

## Pendampingan Mahasiswa Arsitektur dalam Pengukuran Kinerja Termal Rumah Reflektif Surya BeCool di Desa Dutohe, Gorontalo

Rahmayanti<sup>1\*</sup>, Teuku Muhammad Al-Aiyubi<sup>2</sup>, Niniek Pratiwi<sup>3</sup>, Nur Mutmainnah<sup>4</sup>, Syafriyani<sup>5</sup>, Wahyu Saputra<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup>rahmayanti@ung.ac.id

### Abstract

*This community engagement activity trained architecture students of Universitas Negeri Gorontalo in field-based measurement of building thermal performance, using a BeCool solar-reflective-paint demonstration house in Dutohe Village, Bone Bolango Regency, as a living laboratory. Around twenty students, guided by lecturers, took part in several field sessions in November 2025, learning to operate Elitech RC-4HC data loggers and black-globe thermometers to record roof and wall surface temperatures before and after the application of reflective coating. Measurements were carried out from 07:00 to 17:30 under both sunny and rainy conditions to expose students to real field constraints. The recorded data showed that the coating reduced the mean roof surface temperature from 41.7 °C to 37.1 °C, with the south-facing wall showing the largest reduction among the facades. Beyond generating a reliable dataset that supports ongoing research on passive cooling for low-cost metal-roofed housing, the activity strengthened students' practical skills in instrumentation, field data collection, and teamwork, while raising community awareness of simple, affordable strategies for improving indoor thermal comfort in tropical housing.*

**Keywords:** solar-reflective paint, thermal performance, community engagement, tropical building, architecture students

### Abstrak

Kegiatan pengabdian ini melatih mahasiswa Program Studi Arsitektur Universitas Negeri Gorontalo dalam pengukuran kinerja termal bangunan secara langsung di lapangan, dengan memanfaatkan rumah demonstrasi cat reflektif surya BeCool di Desa Dutohe, Kabupaten Bone Bolango, sebagai laboratorium lapangan. Sekitar dua puluh mahasiswa, didampingi dosen, terlibat dalam beberapa sesi pengukuran pada bulan November 2025, dilatih mengoperasikan data logger Elitech RC-4HC dan termometer bola hitam (black globe) untuk merekam suhu permukaan atap dan dinding sebelum dan sesudah aplikasi cat reflektif. Pengukuran dilakukan pukul 07.00-17.30 pada kondisi cuaca cerah maupun hujan agar mahasiswa memahami kendala nyata di lapangan. Data yang terekam menunjukkan bahwa pengecatan reflektif menurunkan suhu rata-rata permukaan atap dari 41,7 °C menjadi 37,1 °C, dengan dinding sisi selatan menunjukkan penurunan terbesar di antara keempat orientasi dinding. Selain menghasilkan dataset yang mendukung penelitian lanjutan mengenai strategi pendinginan pasif untuk rumah berdinding metal berbiaya rendah, kegiatan ini juga memperkuat keterampilan praktis mahasiswa dalam instrumentasi, pengumpulan data lapangan, dan kerja tim, sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat mitra terhadap strategi sederhana dan terjangkau untuk meningkatkan kenyamanan termal hunian tropis.

**Kata Kunci:** cat reflektif surya, kinerja termal, pengabdian masyarakat, bangunan tropis, mahasiswa arsitektur

### A. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki iklim tropis lembap dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi dan relatif stabil sepanjang tahun. Kondisi ini menempatkan atap dan dinding bangunan sebagai bidang yang paling banyak menyerap panas matahari, terutama pada bangunan berselubung metal yang banyak digunakan pada perumahan sederhana karena harganya terjangkau, ringan, mudah dipasang, dan

tersedia luas di pasaran. Di sisi lain, material metal memiliki konduktivitas termal tinggi dan kapasitas panas rendah, sehingga cepat menyerap radiasi matahari dan meneruskan panas ke ruang dalam. Studi terdahulu bahkan mencatat bahwa rumah beratap metal dapat memiliki suhu dalam ruang sekitar 2-6 °C lebih tinggi dibandingkan rumah dengan konstruksi atap non-metal, yang berimplikasi pada menurunnya kenyamanan termal

penghuni dan meningkatnya ketergantungan pada pendinginan mekanis.

