DISKREPANSI BEBAN TATA UDARA PADA ATAP BETON TANPA INSULASI DI KAWASAN BERIKLIM PESISIR

Dimas Fa Adilah Ramdhani*[1], Muhammad Aris Ichwanto[1], Dafa Sashi Ramdhani[1], Hendita Budi Pramana[1], Lakshita Umanis Fauzi[1], Tee Tze Kiong[2]
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: dimas.fa.2405216@students.um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: muh.aris.ichwanto.ft@um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: dafa.sashi.2405216@students.um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: hendita.budi.2405216@students.um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: lakshita.umanis.2405216@students.um.ac.id
[2]Faculty of Technical and Vocational Education, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor, e-mail: tktee@uthm.edu.my

***Corresponding author**

To cite this article: Dimas Fa Adilah Ramdhani, Muhammad Aris Ichwanto, Dafa Sashi Ramdhani, Hendita Budi Pramana, Lakshita Umanis Fauzi & Tee Tze Kiong (2026): Evaluasi Beban Pendinginan AC pada Rumah Tinggal Industrialis Beratap Beton Ekspos di Iklim Pesisir, Jurnal Ilmiah Arsitektur, 16(1), 12-18

Author information
Dimas Fa Adilah Ramdhani, fokus riset bidang arsitektur kenyamanan termal dan kearifan lokal, Orcid ID :- , Scopus ID :- , Sinta ID : -
Muhammad Aris Ichwanto: fokus riset bidang arsitektur, teknik sipil dan teknologi kejuruan. Orcid ID : 0000-0001-8300-6413, Scopus ID : 57196041735, Sinta ID : 6747995
Dafa Sashi Ramdhani, fokus riset bidang arsitektur kenyamanan termal dan kearifan lokal, Orcid ID :- , Scopus ID :- , Sinta ID : -
Hendita Budi Pramana, fokus riset bidang arsitektur kenyamanan termal dan kearifan lokal, Orcid ID :- , Scopus ID :- , Sinta ID : -
Lakshita Umanis Fauzi, fokus riset bidang arsitektur kenyamanan termal dan kearifan lokal, Orcid ID :- , Scopus ID :- , Sinta ID : -
Tee Tze Kiong, fokus riset bidang arsitektur kenyamanan termal dan kearifan lokal, Orcid ID :- , Scopus ID : 57222535878 , Sinta ID : 0000-0001-9932-4053

Homepage Information
Journal homepage : https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars
Volume homepage : https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/issue/view/537
Article homepage : https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/article/view/11101

Jurnal Ilmiah Arsitektur, Vol. 16 No. 1, 12 - 18
ISSN(print): 2354-869X | ISSN(online): 2614-3763

DISKREPANSI BEBAN TATA UDARA PADA ATAP BETON TANPA INSULASI DI KAWASAN BERIKLIM PESISIR

Dimas Fa Adilah Ramdhani*[1], Muhammad Aris Ichwanto[1], Dafa Sashi Ramdhani[1], Hendita Budi Pramana[1], Lakshita Umanis Fauzi[1], Tee Tze Kiong[2]
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: dimas.fa.2405216@students.um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: muh.aris.ichwanto.ft@um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: dafa.sashi.2405216@students.um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: hendita.budi.2405216@students.um.ac.id
[1]Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, e-mail: lakshita.umanis.2405216@students.um.ac.id
[2]Faculty of Technical and Vocational Education, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor, e-mail: tktee@uthm.edu.my

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :
Dikirim : 5 April 2026
Direvisi : 5 Mei 2026
Disetujui : 8 Mei 2026
Diterbitkan : 30 Juni 2026

