

OPTIMALISASI KENYAMANAN TERMAL STUDIO NYIKU DESIGN MELALUI MODIFIKASI MATERIAL INSULASI PANAS DALAM RUANG

Dwi Salsabila Syafiyah

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
d300220052@student.ums.ac.id

Yayi Arsandrie

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
ya115@ums.ac.id

ABSTRAK

Kenyamanan termal ruang kerja sangat penting untuk meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pengguna ruang kerja. Studio Nyiku Design sebagai ruang kerja arsitektur menggunakan material spandek pada lapisan dinding luar, yang memiliki konduktivitas panas tinggi dan berpotensi menyebabkan peningkatan suhu ruang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi termal ruang Studio Nyiku Design, persepsi pengguna tentang kenyamanan termal, dan menentukan material insulasi dinding yang paling cocok untuk meningkatkan kenyamanan termal di ruang studio arsitektur Nyiku Design. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif yang menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif diperoleh dari studi literatur terkait kenyamanan termal, standar SNI dan ASHRAE, serta karakteristik material insulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi termal eksisting Studio Nyiku Design belum memenuhi standar kenyamanan termal, terutama pada rentang waktu siang hingga sore hari, dan berdampak pada penurunan kenyamanan serta produktivitas pengguna. Dari hasil analisis material, polyurethane foam memiliki kinerja termal terbaik secara teoritis, namun kurang aplikatif untuk bangunan kerja skala kecil. Glasswool dinilai sebagai material insulasi yang paling efektif dan aplikatif, dengan ketebalan sekitar ± 7 cm, karena mampu mereduksi panas secara signifikan serta mudah diterapkan pada sistem dinding eksisting. Penerapan glasswool diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan termal ruang dan mendukung produktivitas pengguna secara berkelanjutan.

KEYWORDS:

Tropis; Material Insulasi Panas; Kenyamanan Termal

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kenyamanan termal secara umum didefinisikan ketika suhu udara berada dalam rentang yang dapat diterima oleh penghuni, tidak menimbulkan sensasi terlalu panas atau terlalu dingin dan memungkinkan pengguna beraktivitas secara optimal (Wahyono & Harjanto, 2022). Kenyamanan termal memiliki peran penting dalam bangunan karena secara langsung memengaruhi kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas pengguna.

Tanpa perencanaan yang tepat, performa termal ruang berpotensi tidak memenuhi standar kenyamanan yang dibutuhkan. Sebaliknya, bangunan dengan kondisi kenyamanan termal

yang baik mampu memberikan dampak positif terhadap produktivitas dan kualitas aktivitas pengguna di dalamnya.

Kenyamanan termal dalam bangunan ditentukan oleh tiga komponen utama, yaitu aliran udara, kelembaban, dan suhu ruang. Semua faktor ini saling berhubungan dan berdampak langsung pada kenyamanan pengguna. Pada bangunan tropis, kondisi termal juga sangat dipengaruhi oleh material konstruksi yang digunakan (Kamaruddin & Eran, 2023). Oleh karena itu, Di Indonesia yang beriklim panas dan lembap, pemilihan material dan desain bangunan harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan untuk memastikan kenyamanan termal optimal.

Salah satu jenis bahan bangunan yang sering dipakai adalah spandek. Biasanya, bahan ini

digunakan untuk bagian atap karena ringan, tahan lama, dan mudah dipasang. Akan tetapi, di beberapa struktur bangunan, spandek juga diaplikasikan pada elemen dinding. Pada bangunan Studio Nyiku Design, material spandek digunakan tidak hanya sebagai penutup atap, tetapi juga sebagai elemen dinding bangunan, sehingga praktik ini menciptakan tantangan tersendiri, karena baik dinding maupun atap spandek memiliki kemampuan menghantarkan panas yang cukup tinggi, sehingga ruang di dalam bangunan, terutama ruang kantor berisiko mengalami kenaikan suhu yang signifikan dan mengurangi kenyamanan termal bagi penghuninya. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan solusi alternatif berupa penggunaan bahan insulasi dinding tambahan, yang bertujuan untuk mencegah panas agar tidak langsung masuk ke dalam ruangan.

Dalam penelitian ini, dampak kenyamanan termal juga memengaruhi objek penelitian, yaitu studio arsitektur Nyiku Design. Dalam kegiatan kerja, ruang kantor perlu memperhatikan kenyamanan suhu ruangan agar para karyawan dapat melaksanakan kegiatan bekerja dengan nyaman dan produktif. Kenyamanan termal pada objek penelitian dengan bangunan yang menggunakan material spandek pada bagian konstruksinya belum jelas teridentifikasi, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal pada objek tersebut.

Rumusan Permasalahan

1. Bagaimana pengaruh kondisi suhu termal ruang terhadap kenyamanan dan produktivitas pengguna ruang Studio Arsitektur Nyiku Design?
2. Bagaimana penerapan material insulasi dinding dapat membantu mengurangi suhu panas pada ruangan Studio Arsitektur Nyiku Design?
3. Jenis bahan insulasi apa yang paling sesuai untuk digunakan pada ruangan Studio Arsitektur Nyiku Design?

Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh kondisi suhu termal ruang terhadap tingkat kenyamanan dan produktivitas pengguna ruang Studio Arsitektur Nyiku Design.
2. Menganalisis efektivitas penerapan material insulasi dinding dalam mengurangi suhu panas pada ruang Studio Arsitektur Nyiku Design.

3. Menentukan jenis bahan insulasi dinding yang paling efektif dan sesuai untuk diterapkan pada ruang Studio Arsitektur Nyiku Design.