Kondisi tersebut dialami oleh sebagian besar rumah warga di kawasan perdesaan dan pinggiran kota Gorontalo, termasuk Desa Dutohe, Kabupaten Bone Bolango, yang menjadi lokasi mitra kegiatan pengabdian ini. Sebagai respons atas persoalan tersebut, program BeCool Indonesia membangun sebuah rumah demonstrasi berukuran 6 m x 5 m dengan dinding dan atap spandek sebagai bagian dari program tanggung jawab sosial perusahaan (CSR). Rumah ini kemudian dilapisi cat reflektif surya BeCool, yaitu pelapis berbahan dasar akrilik berbasis air dengan pigmen keramik dan titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) yang meningkatkan reflektansi permukaan dari kisaran 0,30-0,40 pada metal polos menjadi 0,75-0,85 setelah pelapisan, serta meningkatkan emitansi termal dari 0,20-0,30 menjadi 0,85-0,95, sehingga permukaan mampu memantulkan sebagian besar radiasi matahari sekaligus melepaskan panas yang terserap secara lebih efisien.

Permasalahan mitra dalam kegiatan ini bersifat ganda dan saling melengkapi. Pertama, warga dan pengelola rumah demonstrasi BeCool memerlukan bukti empiris serta penjelasan yang mudah dikomunikasikan mengenai seberapa efektif cat reflektif surya menurunkan suhu permukaan atap dan dinding rumah metal pada kondisi iklim tropis lembap Gorontalo, mengingat sebagian besar kajian cool roof selama ini dilakukan pada iklim subtropis atau pada bangunan bermassa termal tinggi seperti beton dan bata, sehingga temuannya belum tentu berlaku langsung pada rumah metal ringan di kawasan tropis basah. Kedua, mahasiswa Program Studi Arsitektur Universitas Negeri Gorontalo memerlukan pengalaman belajar praktik lapangan (experiential learning) dalam pengukuran kinerja termal bangunan, sebuah kompetensi yang selama ini lebih banyak diajarkan secara teoretis di ruang kelas melalui simulasi dan literatur, dibandingkan melalui pengalaman langsung mengoperasikan instrumen ukur, menyusun protokol pengambilan data, dan menafsirkan pola data lapangan yang seringkali tidak serapi data simulasi.

Solusi yang ditawarkan dalam kegiatan pengabdian ini adalah pendampingan lapangan yang memadukan dua tujuan sekaligus, yaitu edukasi dan pemberdayaan mitra melalui penyediaan data kinerja termal yang terukur dan mudah dipahami, serta peningkatan kapasitas mahasiswa melalui pelatihan langsung penggunaan data logger suhu permukaan dan termometer bola hitam (black globe). Kegiatan dirancang agar mahasiswa terlibat aktif dalam seluruh tahapan pengukuran, mulai dari

persiapan dan kalibrasi alat, penentuan titik ukur pada atap dan keempat orientasi dinding, pencatatan data sebelum dan sesudah aplikasi cat reflektif, hingga diskusi reflektif atas pola data yang diperoleh. Luaran kegiatan mencakup dua hal: (1) dataset suhu permukaan bangunan yang terukur dan dapat dipertanggungjawabkan, yang sekaligus menjadi bagian dari basis data penelitian kinerja termal rumah BeCool; dan (2) peningkatan kompetensi praktik lapangan mahasiswa dalam bidang sains bangunan tropis, sebagai bekal keterampilan yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja dan riset arsitektur berkelanjutan.