Kata Kunci :
atap beton, beban pendinginan, iklim pesisir, afisiensi energi

ABSTRAK

Penerapan gaya arsitektur industrialis yang mengekspos material *raw* seperti dak beton marak diaplikasikan pada hunian modern. Namun, ketiadaan elemen insulasi pada atap di kawasan iklim tropis pesisir berpotensi memicu anomali termal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengkomparasi akumulasi beban pendinginan (*cooling load*) pada hunian dua lantai bergaya industrialis di Kabupaten Demak. Metode komputasi kuantitatif yang digunakan merujuk pada standar utilitas mekanikal ASHRAE dengan mengaplikasikan variabel *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD). Analisis komparatif dilakukan antara ruang di lantai satu (terproteksi pelat lantai) dan lantai dua (terpapar atap dak beton secara langsung). Hasil perhitungan membuktikan terjadinya lonjakan beban termal yang sangat ekstrem pada lantai dua, yakni mencapai 9.984 BTU/h, melampaui secara signifikan beban lantai satu yang hanya sebesar 5.546 BTU/h. Diskrepansi absolut dengan lonjakan mencapai 80% ini mengonfirmasi bahwa atap beton ekspos bertindak sebagai konduktor panas masif yang memaksa eskalasi utilitas mekanikal secara drastis, dari kebutuhan awal tata udara berkapasitas 3/4 PK di lantai satu menjadi 1,5 PK di lantai dua. Penelitian ini menyimpulkan bahwa estetika arsitektur industrialis di wilayah pesisir wajib diintegrasikan dengan intervensi desain pasif, seperti penggunaan *solar reflective coating* atau *roof garden*, agar selaras dengan prinsip efisiensi energi bangunan berkelanjutan.

ARTICLE INFO

Article History :
Submitted : April 5, 2026
Revised : May 5, 2026
Accepted : May 8, 2026
Publsihed: June 30, 2026

***Keywords**:*
Energy efficiency, coastal climate, cooling load, concrete roof

ABSTRACT

Exposed concrete roofs in modern industrial-style residences often trigger thermal anomalies in coastal tropical climates due to the absence of insulation. This study evaluates and compares the cooling load accumulation in a two-story industrial residence in Demak Regency. The quantitative calculation refers to ASHRAE mechanical utility standards using the Cooling Load Temperature Difference (CLTD) method. A comparative analysis was conducted between rooms on the first floor, protected by a structural floor slab, and the second floor, which is directly exposed to the concrete roof. Results demonstrate an extreme thermal load surge on the second floor, reaching 9,984 BTU/h, significantly exceeding the first-floor load of 5,546 BTU/h. This absolute discrepancy, with a surge reaching 80%, confirms that the exposed roof acts as a massive heat conductor. Consequently, it forces a drastic escalation in AC capacity requirements from 3/4 PK (Horsepower) on the first floor to 1.5 PK on the second floor. The study concludes that industrial architecture aesthetics in coastal areas must be integrated with passive design interventions, such as solar reflective coatings or roof gardens, to achieve sustainable building energy efficiency.

PENDAHULUAN

Fenomena adopsi tipologi arsitektur kontemporer bertema industrialis di Indonesia telah memicu pergeseran paradigma material, di mana penggunaan elemen beton ekspos dan atap dak beton tanpa elemen pelapis interior (*ceilingless*) menjadi representasi estetika modernitas (Basica et al., 2023; Pratama & Hantono, 2021). Namun, di balik daya tarik visualnya, penerapan material dengan inersia termal tinggi di wilayah tropis-pesisir memunculkan tantangan serius terhadap kinerja selubung bangunan (Firmansyah et al., 2026; Yuristiary, 2025). Kawasan pesisir seperti Kabupaten Demak dikarakterisasi oleh intensitas radiasi matahari ekstrem dan kelembapan udara tinggi, yang secara termodinamika mempercepat akumulasi panas pada material beton (Fitrianingrum 2023; Santoso et al. 2024).

Perkembangan tren arsitektur kontemporer di Indonesia saat ini banyak mengadopsi gaya industrialis yang identik dengan ekspos material mentah, seperti penggunaan dinding bata ekspos dan atap dak beton tanpa plafon (Basica et al., 2023; Fatiha et al., 2024). Meskipun secara estetika gaya ini menawarkan kesan modern dan minimalis, penerapannya di wilayah beriklim tropis pesisir sering kali mengabaikan aspek fisika bangunan, khususnya terkait kenyamanan termal (Laswandi et al., 2025). Iklim pesisir, seperti di Kabupaten Demak, memiliki karakteristik suhu udara yang tinggi serta intensitas radiasi matahari yang ekstrem sepanjang tahun (Aditio et al., 2023; Permata Sari et al., 2022).

