahru, Malaysia. *Science of the Total Environment*, 753. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141904>
- Giampieri, A., Ma, Z., Ling-Chin, J., Smallbone, A. J., & Roskilly, A. P. (2022). A techno-economic evaluation of low-grade excess heat recovery and liquid desiccant-based temperature and humidity control in automotive paint shops. *Energy Conversion and Management*, 261(March), 115654. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115654>
- Hermawan. (2023). Aspek Arsitektur, Kenyamanan Termal dan Ekonomi Rumah Tinggal di Desa Kledung, Temanggung. *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology (JEMATech)*, 6(2), 316–326.
- Hermawan, Faqih, N., Sunaryo, & Svajlenka, J. (2023). Prediction of Particulate Matter (PM) Concentration of Wooden Houses in the Highlands by Two Statistical Modelling Methods. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(5), 1628–1634. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.13.5.18361>
- Hermawan, Niyah, Santosa, B., & Arrizqi, A. N. (2023). Pawon : Perpaduan Ruang Ekonomi dan Sosial. *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology (JEMATech)*, 6(2), 327–334.
- Honarvar, S. M. H., Golabchi, M., & Ledari, M. B. (2022). Building circularity as a measure of sustainability in the old and modern architecture: A case study of architecture development in the hot and dry climate. *Energy and Buildings*, 275, 112469. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112469>
- Huang, K., Xu, J., Guan, J., Feng, G., & Liu, X. (2023). Optimization of a collector-storage solar air heating system for building heat recovery ventilation preheating in the cold area. *Energy and Buildings*, 284, 112875. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112875>
- Ismaeel, W. S. E., & Mohamed, A. G. (2022). Indoor air quality for sustainable building renovation: A decision-support assessment system using structural equation modelling. *Building and Environment*, 214(December 2021), 108933. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108933>
- Liang, C., Wang, Y., & Li, X. (2022). Energy-efficient air conditioning system using a three-fluid heat exchanger for simultaneous temperature and humidity control. *Energy Conversion and Management*, 270(August), 116236. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116236>
- Norouzi, M., Haddad, A. N., Jiménez, L., Hoseinzadeh, S., & Boer, D. (2023). Carbon footprint of low-energy buildings in the United Kingdom: Effects of mitigating technological pathways and decarbonization strategies. *Science of the Total Environment*, 882(January). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163490>
- Pajek, L., Potočnik, J., & Košir, M. (2022). The effect of a warming climate on the relevance of passive design measures for heating and cooling of European single-family detached buildings. *Energy and Buildings*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111947>
- Reveshti, A. M., Ebrahimpour, A., & Razmara, J. (2023). Investigating the effect of new and old weather data on the energy consumption of buildings affected by global warming in different climates. *International Journal of Thermofluids*, 19(January), 100377. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100377>
- Xu, F., & Liu, Q. (2023). Building energy consumption optimization method based on convolutional neural network and BIM. *Alexandria Engineering Journal*, 77, 407–417. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.06.084>
- Yan, H., Shi, F., Sun, Z., Yuan, G., Wang, M., & Dong, M. (2022). Thermal adaptation of different set point temperature modes and energy saving potential in split air-conditioned office buildings during summer. *Building and Environment*, 225(August), 109565. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109565>
- Yuan, X., Chen, Z., Liang, Y., Pan, Y., Jokisalo, J., & Kosonen, R. (2021). Heating energy-saving potentials in HVAC system of swimming halls: A review. *Building and Environment*, 205(July), 108189. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108189>
- Ziemele, J., Gendelis, S., & Dace, E. (2023). Impact of global warming and building renovation on the heat demand and district heating capacity: Case of the city of Riga. *Energy*, 276(April), 127567. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127567>
-