TINJAUAN PUSTAKA

Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal didefinisikan sebagai kondisi ketika manusia merasa puas terhadap lingkungan termalnya, sehingga mampu beraktivitas secara optimal tanpa merasa terlalu panas atau terlalu dingin. Suatu ruangan dianggap nyaman secara termal apabila sebagian besar penggunanya menyatakan bahwa suhunya nyaman (Kamaruddin dan Eran, 2023). Sejalan dengan hal tersebut, ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating Air-Conditioning Engineers) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai suatu kondisi dimana ada kepuasan terhadap keadaan termal di sekitarnya (ASHRAE, 2004). Oleh karena itu, dalam upaya menciptakan ruang kerja yang efektif dan nyaman, aspek kenyamanan termal menjadi faktor yang tidak dapat diabaikan dalam perancangan bangunan.

Kenyamanan termal tidak berdiri sendiri, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Menurut ASHRAE Handbook of Fundamentals (1989), terdapat enam faktor utama yang memengaruhi rasa nyaman terhadap suhu tubuh manusia, yang dibagi ke dalam dua kelompok yaitu faktor lingkungan dan faktor personal. Faktor lingkungan yang memengaruhi kenyamanan termal meliputi suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembapan relatif, dan kecepatan angin. Temperatur udara dan temperatur radiasi berperan langsung terhadap sensasi panas atau dingin yang dirasakan pengguna, sedangkan kelembapan relatif memengaruhi proses penguapan keringat tubuh. Sementara itu, kecepatan udara berkontribusi dalam pelepasan panas tubuh melalui sirkulasi udara di dalam ruang.

Dalam konteks Studio Arsitektur Nyiku Design, meskipun bangunan sudah memiliki celah untuk sirkulasi udara yang cukup, letaknya belum sesuai dengan arah angin utama. Angin dominan datang dari arah barat, namun di dinding barat tidak ada celah, sehingga udara alami tidak bisa masuk secara optimal. Kondisi ini menyebabkan dinding barat menerima beban panas yang lebih tinggi dibandingkan dinding lainnya. Selain itu, bangunan juga sudah memiliki dua unit turbin ventilasi atap berukuran kecil untuk meningkatkan

sirkulasi udara. Meski demikian, kapasitas turbin tersebut belum cukup untuk menurunkan suhu di dalam ruangan secara signifikan. Ruang kerja di bangunan ini tidak dilengkapi dengan sistem pendingin udara (AC) dan hanya menggunakan dua unit kipas angin, sehingga kemampuan mengatur suhu di dalam ruangan masih terbatas.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, diperlukan standar acuan untuk menentukan batas kenyamanan termal secara kuantitatif. Salah satu standar internasional yang banyak digunakan adalah ISO 7730, yang menetapkan kriteria kenyamanan termal berdasarkan aktivitas pengguna dan kondisi lingkungan. Untuk aktivitas ringan dengan posisi duduk atau diam, ISO 7730 merekomendasikan temperatur operatif berkisar antara 20-24°C pada kondisi musim dingin dan 23-26°C pada kondisi musim panas, guna menjaga kenyamanan termal pengguna ruang (ISO 7730, 2005).

Selain faktor lingkungan, kenyamanan termal juga dipengaruhi oleh faktor pribadi yang terkait dengan karakteristik pengguna ruangan, seperti tingkat metabolisme tubuh dan kemampuan pakaian untuk menahan panas. Tingkat metabolisme menentukan besarnya panas tubuh yang dihasilkan akibat aktivitas fisik, sedangkan insulasi pakaian memengaruhi kemampuan tubuh dalam mempertahankan atau melepaskan panas ke lingkungan. Interaksi antara faktor personal dan faktor lingkungan inilah yang secara bersama-sama menentukan tingkat kenyamanan termal yang dirasakan oleh pengguna ruang.

Indonesia memiliki acuan nasional terkait kenyamanan termal bangunan yang tertuang dalam SNI 03-6572-2001: Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Standar ini menetapkan bahwa bangunan harus mampu menyediakan lingkungan termal yang nyaman bagi penggunanya. Tingkat kenyamanan termal menurut SNI dibagi menjadi tiga kategori, sebagai berikut:

Tabel 1. Kategori Kenyamanan Termal

Kategori	Rentang Suhu°C
Sejuk Nyaman	20,5°C–22,8°C
Nyaman Optimal	22,8°C–25,8°C
Hangat Nyaman	25,8°C–27,1°C

(Sumber: SNI 03-6572-2001, 2001)

Selain suhu, standar ini juga merekomendasikan kelembapan udara untuk iklim tropis berada pada kisaran 40%-60%, serta kecepatan aliran udara tidak melebihi 0,25 m/detik agar tidak menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna ruang.