Beton memiliki sifat konduktivitas termal yang masif, di mana material ini berfungsi sebagai baterai termal yang menyerap energi panas matahari sepanjang siang dan meradiasikannya secara berkelanjutan ke dalam ruang interior (Ifadianto et al., 2024; Berli et al., 2026). Tanpa adanya sistem insulasi pasif seperti plafon atau material reflektif, perpindahan panas (*heat transfer*) melalui atap terjadi secara unidirectional dan intensif (Budhyowati et al., 2022; Dien et al., 2021). Studi terdahulu telah banyak mengeksplorasi penggunaan *cool roof* atau vegetasi atap untuk mereduksi suhu (Fatihah et al., 2025; Muliani et al., 2023). Namun, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan mengenai bagaimana geometri atap beton miring (*pitched concrete roof*) yang memiliki luas permukaan terpapar lebih besar dibanding atap datar berkontribusi terhadap lonjakan beban tata udara mekanikal pada hunian industrialis di kawasan pesisir.

Penelitian ini bertujuan untuk membedah diskrepansi beban pendinginan (*cooling load*) secara komparatif antara ruang yang terlindungi pelat lantai (lantai satu) dengan ruang yang terpapar langsung oleh atap beton pelana tanpa insulasi (lantai dua). Kebaruan (*novelty*) dari studi ini terletak pada analisis empiris terhadap geometri atap beton miring yang jarang dibahas dalam literatur beban termal hunian tropis. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan justifikasi teknis dan argument rasional bagi praktisi arsitektur mengenai urgensi integrasi strategi insulasi termal pada desain industrialis, guna memitigasi ketergantungan pada energi mekanikal dan menyelaraskan desain dengan prinsip keberlanjutan energi.

METODE

Penelitian ini menerapkan paradigma deskriptif-kuantitatif dengan pendekatan evaluasi fisika bangunan untuk memetakan diskrepansi beban utilitas tata udara secara sistematis. Studi kasus difokuskan pada tipologi hunian industrialis dua lantai di kawasan pesisir Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Lokasi ini dipilih secara sengaja (*purposive*) untuk merepresentasikan kondisi iklim tropis lembap dengan paparan radiasi matahari ekstrim pada struktur beton ekspos.

Guna menjamin validitas hasil melalui prinsip *apple-to-apple comparison*, penelitian ini menetapkan dua kompartemen ruang dengan dimensi identik (3 x 4 meter) sebagai objek studi:

1. Lantai 1 (Ruang Kontrol): Kamar ibadah yang terlindungi oleh pelat lantai beton di atasnya, sehingga beban radiasi atap bernilai nol.
2. Lantai 2 (Ruang Eksperimen): Kamar tidur tamu yang berbatasan langsung dengan atap beton miring (*pitched concrete roof*) setebal 12 cm tanpa elemen plafon.

Variabel kontrol seperti okupansi (2 orang), beban pencahayaan, dan waktu operasional AC diasumsikan konstan pada kedua ruang untuk mengisolasi pengaruh transmisi termal selubung atap sebagai variabel bebas utama.

Data primer diekstraksi dari dokumen Detail *Engineering Design* (DED) untuk mendapatkan variabel volumetrik, luas penampang atap, dan spesifikasi material. Data sekunder berupa suhu udara luar maksimal dan intensitas radiasi diakuisisi dari data meteorologi kawasan pesisir (BPS Demak).