## **B. PELAKSANAAN DAN METODE**

### **Lokasi dan Waktu Kegiatan**

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di rumah demonstrasi program BeCool CSR yang berlokasi di Desa Dutohe, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, pada koordinat 0°32'37,3" LU dan 123°07'10,7" BT. Kawasan ini berada di wilayah pesisir beriklim tropis lembap dengan suhu udara harian tinggi, kelembapan tinggi, dan radiasi matahari yang intens, sehingga sangat representatif untuk mengamati perilaku termal selubung bangunan metal. Rumah berukuran 6 m x 5 m dengan dinding dan atap spandek ini dipilih karena merepresentasikan tipikal rumah sederhana berbahan metal yang banyak dijumpai di kawasan perdesaan dan pinggiran kota Gorontalo. Kegiatan berlangsung dalam beberapa sesi lapangan pada bulan November 2025, mencakup sesi pengukuran kondisi sebelum pengecatan, sesi pengukuran pagi hari pada kondisi cerah setelah pengecatan, sesi pengukuran pada kondisi hujan untuk melatih ketahanan dan adaptasi mahasiswa terhadap kendala cuaca, serta sesi evaluasi dan diskusi hasil bersama seluruh peserta pada sore hari.

### **Peserta Kegiatan**

Peserta kegiatan terdiri atas sekitar dua puluh mahasiswa Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, dari berbagai angkatan, didampingi oleh dosen pengampu mata kuliah bangunan tropis. Mahasiswa dilibatkan secara bergiliran pada setiap sesi lapangan dan dibagi ke dalam kelompok kecil beranggotakan tiga sampai empat orang, dengan pembagian tugas mencakup pemasangan sensor, pencatat data, pengamat kondisi cuaca, dan juru dokumentasi, sehingga seluruh peserta memperoleh pengalaman langsung mengoperasikan instrumen ukur sekaligus belajar bekerja dalam tim lapangan.

### Materi dan Pelatihan Instrumentasi

Sebelum turun ke lapangan, mahasiswa terlebih dahulu diberikan pembekalan singkat mengenai prinsip dasar perpindahan panas pada selubung bangunan, konsep reflektansi dan emitansi permukaan, serta cara kerja instrumen yang akan digunakan. Instrumen utama yang digunakan adalah data logger Elitech RC-4HC untuk mengukur suhu permukaan, serta unit yang sama yang dipasang dengan bola hitam (black globe) untuk mengukur suhu radian di sekitar bangunan. Spesifikasi kedua instrumen ini dirangkum pada Tabel 1.

**Tabel 1. Instrumen dan spesifikasi pengukuran yang digunakan dalam pelatihan**

| Parameter                 | Instrumen                   | Rentang Ukur   | Akurasi | Resolusi |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|---------|----------|
| Suhu permukaan            | Elitech RC-4HC              | -30 s.d. 70 °C | ±0,5 °C | 0,1 °C   |
| Suhu radian (black globe) | Elitech RC-4HC + bola hitam | -30 s.d. 70 °C | ±0,5 °C | 0,1 °C   |

Pelatihan penggunaan instrumen mencakup cara kalibrasi awal sensor, peletakan sensor pada ketinggian 160 cm dari lantai yang merepresentasikan zona huni manusia, penempatan sensor tambahan pada permukaan atap dan di luar bangunan untuk suhu bola hitam, waktu stabilisasi alat sebelum pencatatan dimulai, serta pengaturan interval pencatatan data setiap satu menit. Mahasiswa juga dilatih mencatat kondisi cuaca aktual-seperti tutupan awan, potensi hujan, dan kecepatan angin-sebagai metadata pendukung interpretasi data suhu.

### Prosedur Pengukuran Lapangan

Pada tahap pendampingan lapangan, mahasiswa didampingi dosen memasang sensor pada titik ukur di permukaan atap dan pada empat orientasi dinding (timur, selatan, barat, dan utara), sesuai denah dan titik ukur yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan pada dua kondisi, yaitu sebelum dan sesudah aplikasi cat reflektif surya BeCool, masing-masing berlangsung selama rentang waktu pukul 07.00-17.30 WITA untuk menangkap pola perubahan suhu sepanjang hari, mulai dari fase peningkatan suhu pada pagi hari, puncak suhu pada siang hingga awal sore, hingga fase penurunan suhu menjelang sore. Pembagian rentang waktu ke dalam periode pagi (07.00-10.59), siang (11.00-13.59), dan sore (14.00-17.30) digunakan untuk memudahkan mahasiswa membaca dan membandingkan pola data pada setiap periode pengamatan.