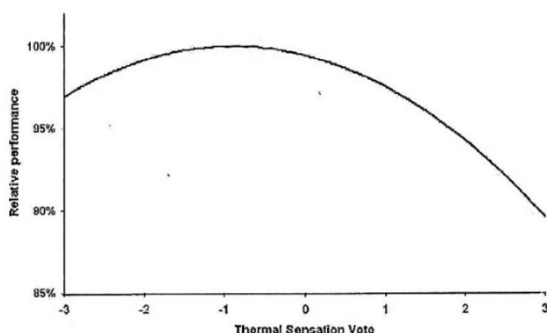
Kenyamanan, dan Produktivitas Pengguna

Dalam konteks bangunan, suhu termal sebuah ruangan berperan penting terhadap produktivitas pengguna, sehingga perencanaan kenyamanan termal menjadi aspek yang tidak dapat diabaikan (Kamaruddin & Eran, 2023). Ketika suhu ruang berada di luar zona nyaman, tubuh akan melakukan adaptasi termal yang dapat menyebabkan kelelahan, gangguan konsentrasi, serta menurunnya kecepatan dan ketelitian dalam bekerja. Sebaliknya, kondisi termal yang nyaman memungkinkan pengguna untuk bekerja lebih fokus, efisien, dan dalam durasi yang lebih lama tanpa mengalami penurunan performa (Muhaimin dkk., 2023). Dengan adanya kenyamanan termal di dalam ruangan, pengguna bangunan dapat merasakan manfaat baik secara fisik maupun psikis, yang bisa membantu meningkatkan efektivitas kegiatan yang dilakukan di dalam ruang tersebut (Wahyono & Harjanto, 2022).

Dalam konteks bangunan kerja dan ruang aktivitas lainnya, kenyamanan termal tidak hanya berpengaruh terhadap kenyamanan subjektif, tetapi juga berdampak langsung pada tingkat produktivitas pengguna. Kondisi panas yang berlebih dapat menyebabkan pengguna ruang menjadi cepat lelah, mengantuk, dan meningkatkan jumlah kesalahan kerja (Fatmawati dkk., 2019). Untuk menjalankan aktivitas di dalam ruangan dengan baik, manusia membutuhkan kondisi fisik di sekitarnya yang dirasa nyaman. Kenyamanan termal tidak dapat dilepaskan dari desain bangunan dan sistem pengkondisian ruang (Muhaimin dkk., 2023).

Kenyamanan termal juga terbukti memiliki hubungan langsung dengan performa kerja pengguna. Ketidaknyamanan termal berkaitan dengan penurunan produktivitas kerja, khususnya pada aktivitas yang menuntut konsentrasi dan kinerja mental (Jensen dkk., 2009). Selain itu, faktor iklim dan musim turut memengaruhi tingkat kenyamanan termal dan produktivitas manusia, di mana suhu lingkungan yang tinggi cenderung berdampak negatif terhadap kinerja (Olgay, 1963). Hubungan antara kenyamanan

termal dan produktivitas pengguna dapat dilihat melalui grafik berikut.



Grafik 1. Hubungan antara kenyamanan termal dan performa kerja pengguna
(Sumber: Jensen dkk., 2009)

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa performa kerja pengguna berada pada kondisi paling optimal ketika lingkungan ruang dirasakan nyaman secara termal. Sebaliknya, ketika kondisi termal cenderung panas dan menimbulkan ketidaknyamanan, performa kerja pengguna mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa kenyamanan termal memiliki peran penting dalam mendukung efektivitas dan produktivitas aktivitas yang dilakukan di dalam ruang.

Oleh karena itu, pengendalian kondisi termal dalam perancangan bangunan tidak hanya bergantung pada desain ruang dan sistem pengkondisian, tetapi juga dipengaruhi oleh pemilihan material struktur yang berperan dalam membentuk lingkungan termal yang nyaman dan mendukung produktivitas pengguna.

Material Struktur

Di Indonesia yang beriklim panas lembap, pemilihan material bangunan memiliki pengaruh besar terhadap kondisi termal ruang (Paulus & Purwanto, 2022). Jika dinding luar bangunan tidak dirancang dengan tepat, panas dari luar bangunan akan membuat suhu di dalam ruangan semakin tinggi.

Material spandek sering digunakan sebagai penutup atap. Material spandek terbuat dari campuran aluminium, seng, dan silikon dengan karakteristik ringan, kuat, dan tahan lama. Spandek memiliki fleksibilitas tinggi sehingga mudah diaplikasikan pada berbagai jenis bangunan. Keunggulan atap spandek antara lain: bobot ringan, ketahanan terhadap korosi dan rayap, serta umur yang relatif panjang. Profilnya

yang bergelombang juga memberikan kekuatan struktural tambahan (Manalu dkk, 2022).

Pada Studio Nyiku Design, material spandek digunakan tidak hanya sebagai penutup atap, tetapi juga sebagai bahan material dinding bangunan. Pemilihan bahan material ini didasarkan dalam pembangunan dan kemudahan saat pemasangan. Namun demikian, atap spandek memiliki keterbatasan pada aspek kenyamanan termal dan akustik. Daya serap panas material logam yang tinggi dapat meningkatkan suhu ruang di bawahnya, serta menimbulkan suara saat hujan. Oleh karena itu, diperlukan penerapan material insulasi untuk mengurangi panas dan meningkatkan kenyamanan (Manalu dkk, 2022).

Material Insulasi Termal

Material insulasi digunakan untuk meredam panas di dinding maupun atap bangunan. Material insulasi terbuat dari bahan komposit atau bahan yang memiliki sifat tahan panas yang tinggi (Al-Homoud, 2005). Insulasi termal adalah bahan yang dirancang untuk menghentikan atau mencegah konduksi panas dan listrik, yang memastikan suhu ruang tetap stabil (Vogg & Stieglitz, 1986). Insulasi dapat menjaga suhu di dalam ruangan atau bangunan tetap stabil, baik panas maupun dingin, dengan mencegah panas dari luar masuk atau keluar (Al-Sallal, 2003).