Analisis beban pendinginan (*cooling load*) dilakukan menggunakan metode komputasi empiris yang merujuk pada standar ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*). Beban transmisi termal melalui atap dihitung menggunakan persamaan:

$$q = U \times A \times CLTD \quad (1)$$

Di mana U adalah koefisien transmisi termal beton 12 cm ($0.65\ BTU/h \times ft^2 \times °F$), A dalah luas permukaan atap miring hasil kalkulasi trigonometri, dan CLTD adalah *Cooling Load Temperature Difference* yang disesuaikan dengan profil suhu pesisir (Ifadianto et al., 2024)



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian (Sumber: Penulis, 2026)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Termal dan Dasar Kalkulasi ASHRAE

Kenyamanan termal dalam ruang tertutup berbanding lurus dengan resistensi selubung bangunan dalam mereduksi transmisi panas eksternal (Gamalia et al., 2025; Yuristianto & Hendrawati, 2020). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Demak, karakteristik iklim makro pesisir yang sarat dengan paparan radiasi tinggi dan suhu ekstrem menjadi determinan utama dalam akumulasi beban termal bangunan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak 2024), tercatat sepanjang tahun 2023 wilayah ini memiliki intensitas suhu udara dan kelembaban (RH) yang cukup ekstrem untuk standar kenyamanan termal ruang.

Merujuk pada standar utilitas mekanikal ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), komputasi transmisi panas konduktif pada elemen atap yang terpapar matahari tidak sekadar menggunakan selisih suhu udara dasar (ΔT) (ASHRAE, 2017).Evaluasi ini diwajibkan menggunakan variabel *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) yang mengakomodasi efek fluktuasi radiasi matahari dan kapasitas inersia termal material penyusunnya. Persamaan dasar yang digunakan adalah:

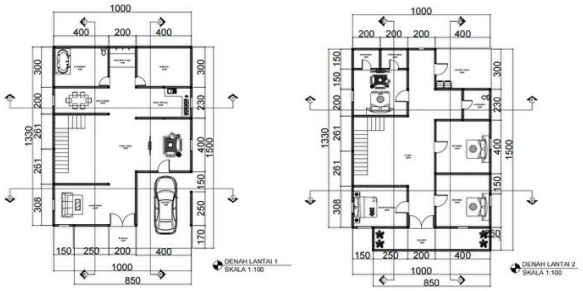
$$q = U \times A \times CLTD \quad (1)$$

Keterangan:
q = Laju perpindahan panas (*Watt* atau setara konversi BTU/h)
U = Koefisien transmisi termal material (W/m²K)
A = Luas penampang permukaan (m²)
$CLTD$ = Beda temperatur ekuivalen penyejukan ruangan (°F)

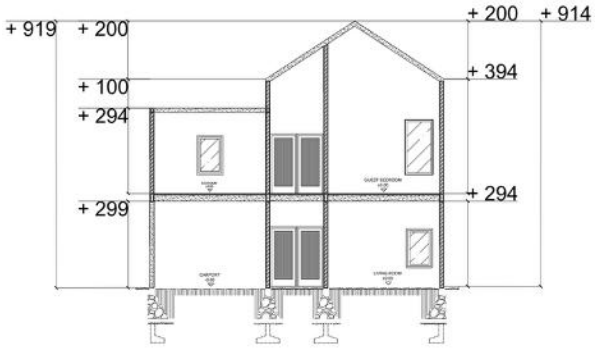
Pemodelan Geometri dan Transparansi Beban Atap

Kondisi anomali termal dievaluasi secara spesifik pada kompartemen di lantai dua. Ruang kamar tidur tamu ini berbatasan secara absolut dengan atap dak beton miring (*pitched concrete roof*) dengan ketebalan 12 cm, tanpa integrasi plafon maupun rongga udara insulasi (*ceilingless*). Material beton yang memiliki inersia termal masif bertransformasi menjadi "baterai termal" yang mengabsorpsi radiasi matahari pesisir dan memancarkannya secara konvektif maupun radiatif ke dalam ruang (Purwanto & Harmani, 2025).