### Refleksi dan Diskusi

Setiap sesi lapangan diakhiri dengan diskusi kelompok untuk membahas pola data yang diperoleh dan mengaitkannya dengan konsep radiasi matahari, reflektansi, dan emitansi termal yang telah dipelajari mahasiswa di kelas. Dalam sesi refleksi ini, mahasiswa diminta menjelaskan mengapa suatu orientasi dinding menunjukkan suhu lebih tinggi pada jam tertentu, serta memperkirakan implikasi temuan tersebut terhadap strategi perancangan bangunan tropis, seperti orientasi bangunan, pemilihan material selubung, dan penggunaan pelapis reflektif. Pendekatan reflektif ini dipilih agar pengukuran lapangan tidak berhenti sebagai kegiatan teknis semata, melainkan menjadi sarana pembelajaran aktif yang menghubungkan data empiris dengan kerangka teori yang telah dipelajari mahasiswa.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pelaksanaan Sesi Lapangan

Kegiatan pendampingan pengukuran diawali dengan sesi pagi hari pada kondisi cerah, ketika mahasiswa berlatih memasang data logger dan termometer bola hitam pada titik ukur di halaman rumah demonstrasi (Gambar 1). Pada sesi ini mahasiswa belajar menentukan posisi sensor yang tepat pada tripod, menjaga stabilitas alat terhadap gangguan angin, serta memahami pentingnya waktu stabilisasi sensor sebelum pencatatan data dimulai agar hasil bacaan tidak bias oleh suhu sensor itu sendiri.



**Gambar 1. Mahasiswa melakukan persiapan dan pengukuran suhu permukaan pada pagi hari**

Selain pengukuran di area luar, mahasiswa juga dilatih melakukan pengukuran pada bagian dalam bangunan, termasuk memasang sensor pada bukaan pintu dan area dinding dalam (Gambar 2). Bagian ini penting untuk memberi pemahaman kepada mahasiswa bahwa kinerja termal bangunan tidak hanya ditentukan oleh material selubung, tetapi juga oleh ventilasi dan bukaan yang memengaruhi pertukaran udara serta radiasi yang masuk ke ruang dalam. Mahasiswa juga berlatih mendokumentasikan posisi setiap titik ukur secara

sistematis agar data yang dihasilkan dapat ditelusuri dan direplikasi pada sesi berikutnya.



**Gambar 2. Pendampingan pengukuran pada bagian dalam bangunan dan area bukaan**

Salah satu nilai penting dari kegiatan ini adalah pengalaman lapangan yang tidak selalu berlangsung dalam kondisi ideal. Pada salah satu sesi, pengukuran tetap dilanjutkan meskipun turun hujan (Gambar 3), sehingga mahasiswa belajar bagaimana melindungi instrumen dari air, menyesuaikan strategi pemasangan sensor pada kondisi angin dan kelembapan tinggi, sekaligus menjaga konsistensi protokol pengukuran. Pengalaman ini memberi pemahaman praktis mengenai pentingnya kedisiplinan pengambilan data lapangan, termasuk mencatat kondisi cuaca aktual sebagai bagian dari metadata pengukuran yang akan memengaruhi interpretasi hasil.