Material insulasi bekerja dengan mengurangi perpindahan panas melalui konduksi, membatasi aliran panas akibat konveksi udara, serta menekan perpindahan panas radiasi dari energi gelombang panas (Ganiron Jr., 2013). Sebagian besar perpindahan panas pada bangunan terjadi melalui atap, yaitu sekitar 60%, sehingga insulasi termal menjadi elemen yang sangat penting dalam pengendalian panas bangunan (Abdessalam dkk., 1998). Lapisan insulasi atap sangat penting bagi sebuah bangunan agar bisa mengurangi panas yang datang dari atap bangunan itu sendiri.

Kehadiran insulasi atap membuat ruangan di bawahnya terasa lebih sejuk dibandingkan sebelumnya. Insulasi atap bisa dipasang langsung di bagian atap. Selain mencegah panas masuk, insulasi atap juga bisa menyerap suara dari luar bangunan. Hal ini sesuai dengan tujuan utama penggunaan insulasi termal, yaitu menjaga suhu dan keadaan udara di dalam ruangan tetap nyaman dan bersih, terutama saat suhu luar lingkungan terasa dingin (Ganiron Jr, 2014).

Bahan yang digunakan untuk meredam panas berfungsi untuk menjaga suhu tetap stabil, yang membuatnya nyaman ketika berada di sebuah ruangan. Kebutuhan akan peredam panas semakin besar. Banyak pengembang perumahan menggunakan peredam panas sebagai keunggulan tambahan. Tidak hanya itu, banyak perusahaan di sektor industri juga menggunakan peredam panas untuk kebutuhan pabrik atau gudang agar karyawan tetap nyaman bekerja dalam cuaca panas (Marina, 2020).

Terdapat berbagai jenis material insulasi yang digunakan dalam aplikasi bangunan. Material yang paling sering diterapkan, diantaranya: *polyurethane foam*, *rockwool*, *glasswool*, dan *styrofoam*. Masing-masing material memiliki nilai konduktivitas termal, ketahanan panas, serta karakteristik pemasangan yang berbeda, sehingga pemilihannya perlu disesuaikan dengan kebutuhan bangunan dan kondisi iklim setempat.

Polyurethane Foam

Polyurethane merupakan salah satu bahan insulasi termal yang telah banyak digunakan. *polyurethane* merupakan busa plastik padat yang terdiri dari campuran *polyol* dan *isocyanate*. *Polyurethane foam* sebagai material polimer yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi, khususnya sebagai material insulasi termal bangunan. *Polyurethane foam* dikenal memiliki struktur sel tertutup yang mampu menghambat perpindahan panas secara efektif, sehingga sangat sesuai digunakan untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang. Salah satu keunggulan utama *polyurethane foam* adalah nilai konduktivitas termalnya yang rendah, yaitu berada pada kisaran 0,020-0,030 W/mK (Wang dkk., 2022).

polyurethane foam dapat dikategorikan sebagai material insulasi termal yang memiliki konduktivitas panas rendah, daya tahan yang baik terhadap radiasi panas, serta efektivitas tinggi dalam meningkatkan kenyamanan termal bangunan (Essien dkk., 2021).

Berdasarkan perhitungan resistansi termal, material *polyurethane foam* dengan nilai konduktivitas termal sebesar 0,020-0,030 W/m·K memerlukan ketebalan sekitar 4-6 cm untuk mencapai nilai R sebesar 2,0 m²·K/W. Ketebalan ini menghasilkan nilai U sebesar 0,5 W/m²·K, yang menunjukkan bahwa *polyurethane foam* memiliki kinerja insulasi termal yang sangat baik dan lebih

efisien dibandingkan beberapa material insulasi konvensional dengan ketebalan yang lebih besar.



Gambar 1. Spray Foam Insulation From Canada
(Sumber: Confirmed Contracting Corp. 2025)

Glasswool

Glasswool adalah material insulasi yang dibuat dari *fiberglass* yang berbentuk seperti wol dan biasanya dibuat dalam bentuk lembaran atau gulungan dengan densitas dan karakteristik tertentu (Paulus & Purwanto, 2023). Material *glasswool* bersifat tidak mudah terbakar, tidak beracun, tahan terhadap korosi, serta memiliki tingkat kelembaban yang rendah (Jeon dkk., 2017). Dalam aplikasinya, *glasswool* umumnya dilapisi plat aluminium tipis sebagai pembungkus (*jacketing*). Lapisan aluminium ini dinilai praktis karena mudah dibentuk serta berfungsi menjaga daya tahan material dan memaksimalkan kinerja insulasi (Subawi dkk., 2025).

Glasswool merupakan material insulasi yang mudah diaplikasikan karena dapat dipasang dengan ketebalan yang merata serta menutup celah secara efektif untuk mencegah kebocoran panas. Material ini juga mudah dipotong dan disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi. Dengan nilai konduktivitas termal yang rendah, sekitar 0,04 W/m·K, *glasswool* efektif dalam menghambat perpindahan panas ke dalam ruang.

Berdasarkan perhitungan resistansi termal, material *glasswool* dengan nilai konduktivitas termal sebesar 0,035 W/m·K memerlukan ketebalan sekitar 7 cm untuk mencapai nilai R sebesar 2,0 m²·K/W. Ketebalan ini menghasilkan nilai U sebesar 0,5 W/m²·K, yang menunjukkan bahwa wol kaca memiliki kapasitas yang baik untuk menghentikan perpindahan panas melalui atap bangunan. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa *glasswool* mampu berperan efektif sebagai lapisan insulasi termal dalam mengurangi laju aliran panas dari lingkungan luar ke dalam ruang.

Dengan demikian, penerapan *glasswool* pada sistem atap dapat berkontribusi dalam menjaga kestabilan suhu ruang, menurunkan beban pendinginan buatan, serta meningkatkan efisiensi energi bangunan, khususnya pada bangunan yang berada di wilayah beriklim tropis.