Lebih lanjut, tinjauan trigonometri membuktikan bahwa geometri atap miring mengekspansi luas permukaan yang terpapar radiasi. Dari luasan tapak dasar (3 x 4 meter) sebesar $12m^2$, rasio kemiringan atap menghasilkan luas penampang aktual (A) sebesar $14.44m^2$. Untuk mengeliminasi bias perhitungan dan mendemonstrasikan signifikansi beban atap secara transparan, luasan ini dikonversi ke dalam sistem Imperial, di mana $14.44m^2$ setara dengan $155.43\ ft^2$.



Gambar 2. Denah tata ruang kompartemen lantai satu dan lantai dua (Sumber: Penulis, 2026)



Gambar 3. Potongan skematik bangunan dua lantai (Sumber: Penulis, 2026)

Dengan mengasumsikan nilai CLTD sebesar $45°\text{F}$ (merepresentasikan atap beton terpapar radiasi maksimal tanpa plafon di iklim pesisir pada jam puncak), maka beban panas yang murni tertransmisi melalui penampang atap adalah:

$$q_{atap} = 0.65 \times 155.43 \times 45 = 4.546.32\ BTU/h$$

Angka $4.546.32\ BTU/h$ ini merupakan beban termal independen yang murni masuk dari penampang atap beton tersebut.

Diskrepansi Beban Pendinginan: Lantai 1 terhadap Lantai 2

Untuk mengisolasi variabel penelitian, komparasi dilakukan antara ruang di lantai dua dengan kompartemen identik berdimensi 3 x 4 meter di lantai satu (kamar ibadah). Ruang di lantai satu memiliki keuntungan insulasi pasif karena terproteksi

secara mutlak oleh pelat lantai beton struktural dari lantai di atasnya. Absennya paparan radiasi langsung dari area atas menyebabkan beban pendinginan kalkulatif hanya bertumpu pada transmisi dinding luar, kaca, dan beban internal ruang (okupansi manusia dan lampu).

Hasil komputasi empiris mencatatkan akumulasi beban pendinginan total di lantai satu hanya sebesar 5.546 BTU/h. Angka ini tergolong moderat dan kompatibel dengan utilitas tata udara mekanikal (AC) berkapasitas 3/4 PK.

Sebaliknya, pada lantai dua, ketika transmisi independen atap (4.546,32 BTU/h) diakumulasikan dengan parameter beban transmisi selubung vertikal (dinding dan kaca) serta beban internal yang diasumsikan konstan dengan lantai satu, total perolehan panas (*heat gain*) melonjak secara eksponensial mencapai 9.984 BTU/h (lihat Tabel 1).

Tabel 1. Komparasi Parameter Beban Pendinginan Ruang

Parameter	Lantai	
	1	2
Elemen Naungan Atas	Pelat lantai inter-level	Atap dak beton ekspos
Kondisi Plafon	Tertutup / Terinsulasi	Terbuka / Tanpa insulasi
Beban Pendinginan	5.546 BTU/h	9.984 BTU/h
Kebutuhan Kapasitas AC	3/4 PK	1,5 PK (minimum)

(Sumber: Penulis, 2026)

Implikasi Utilitas dan Rekomendasi Mitigasi Desain

Data pada Tabel 1 mendemonstrasikan diskrepansi absolut sebesar 4.438 BTU/h antara kompartemen lantai satu dan lantai dua. Secara persentase, keberadaan atap beton ekspos memicu lonjakan beban panas ruang hingga mencapai 80%. Temuan empiris ini secara langsung mengafirmasi riset terdahulu yang membuktikan bahwa elemen atap adalah komponen selubung bangunan yang paling banyak menerima radiasi matahari langsung dan berkontribusi pada beban pendinginan maksimal (*maximum load*) dalam kalkulasi *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) pada bangunan di iklim tropis (Nugroho et al., 2023; Pradana & Khaerudini, 2021; Zingre et al., 2015).

Secara utilitas bangunan, anomali termal ini memaksa eskalasi spesifikasi perangkat mekanikal secara drastis dari 3/4 PK menjadi batas minimal 1,5 PK agar mampu mentoleransi sensasi termal ruang yang layak huni. Namun, mengatasi problematika utilitas dengan sekadar memperbesar kapasitas kompresor pendingin merupakan langkah yang sangat paradoks dengan prinsip efisiensi energi bangunan berkelanjutan (Oka Sutrisna & Suryawan, 2022; Rohidin et al., 2025).