**Gambar 3. Pengukuran tetap dilanjutkan pada kondisi hujan sebagai bagian dari pelatihan kesiapsiagaan lapangan**

### Kinerja Termal Atap dan Dinding

Rangkaian sesi lapangan menghasilkan dataset suhu permukaan atap dan keempat orientasi dinding sebelum dan sesudah aplikasi cat reflektif surya BeCool, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

**Tabel 2. Rekapitulasi suhu permukaan sebelum dan sesudah pengecatan reflektif**

| Posisi          | Rata-rata Sebelum | Rata-rata Sesudah | Maks. Sebelum (°C) | Maks. Sesudah (°C) | Delta Mean (°C) |
|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Atap            | 41,7              | 37,1              | 54,0               | 48,8               | 4,6             |
| Dinding Timur   | 34,6              | 33,2              | 45,1               | 38,1               | 1,4             |
| Dinding Selatan | 38,8              | 35,8              | 47,2               | 44,4               | 3,0             |
| Dinding Barat   | 35,7              | 35,6              | 44,4               | 42,6               | 0,1             |
| Dinding Utara   | 34,4              | 33,6              | 44,4               | 37,7               | 0,8             |

|                 | (°C) | (°C) |      |      |     |
|-----------------|------|------|------|------|-----|
| Atap            | 41,7 | 37,1 | 54,0 | 48,8 | 4,6 |
| Dinding Timur   | 34,6 | 33,2 | 45,1 | 38,1 | 1,4 |
| Dinding Selatan | 38,8 | 35,8 | 47,2 | 44,4 | 3,0 |
| Dinding Barat   | 35,7 | 35,6 | 44,4 | 42,6 | 0,1 |
| Dinding Utara   | 34,4 | 33,6 | 44,4 | 37,7 | 0,8 |

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan suhu terbesar terjadi pada permukaan atap, yaitu dari rata-rata 41,7 °C menjadi 37,1 °C, dengan suhu maksimum turun dari 54,0 °C menjadi 48,8 °C, atau penurunan sekitar 4-6 °C pada jam-jam puncak radiasi antara pukul 12.00-14.00. Temuan ini konsisten dengan kedudukan atap sebagai bidang horizontal yang menerima intensitas radiasi matahari paling tinggi sepanjang hari, sehingga peningkatan reflektansi pada bidang ini memberi dampak penurunan suhu yang paling signifikan dibandingkan bidang vertikal.

Pada dinding, penurunan suhu bervariasi menurut orientasi dan waktu paparan matahari. Dinding timur menunjukkan penurunan paling terasa pada pagi hari (sekitar 6-9 °C) karena menerima radiasi matahari pagi secara langsung, kemudian mempertahankan suhu yang lebih rendah dan lebih stabil sepanjang siang. Dinding selatan menunjukkan penurunan rata-rata terbesar di antara seluruh dinding (3,0 °C), dengan suhu puncak turun dari kisaran 41-43 °C menjadi 36-38 °C pada siang hingga awal sore, mengindikasikan paparan matahari yang relatif tinggi dan berkepanjangan pada orientasi ini di garis lintang Gorontalo yang mendekati ekuator. Dinding barat memperlihatkan perbedaan paling nyata pada sore hari, ketika suhu puncak turun dari 44-45 °C menjadi 40-42 °C, sejalan dengan waktu paparan matahari sore yang paling intens pada orientasi tersebut, meskipun perubahan rata-rata hariannya kecil karena pada pagi hari dinding ini belum terpapar matahari secara langsung. Dinding utara, yang menerima radiasi matahari paling sedikit karena posisi Gorontalo yang berada tepat di garis khatulistiwa, menunjukkan penurunan suhu paling moderat namun tetap konsisten sepanjang hari.

Variasi ini digunakan sebagai bahan diskusi langsung bersama mahasiswa untuk menjelaskan hubungan antara orientasi bangunan, waktu paparan matahari, dan efektivitas pelapis reflektif. Melalui perbandingan langsung antar-orientasi ini, mahasiswa dapat memahami secara konkret mengapa strategi perancangan pasif-seperti orientasi bangunan, peneduhan pada sisi barat dan selatan, serta pemilihan material selubung reflektif-

perlu disesuaikan dengan arah hadap bangunan, bukan diterapkan secara seragam pada seluruh sisi bangunan.