Hasil pengujian pada berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan *glasswool* sebagai lapisan insulasi terbukti mampu menurunkan perpindahan panas dan mereduksi suhu termal berlebih, sehingga berkontribusi dalam menjaga kestabilan suhu ruang dan meningkatkan kenyamanan termal pengguna bangunan (Rachmanita, 2022).



Gambar 2. *Inovative Roofs Insulation Solutions Featuring Glass Wool for Buildings*
(Sumber: <https://hnfinsulation.en.made-in-china.com>, 2025)

RockWool

Rockwool merupakan material insulasi yang terbuat dari serat alami (batuan alam). *rockwool* merupakan bahan yang sering digunakan untuk meredam suara sekaligus mengurangi panas yang diaplikasikan pada dinding ruangan (Paulus & Purwanto, 2023). Menggunakan *rockwool* sebagai insulasi memiliki lebih banyak keuntungan daripada kerugian karena ini adalah jenis isolasi yang menawarkan perlindungan seperti mencegah kebakaran, kerusakan air, dan kebisingan (Sustrawan, 2016).

Menurut penelitian Susastrawan tahun 2016, insulasi yang terbuat dari *rockwool* memiliki nilai menahan panas yang lebih baik dibandingkan dengan insulasi yang terbuat dari *glasswool*. Ini karena konduktivitas *rockwool* yang lebih rendah daripada *glasswool*.

Penggunaan material insulasi mineral wool diatur dalam SNI 8421:2017 tentang Bahan Isolasi

Panas, Penyerap Suara, dan Tahan Api dari Mineral wool. Standar ini menetapkan persyaratan mutu, metode pengujian, serta klasifikasi material mineral wool, termasuk *rockwool*, sebagai bahan insulasi panas dan peredam suara pada bangunan. SNI ini diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) dan menjadi acuan nasional dalam penerapan material insulasi mineral wool di Indonesia.

Berdasarkan perhitungan resistansi termal, material *rockwool* dengan nilai konduktivitas termal sebesar 0,038 W/m·K. memerlukan ketebalan sekitar 7,6 cm untuk mencapai nilai R sebesar 2,0 m²·K/W. Ketebalan tersebut menghasilkan nilai U sebesar 0,5 W/m²·K, yang menunjukkan bahwa *rockwool* memiliki kemampuan yang baik dalam menghambat perpindahan panas melalui elemen atap bangunan.



Gambar 3. *Mineral/Rock Wool Products Fiber Products, High Strength Board*
(Sumber: <https://bjhuaxing.en.made-in-china.com/>, 2025)

Styrofoam (EPS)

Styrofoam merupakan istilah dagang yang merujuk pada material *polystyrene foam*, yang dalam konteks bangunan umumnya berupa *expanded polystyrene* (EPS). Perlu dibedakan bahwa istilah *styrofoam* dalam penggunaan sehari-hari sering disamakan dengan material kemasan sekali pakai, padahal EPS untuk konstruksi memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda, terutama dari segi daya tahan dan masa pakai (Mintorogo et al., 2013).

Styrofoam banyak dimanfaatkan sebagai insulator termal dalam bangunan, khususnya sebagai lapisan peredam panas atap. Struktur EPS tersusun atas butiran-butiran berongga dengan

kerapatan rendah, dimana udara yang terperangkap di dalamnya berfungsi sebagai penahan perpindahan panas. Sebagai panel insulasi atap, *styrofoam* memiliki keunggulan berupa harga yang relatif terjangkau, bobot ringan, serta kemampuan meredam panas yang cukup baik dibandingkan material peredam panas lainnya. Oleh sebab itu, *styrofoam* sering digunakan sebagai isolator panas (Lubis dkk., 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *styrofoam* tetap stabil ketika diuji pada suhu tinggi dan mampu mengurangi kenaikan suhu ruang di bawah atap sebesar 0-2°C, tergantung pada kondisi lingkungan dan orientasi bangunan. Dengan biaya yang relatif rendah serta kemudahan dalam proses aplikasi, *styrofoam* menjadi salah satu alternatif material insulasi termal yang efisien untuk meningkatkan kenyamanan ruang (Marina, 2020).

Berdasarkan pendekatan perhitungan resistansi termal yang umum digunakan dalam evaluasi material insulasi, *styrofoam* (EPS) dengan nilai konduktivitas termal sebesar 0,035 W/m·K memerlukan ketebalan sekitar 7 cm untuk mencapai nilai R sebesar 2,0 m²·K/W. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *styrofoam* memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menghambat perpindahan panas melalui elemen atap bangunan.



Gambar 4. Expanded Polystyrene Insulation from Foamex
(Sumber: Spec-Net. *Expanded Polystyrene Insulation*
/Foamex, 2025)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui pengukuran suhu ruangan secara langsung menggunakan alat ukur suhu serta penyebaran kuesioner kepada pengguna ruang untuk mengetahui persepsi kenyamanan termal. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui studi

literatur yang membahas teori kenyamanan termal, standar suhu ruang, serta karakteristik material insulasi dinding seperti *polyurethane foam*, *glass wool*, *rock wool*, dan *spandek*.