Oleh karena itu, intervensi desain arsitektural pasif pada struktur atap beton menjadi suatu keharusan absolut pada desain bergaya industrialis di wilayah pesisir. Mitigasi strategis yang sangat direkomendasikan adalah pengaplikasian insulasi reflektif (*solar reflective coating*) untuk merekayasa nilai albedo permukaan luar beton (Chen et al., 2025; Rahman et al., 2024), integrasi insulasi gipsum di bagian interior, serta penerapan panel surya yang bertindak sebagai *shading device* ganda untuk mereduksi radiasi langsung sekaligus memanen energi (Alifia Desiana et al., 2025; Baghdadi & Abuhussain, 2025).

PENUTUP

Berdasarkan hasil evaluasi fisika bangunan dan analisis komparatif termal yang merujuk pada standar ASHRAE, penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan gaya arsitektur industrialis dengan atap dak beton ekspos di kawasan iklim tropis pesisir memicu lonjakan beban pendinginan (*cooling load*) yang sangat ekstrem. Kompartemen lantai dua yang berbatasan langsung dengan atap beton tanpa plafon mencatatkan akumulasi beban termal sebesar 9.984 BTU/h. Angka ini melampaui secara signifikan melonjak hingga kisaran 80% dibandingkan dengan ruang kontrol di lantai satu yang ternaungi oleh pelat lantai struktural, yakni sebesar 5.546 BTU/h.

Diskrepansi absolut sebesar 4.438 BTU/h ini membuktikan bahwa material beton tanpa rekayasa insulasi bertindak sebagai penyerap dan konduktor panas masif dari paparan radiasi matahari. Kondisi ini secara praktis memaksa peningkatan spesifikasi utilitas mekanikal buatan secara berlebihan guna mencapai standar kenyamanan termal ruang. Temuan ini menegaskan bahwa kebaruan estetika industrialis sering kali berparadoks secara fundamental dengan prinsip efisiensi energi bangunan berkelanjutan jika tidak diadaptasikan dengan cermat terhadap kondisi iklim mikro pesisir.

Menindaklanjuti problematika termal tersebut, intervensi desain pasif pada elemen selubung atap menjadi sebuah keharusan. Sebagai pijakan untuk penelitian lanjutan, direkomendasikan adanya studi eksperimental secara kuantitatif yang membandingkan efektivitas material *solar reflective coating* dengan sistem vegetasi atap (*roof garden*) dalam menurunkan koefisien transmisi termal pada dak beton. Melalui pengujian empiris komparatif tersebut, diharapkan dapat dirumuskan sebuah standar ketebalan maupun jenis material insulasi berlapis yang paling optimal secara fungsi dan biaya untuk tipologi hunian kontemporer di kawasan pesisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Malang atas dukungan fasilitas dan iklim akademik yang kondusif selama proses pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi khusus juga

ditujukan kepada Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Demak atas penyediaan data iklim pesisir yang krusial bagi analisis termal, serta kepada tim reviewer jurnal atas masukan konstruktif yang sangat membantu dalam penyempurnaan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aditio, R., Yendri Sudiar, N., Dwiridal, L., & Amir, H. (2023). Microclimate Characteristics in Mangrove Forest Areas in Padang City. *Journal of Climate Change Society*, *1*(2). https://doi.org/10.24036/jccs/vol1-iss2/17

Alifia Desiana, P., Farid Alkadri, M., & Candra Dewi, O. (2025). Enhancing thermal and visual comfort through sun shading and glazing: A case study of Pusgiwa building, Universitas Indonesia. *Sustinere Journal of Environment and Sustainability*, *9*, 128–145. https://doi.org/10.22515/sustinere.jes.v9i1.491

ASHRAE. (2017). *Hanbook Of Fundamentals - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.*

Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak. (2024). BADAN PUSAT STATISTIK KABUPATEN DEMAK BPS-STATISTIC OF DEMAK REGENCY. *DEMAK REGENCY IN FIGURES*, *48*, 2024.