### **Pembelajaran dan Capaian Mahasiswa**

Ditinjau dari sisi capaian pembelajaran, kegiatan ini memberi mahasiswa pengalaman menyeluruh dalam siklus penelitian lapangan sains bangunan, mulai dari perumusan protokol pengukuran, kalibrasi dan penempatan instrumen, pengambilan data pada kondisi lapangan yang bervariasi, hingga interpretasi data dan penarikan kesimpulan yang dikaitkan dengan teori perpindahan panas dan radiasi matahari. Keterlibatan mahasiswa secara bergiliran pada berbagai peran-pemasang sensor, pencatat data, pengamat cuaca, dan juru dokumentasi-juga melatih kemampuan kerja tim dan pembagian tanggung jawab dalam kegiatan lapangan, sebuah keterampilan yang tidak selalu dapat diperoleh melalui perkuliahan di kelas. Sesi refleksi pada akhir setiap pengukuran turut melatih kemampuan mahasiswa menyampaikan argumen ilmiah secara lisan berdasarkan data yang baru saja mereka kumpulkan sendiri, yang memperkuat rasa kepemilikan (ownership) mahasiswa terhadap proses dan hasil pengukuran.

### **Manfaat bagi Mitra dan Masyarakat**

Dari sisi keberhasilan program, kegiatan ini menunjukkan capaian pada dua indikator utama. Pertama, indikator keberhasilan bagi mitra program BeCool adalah tersedianya data terukur yang membuktikan efektivitas cat reflektif surya dalam menurunkan suhu permukaan bangunan metal di iklim tropis lembap, sehingga dapat digunakan sebagai materi sosialisasi kepada warga Desa Dutohe dan masyarakat luas mengenai manfaat strategi pendinginan pasif yang sederhana, murah, dan tidak memerlukan modifikasi struktural, berbeda dengan strategi lain seperti atap hijau atau panel surya yang menuntut kapasitas struktur tambahan dan biaya perawatan lebih tinggi. Kedua, indikator keberhasilan bagi mahasiswa adalah peningkatan keterampilan praktis dalam instrumentasi lapangan, kedisiplinan protokol pengukuran, serta kemampuan menghubungkan data empiris dengan konsep keilmuan bangunan tropis yang telah dipelajari di kelas.

Faktor pendorong keberhasilan kegiatan antara lain dukungan penuh dari program BeCool Indonesia yang menyediakan objek studi dan instrumen ukur, koordinasi yang baik antara dosen pendamping dan pengelola rumah demonstrasi, serta antusiasme mahasiswa yang tinggi dalam mengikuti setiap sesi lapangan, sebagaimana terlihat dari kehadiran dan partisipasi aktif hingga sesi terakhir (Gambar 4).

Adapun faktor penghambat yang dihadapi terutama terkait cuaca yang tidak menentu selama periode transisi musim, yang menuntut fleksibilitas jadwal pelaksanaan kegiatan dan kesiapan mahasiswa untuk tetap bekerja pada kondisi lapangan yang kurang ideal.



**Gambar 4. Dosen dan mahasiswa Program Studi Arsitektur UNG setelah menyelesaikan sesi pengukuran lapangan**

## **D. PENUTUP**

### **Simpulan**

Kegiatan pendampingan mahasiswa dalam pengukuran kinerja termal rumah reflektif surya BeCool di Desa Dutohe, Gorontalo, berhasil mencapai dua tujuan sekaligus. Bagi mitra, kegiatan ini menghasilkan bukti empiris bahwa aplikasi cat reflektif surya secara konsisten menurunkan suhu permukaan atap dan seluruh orientasi dinding bangunan metal, dengan penurunan rata-rata terbesar pada atap (4,6 °C, dari 41,7 °C menjadi 37,1 °C) dan pada dinding sisi selatan (3,0 °C), sementara dinding timur, barat, dan utara juga menunjukkan penurunan suhu puncak yang berarti pada jam-jam paparan matahari tertingginya masing-masing. Temuan ini dapat dimanfaatkan sebagai materi edukasi masyarakat mengenai strategi pendinginan pasif berbiaya rendah yang sesuai untuk rumah metal di iklim tropis lembap. Bagi mahasiswa, kegiatan ini memberikan pengalaman belajar lapangan yang nyata dalam penggunaan instrumen ukur suhu permukaan dan radiasi, penyusunan protokol pengukuran, serta kemampuan menafsirkan pola data berdasarkan orientasi dan waktu, sekaligus memperkuat pemahaman konsep bangunan tropis melalui pengamatan langsung dan kemampuan beradaptasi terhadap kendala cuaca di lapangan.