Pengumpulan data terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari pengukuran suhu ruang dan kuesioner pengguna, sedangkan data sekunder berasal dari jurnal ilmiah, serta standar kenyamanan termal seperti SNI 6390:2011 dan ASHRAE 55. Analisis data dilakukan dengan mengolah data kuantitatif menggunakan nilai rata-rata dan persentase, serta membandingkan hasil pengukuran suhu dengan standar kenyamanan termal. Data kualitatif dianalisis melalui telaah literatur untuk menjelaskan pengaruh material dinding terhadap kondisi termal ruang, kemudian seluruh hasil analisis disintesis untuk menentukan rekomendasi material insulasi dinding yang paling efektif.

LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT Nyiku Design yang berlokasi di Jl. Akasia Alata No.12, Cileunyi Kulon, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Objek penelitian merupakan ruang kerja studio arsitektur yang berada di lantai dua rumah pemilik.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth, 2025)

Kawasan Cileunyi Kulon, Kabupaten Bandung, memiliki iklim mikro tropis yang lembap. Pada bulan Oktober, suhu udara terendah berkisar antara 20–21°C dan suhu tertinggi mencapai 30–31°C, dengan suhu rata-rata sekitar 24–25°C setiap hari. Suhu cenderung hangat terutama di siang hari. Kelembapan udara cukup tinggi, sekitar 75–85%, yang bisa membuat perasaan lebih panas terutama di dalam ruangan. Selain itu, bulan Oktober mulai menunjukkan peningkatan curah hujan, dengan total hujan sekitar 100–150 mm per bulan. Kombinasi suhu yang tinggi, kelembapan yang besar, serta angin

yang tidak selalu baik bisa membuat kenyamanan ruangan turun.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Kondisi Termal Ruang dan Pengguna

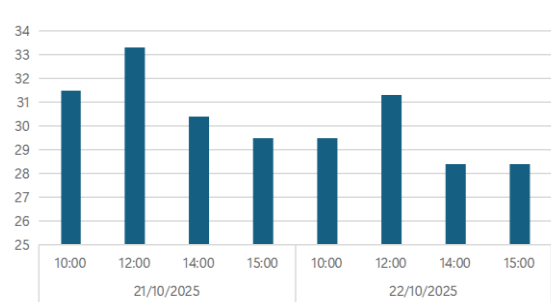
Studio Nyiku Design merupakan ruang kerja arsitektur yang digunakan secara intensif. Berdasarkan kondisi eksisting, bangunan studio menggunakan material spandek sebagai lapisan dinding luar dengan sistem rangka dan lapisan multipleks pada bagian dalam. Material spandek memiliki sifat konduktivitas panas yang tinggi, sehingga berpotensi menyebabkan peningkatan suhu ruang.



Gambar 6. Denah Studio Nyiku Design
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Untuk memahami kondisi termal eksisting secara menyeluruh, penelitian ini mengombinasikan data subjektif berupa persepsi pengguna ruang dengan data objektif hasil pengukuran termal. Data persepsi didapat dari kuesioner yang diberikan kepada pengguna ruangan, sedangkan data objektif didapat dari pengukuran suhu dan kelembapan udara di dalam ruangan serta suhu permukaan bahan dinding.

Pengukuran suhu termal dilakukan selama dua hari berturut-turut, yaitu pada tanggal 21 Oktober sampai dengan tanggal 22 Oktober 2025, pada jam kerja siang hingga sore hari. Pengukuran dilakukan menggunakan dua alat ukur *HOBO datalogger* yang dipasang pada ketinggian 1,50 meter: alat pertama ditempatkan di dalam ruang pada elemen tiang untuk merepresentasikan suhu udara ruang, serta alat kedua yang ditempelkan pada permukaan multipleks dinding bagian dalam untuk merepresentasikan suhu permukaan dinding material spandek. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu ruang cenderung meningkat secara signifikan pada rentang waktu pukul 10.00-15.00 WIB, yang merupakan periode dengan intensitas radiasi matahari tertinggi.



Gambar 7. Diagram rata-rata suhu ruang
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Diagram pada Gambar 7 menunjukkan fluktuasi suhu ruang selama periode pengukuran, yang menjadi dasar untuk mengidentifikasi waktu terjadinya peningkatan panas dan potensi ketidaknyamanan termal bagi pengguna ruang.

Selain itu, perbandingan antara suhu material dan suhu udara ruang menunjukkan bahwa suhu material dinding rata-rata adalah 35°C, sedangkan suhu udara ruang rata-rata adalah 32°C. Selisih ini mengindikasikan bahwa suhu permukaan material dinding cenderung lebih tinggi dibandingkan suhu udara ruang, yang mengindikasikan adanya akumulasi panas pada material dinding dan pelepasan panas kembali ke ruang dalam.

Tabel 1. Rata-rata Hasil Pengukuran Kondisi Termal

Lokasi ukur	Suhu Rata-rata (°C)	Kelembaban Relatif (%)
Interior ruang	±30–32 °C	±60–65 %
Material dinding	±33–35 °C	±55–60 %

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

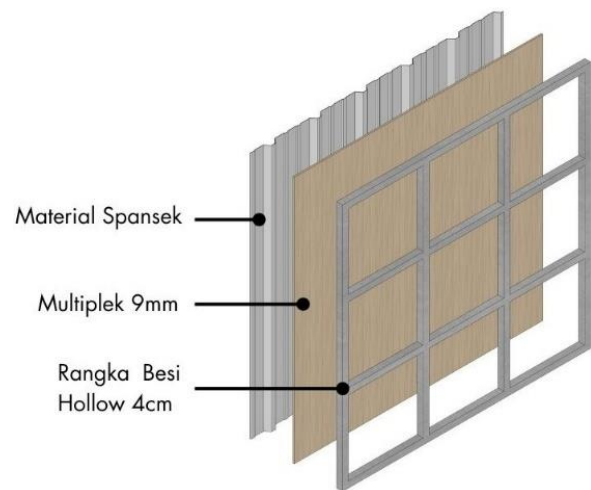
Hal ini selaras dengan hasil kuesioner yang menunjukkan bahwa mayoritas pengguna ruang merasakan kondisi termal yang kurang nyaman hingga tidak nyaman. Suhu panas dirasakan secara konsisten hampir setiap hari, terutama selama siang dan sore hari. Sebagian besar responden juga menilai bahwa suhu di dalam ruang terasa lebih panas dibandingkan suhu luar ruangan, yang mengindikasikan terjadinya akumulasi panas di dalam bangunan.