Baghdadi, A., & Abuhussain, M. (2025). In-Depth Analysis of Photovoltaic-Integrated Shading Systems' Performance in Residential Buildings: A Prospective of Numerical Techniques Toward Net-Zero Energy Buildings. *Buildings*, *15*(2). https://doi.org/10.3390/buildings15020222

Budhyowati, N., Rumbayan, R., Musanif, I., Tombeg, B. A., & Makalew, F. P. (2022). Efektifitas Penggunaan Plafon sebagai Pendingin Ruang Dalam. *JURNAL TEKNIK SIPIL TERAPAN*, *4*(3), 142–152. http://jurnal.polimdo.ac.id/

Chen, Y., Sha, A., Jiang, W., Jiao, W., Cao, Y., Li, X., Du, X., Hu, K., & Lu, Q. (2025). Sustainable thermochromic coatings for pavement cooling and carbon offset under climate change. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *148*, 104995. https://doi.org/10.1016/J.TRD.2025.104995

Dien, M. M., Kindangen, I. J., & Wuisang, EV. C. (2021). PENGGUNAA MATERIAL ATAP TERHADAP BEBAN PANAS PADA HUNIAN DI PERUMAHAN SEDERHANA DI KOTA MANADO. *Jurnal Spasial*.

Basica, A. A. E., Putri, Z. A., Aprilianisa, D., Yuningsih, Y., & Fadilasari, D. (2023). Analisis penerapan gaya arsitektur industrial unfinished design pada bangunan nonindustri (studi kasus: el's coffee roastery, nuju coffee kemiling, dan kaskos stay & coffee). *JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI DAN SAINS*.

Fatiha, R. R., Mufidah, & Santoso, J. (2024). PENERAPAN KONSEP ARSITEKUR INDUSTRIAL MODERN DALAM PROFUKTIFITAS RUANG FASILITAS PENDIDIKAN DAN PELATIHAN KETERAMPILAN KRIYA KULIT DI MAGETAN (Application of Modern Industrial Architectural Concepts in The Productivity of Educational Facilities and Leather Crafts Skills Training Spaces in Magetan). *Jurnal Ilmiah Sain Dan Teknologi*.

Fatihah, T., Aulia Salsabila, S., Rohmah Kamila, S., Naya Fijannatika, N., Subhan Nuralam, F., Naufal Abdul Tsany, M., & Teknologi Garut, I. (2025). Analisis Komparatif Potensi Dan Efektivitas Penerapan Green Roof Pada Beragam Tipe Hunian di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Urban Desain Dan Arsitektur JIDAR*. https://doi.org/10.33364/jidar/v.3-2.3186

Firmansyah, E. T., Desandana, W., & Nauli, A. R. (2026). Analisis Perkembangan Suhu Beton Massa pada Pekerjaan Raft Foundation Menggunakan Sistem Thermocouple. *Future Academia : The Journal of Multidisciplinary Research on Scientific and Advanced*, *4*(1), 14–25. https://doi.org/10.61579/future.v4i1.732

Laswandi, H., Sulistyawati, D., Setiawan, M. N., Fivanda Noeratri Andanwerti, Heru Budi, Kusuma Aghastya Wiyoso, Mariana, Eddy Supriyatna, Marizar Ferdinand, Maitri Widya, Mutiara Anastasia, Cinthya Gani, Sri Sulistyo Purnomo, Nikki Indah Andraini, Adi Ismanto, & Augustina Ika Widyani. (2025). *Transformasi Ruang Desain Interior yang Mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan*. LPPI UNTAR (UNTAR Press). https://untar.ac.id/wp-content/uploads/2025/12/Transformasi-Ruang-Desain-Interior-yang-Mendukung-Tujuan-Pembangunan-Berkelanjutan.pdf