Ketidaknyamanan termal ini memengaruhi aktivitas kerja pengguna secara langsung, seperti cepat lelah, sulit berkonsentrasi, rasa tidak nyaman saat bekerja, dan penurunan produktivitas kerja. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi termal di Studio Nyiku Design belum mampu mendukung kenyamanan dan efektivitas kerja secara optimal.

Analisis Penanganan Termal Bangunan

Material insulasi dikenal sebagai bahan yang berfungsi untuk meredam suhu panas dari atap maupun dinding. Material ini terbuat dari bahan komposit atau bahan yang memiliki sifat tahan panas yang tinggi (Al-Homoud, 2005). Insulasi termal berfungsi untuk menghambat perpindahan panas agar suhu ruang tetap stabil. Bahan insulasi berfungsi untuk menghambat atau mencegah konduksi panas dan listrik (Vogg & Stieglitz, 1986). Insulasi dapat menjaga suhu di dalam ruangan tetap hangat atau sejuk dengan mencegah panas dari sekitarnya (Al-Sallal, 2003).

Berdasarkan kondisi eksisting bangunan dan hasil analisis kenyamanan termal, penelitian ini mengevaluasi beberapa alternatif material insulasi dinding sebagai upaya peningkatan kenyamanan termal pada Studio Nyiku Design. Sistem dinding eksisting terdiri dari lapisan luar spandek, rangka, dan lapisan multipleks di bagian dalam, tanpa material insulasi termal. Oleh karena itu, pemilihan material insulasi difokuskan pada material yang memiliki kinerja termal baik serta mudah diaplikasikan pada sistem dinding rangka ringan.



Gambar 8. Detail dinding Kantor PT. Nyiku Design
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Secara teoritis, busa *polyurethane foam* adalah bahan isolasi yang memiliki performa termal sangat baik karena memiliki nilai konduktivitas panas yang rendah, yaitu sekitar 0,025 W/m·K. Berdasarkan hasil perhitungan, *polyurethane foam* hanya memerlukan ketebalan sekitar ± 5,0 cm untuk mencapai nilai resistansi termal (*R-value*) sebesar 2,0 m²·K/W, sehingga menghasilkan nilai *U* sebesar 0,50 W/m²·K. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *polyurethane foam* sangat efektif dalam menghambat perpindahan panas melalui dinding bangunan.

Namun, berdasarkan kajian pustaka dan pertimbangan aplikatif, penerapan *polyurethane foam* pada bangunan skala kecil hingga menengah masih relatif terbatas, khususnya pada bangunan non-industri. Zhang et al. (2013) menyatakan bahwa meskipun *polyurethane foam* memiliki kinerja insulasi termal yang sangat baik, penggunaannya dalam konservasi energi bangunan masih didominasi oleh bangunan industri dan komersial berskala besar. Hal ini disebabkan oleh biaya material dan aplikasi yang relatif tinggi, kebutuhan metode pemasangan khusus, serta keterbatasan kompatibilitas dengan sistem konstruksi bangunan konvensional. Selain itu, Ganiron Jr. (2014) menjelaskan bahwa material insulasi dengan metode aplikasi khusus memerlukan tenaga ahli dan peralatan tertentu, sehingga kurang praktis untuk bangunan kerja berskala kecil.

Alternatif material insulasi yang lebih aplikatif adalah *glasswool*. Nilai konduktivitas termal material *glasswool* sekitar 0,035 W/m·K.

Berdasarkan perhitungan resistansi termal, *glasswool* memerlukan ketebalan sekitar $\pm 7,0$ cm untuk mencapai nilai R sebesar $2,0 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, sehingga menghasilkan nilai U sebesar $0,50 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *glasswool* mampu memberikan kinerja insulasi termal yang baik dalam menghambat perpindahan panas melalui dinding bangunan.

Glasswool memiliki keunggulan dari segi kemudahan pemasangan, fleksibilitas material, serta ketersediaan yang luas di pasaran Indonesia. Material ini mudah diaplikasikan pada sistem dinding rangka dengan lapisan multipleks tanpa memerlukan metode khusus, serta memberikan manfaat tambahan sebagai peredam suara. Oleh karena itu, *glasswool* dinilai sebagai material insulasi yang paling efektif dan aplikatif untuk diterapkan pada Studio Nyiku Design.

Strategi Penerapan Material Insulasi pada Dinding Ruangan

Strategi penerapan material insulasi dinding pada Studio Nyiku Design dilakukan dengan menempatkan *glasswool* di antara rangka dinding, tepat di belakang lapisan multipleks dan di sisi dalam lapisan spandek. Penempatan ini bertujuan untuk memutus jalur perpindahan panas dari lapisan luar spandek menuju ruang dalam.