Ifadianto, N., Kurniawan, P., Nugroho, A. C., & Siregar, A. M. (2024). THERMAL IDENTIFICATION BASED ON BUILDING ENVELOPE, SHAPE & ORIENTATION USING SEFAIRA SIMULATION METHOD. (CASE STUDY OF BUILDING B, ARCHITECTURE DEPARTMENT, UNIVERSITY OF LAMPUNG). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *12*(3S1). https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3s1.5374

Muliani, F., Ismy, R., & Tahrizi, Z. (2023). PENINGKATAN KUALITAS LINGKUNGAN MELALUI LUBANG RESAPAN BIOPORI SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN SAMPAH RUMAH TANGGA. *Jurnal Rekayasa Teknik Dan Teknologi*, *7*(1). https://doi.org/10.51179/rkt.v7i1.1831

Nugroho, D. S., Suhariyanto, Kusnanto, H., & Solikin. (2023). PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN PADA GEDUNG TERMINAL 2 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA. *Jurnal ReSEM Rekayasa Sistem Engineering & Manufaktur*.

Gamalia, N., Famachyuddin, V. A., & Ningtyas Basuki, K. (2025). PENGARUH SELUBUNG BANGUNAN TERHADAP KINERJA TERMAL RUMAH TINGGAL DI SURABAYA. *Journal Of Arcitecture JAMBURA*.

Oka Sutrisna, P., & Suryawan, G. P. (2022). POTENSI PENGHEMATAN ENERGI KOMPRESOR MELALUI REPLACEMENT KOMPRESOR

MENUJU TYPE AF OPC 55-10. *Jurnal Bakti Saraswati*, *11*(02).

Permata Sari, D., Husni Idris, M., Mahakam Lesmono Aji, I., Anwar, H., Webliana, K. B., Kehutanan, J., & Pertanian, F. (2022). IKLIM MIKRO DAN TINGKAT KENYAMANAN TERMAL PADA KAWASAN EKOWISATA MANGROVE TANJUNG BATU KABUPATEN LOMBOK BARAT. *Jurnal AGRIFOR*, *21*(2), 315–324. https://doi.org/10.31293/agrifor.v21i1

Pradana, S. H., & Khaerudini, D. S. (2021). Studi perhitungan sistem pengkondisian udara dari desain kantor pabrik kelapa sawit berbasis cooling load temperature difference. In *Jurnal Polimesin* (Vol. 19, Number 2).

Pratama, R., & Hantono, D. (2021). Kajian Konsep Arsitektur Industrial Pada Bangunan Lei Lo Restoran. *Jurnal UMJ Semnastek*.

Rahman, T., Suhendri, Tajudin, A. N., Suwarto, F., Sudigdo, P., & Thom, N. (2024). Durability evaluation of heat-reflective coatings for road surfaces: A systematic review. *Sustainable Cities and Society*, *112*, 105625. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2024.105625

Rohidin, R., Prasetyo, B. Y., & Sukamto, A. P. E. (2025). Prosiding the 16 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung. *Industrial Research Workshop and National Seminar IRWNS*.

Usra Berli, A., Kesuma, D. S., Dwiharzandis, A., Lovita, W., & Leni, D. (2026). Analisis Laju Perpindahan Panas Pada Berbagai Material Dinding Bangunan. *Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmiah*.

Yuristianto, W. F., & Hendrawati, D. (2020). *Praktek Arsitektur di Era Kelaziman Baru Peran Material Selubung Dalam Mereduksi Panas Dalam Bangunan Studi Kasus: Gedung Rontgen Rs Mardi Rahayu*.

Yuristiary, Y. (2025). Metodologi Optimal untuk Pengecoran Beton pada Kondisi Cuaca Panas: Perspektif Iklim Tropis Lembab. *Sigma Teknika*, *8*(1), 131–145.

Zingre, T. K., Yang, X., & Wan, P. M. (2015). Performance Analysis of Cool Roof, Green Roof and Thermal Insulation on a Concrete Flat Roof in Tropical Climate. *EVERGREEN Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy*.