Glasswool dipasang mengikuti modul rangka dinding dengan ketebalan yang disesuaikan dengan hasil perhitungan termal, yaitu sekitar $\pm 7,0$ cm. Untuk menjaga kinerja material dan mencegah penurunan kualitas akibat kelembapan, *glasswool* dilengkapi dengan lapisan pelindung seperti *aluminium foil* atau *vapor barrier*. Setelah pemasangan insulasi, lapisan multipleks dapat dipasang kembali sebagai *finishing* dinding interior.

Penerapan strategi ini diharapkan mampu menurunkan suhu ruang secara signifikan, mengurangi fluktuasi suhu harian, serta meningkatkan kenyamanan termal dan produktivitas pengguna ruang studio.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kondisi termal eksisting, persepsi pengguna, serta evaluasi kinerja material insulasi, dapat disimpulkan bahwa kenyamanan termal di Studio Nyiku Design belum tercapai secara optimal. Kondisi panas yang terjadi secara konsisten berdampak langsung terhadap

kenyamanan, konsentrasi, dan produktivitas kerja pengguna ruang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kenyamanan termal dapat dicapai melalui penerapan desain pasif bangunan, khususnya dengan penggunaan material insulasi dinding yang tepat. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa, meskipun *polyurethane foam* memiliki kinerja insulasi termal yang sangat baik secara teoritis, keterbatasan dari segi aplikasi menjadikannya kurang sesuai untuk bangunan kerja skala kecil.

Oleh karena itu, *glasswool* dipilih sebagai material insulasi yang paling efektif dan aplikatif untuk diterapkan pada Studio Nyiku Design. Penerapan *glasswool* pada sistem dinding eksisting diharapkan mampu mengurangi perpindahan panas, meningkatkan kenyamanan termal, serta mendukung produktivitas pengguna ruang secara berkelanjutan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengukuran pasca-penerapan insulasi guna mengevaluasi penurunan suhu ruang secara kuantitatif serta dampaknya terhadap produktivitas pengguna. Dengan pendekatan tersebut, perbaikan kenyamanan termal dapat dicapai secara lebih komprehensif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdessalam, M. (1998). *Climatiser dans les DOM: Guide pratique pour le tertiaire* (Vol. 4).
- Essien, V. B., Bolu, C. A., Okokpujie, I. P., & Azeta, J. (2021). Prediction and performance investigation of polyurethane foam as thermal insulation material for roofing sheet using artificial neural network. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 82(1), 113–125.
- Fatmawati, N., Mappincara, A., & Habibah, S. (2019). Pemanfaatan dan pemeliharaan sarana dan prasarana pendidikan. *Jurnal Ilmu Pendidikan, Keguruan, Dan Pembelajaran*, 3(2), 115–121.
- Ganiron, T. U., Jr. (2013). An investigation of moisture performance of sawdust and banana peels ply board as non-veneer panel. *International Journal of U- and E-Service, Science and Technology*, 6(3), 43–54.
- Ganiron, T. U., Jr. (2014). Effect of thermoplastic as fine aggregate to concrete mixture.

- International Journal of Advanced Science and Technology*, 62, 31–42.
- Garde, F. (1997). *Validation et développement d'un modèle thermo-aéraulique de bâtiments en climatisation passive et active: Intégration multimodèle de systèmes* (Doctoral dissertation, Université de La Réunion).
- Jensen, K. L., Toftum, J., & Friis-Hansen, P. (2009). *A Bayesian network approach to the evaluation of building design and its consequences for employee performance and operational costs*. *Building and Environment*, 44(3), 456–462.
- Kamaruddin, N. K., & Eran, M. (2023). Kajian kenyamanan termal ruang perkantoran. *Ruang: Jurnal Arsitektur*, 17(1), 54–59.
- Lubis, M. H., Nurbaiti, U., & Yulianto, A. (2021). Pengaruh penggunaan styrofoam sebagai peredam panas pada atap terhadap suhu ruang. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 8(2), 91–96.
- Manalu, M., Barliana, M. S., & Sari, D. C. P. (2023). Penerapan atap rumah adat Karawari Suku Tobati Enggros pada kios lapak atap spandek di Kota Jayapura. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 6(3), 777–786.
- Marina, N. F. (2020). Dampak lapisan konstruksi atap terhadap suhu ruang. *Agregat*, 5(2), 45–52.
- Mintorogo, D. S., Widigdo, W. K., & Yuniwati, A. (2013). Efektivitas styrofoam sebagai isolator panas pada atap bidang miring di Surabaya.
- Muhaimin, M., Jumriani, J., Alviawati, E., & Angriani, P. (2023). Urgensi kenyamanan termal dalam perspektif pembelajaran. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 7(1), 23–32.
- Olgyay, V. (1963). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press.
- Rachmanita, R. E., Syafi'i, M. Y., & Ahmadi, H. (2022). Experimental study of the effect of addition glass wool as insulation material on the performance of flat plate type solar collectors. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 5(2), 117–124.
- Ryumiliano Paulus, D., & Purwanto, L. M. F. (2022). Perbandingan transfer panas pada software Psi-Therm, HTflux, dan Ansys. *JoDA: Journal of Digital Architecture*, 1(2), 98–109.
- Subawi, H. (2025). Aplikasi industrial material insulasi termal untuk layanan temperatur operasi 140 °C. *Jurnal Tera*, 5(1), 106–115.
- Vogg, H., & Stieglitz, L. (1986). Thermal behavior of PCDD/PCDF in fly ash from municipal incinerators. *Chemosphere*, 15(9–12), 1373–1378.
- Wang, J., Zhang, C., Deng, Y., & Zhang, P. (2022). A review of research on the effect of temperature on the properties of polyurethane foams. *Polymers*, 14(21), 4586.