### **Saran**

Kegiatan serupa disarankan untuk dilanjutkan secara berkala dengan memperluas cakupan objek

pengukuran pada tipologi rumah metal lain di Gorontalo, termasuk rumah tanpa pelapis reflektif sebagai pembanding jangka panjang, sehingga data yang dihasilkan semakin representatif dan dapat memantau daya tahan (durabilitas) reflektansi cat seiring waktu. Keterlibatan mahasiswa juga dapat ditingkatkan melalui penugasan pengolahan dan analisis data secara mandiri sebagai bagian dari tugas mata kuliah bangunan tropis, misalnya dengan menyusun laporan analisis perbandingan antar-orientasi atau simulasi lanjutan menggunakan data lapangan yang telah dikumpulkan, agar pengalaman lapangan yang diperoleh dapat ditindaklanjuti dengan penguatan kemampuan analitis. Kegiatan lanjutan juga disarankan mengukur suhu udara dan kelembapan di dalam ruangan, tidak hanya suhu permukaan selubung, agar dapat dikaitkan langsung dengan tingkat kenyamanan termal penghuni. Selain itu, dokumentasi dan hasil kegiatan ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi modul praktikum bangunan tropis yang dapat digunakan secara berkelanjutan oleh Program Studi Arsitektur Universitas Negeri Gorontalo, serta menjadi materi sosialisasi tercetak yang dapat dibagikan kepada warga Desa Dutohe dan desa-desa sekitarnya.

#### Ucapan Terima Kasih

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada BeCool Indonesia atas dukungan teknis dan operasional dalam penyediaan objek studi dan instrumen pengukuran, kepada warga dan pengelola rumah demonstrasi di Desa Dutohe, Kabupaten Bone Bolango, atas kesediaannya menjadi mitra kegiatan, serta kepada seluruh mahasiswa Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo yang telah berpartisipasi aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan pengabdian ini.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

Aggarwal, C., & Molleti, S. (2024). State-of-the-art review: effects of using cool building cladding materials on roofs. *Buildings*, 14(8), 2257. <https://doi.org/10.3390/buildings14082257>

Akbari, H., & Levinson, R. (2013). Evolution of cool-roof standards in the US. *Advances in Building Energy Research*, 1-32.

Anugrahwan, D., Alfiano, A. R., Meliawati, S. D., & Ghozali, I. (2024). Analisis cat reflektif surya BeCool di warung makan (Burjo Rafa) Universitas PGRI Semarang. *UMPAK: Jurnal Arsitektur dan Lingkungan Binaan*, 7(1), 18-26.

Ashhar, M. Z. M., & Lim, C. H. (2024). Thermal performance of residential roofs in Malaysia:

Experimental study using an indoor solar simulator. *Buildings*, 14(1), 178. <https://doi.org/10.3390/buildings14010178>

Bamdad, K. (2023). Cool roofs: A climate change mitigation and adaptation strategy for residential buildings. *Building and Environment*, 236, 110271. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110271>

Citraningrum, A., Iyati, W., & Wardoyo, J. (2024). Effect of cool roof paint application on metal roof surface temperature and indoor air temperature in tropical climates. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1404(1), 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1404/1/012038>

Djafar, A. G., Pratiwi, N., Mutmainnah, N., & Kaharu, A. (2024). Thermal performance of Becool-roof coating in reducing heat gain on fisherman's settlement of Gorontalo City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1404(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1404/1/012004>

Dwidayati, K. H., & Paramita, B. (2025). RAFLESIA (Indonesian solar reflective house) as a sustainable solution for uninhabitable housing in Cirebon Regency. *Journal of Architectural Research and Education*, 7(1), 71-80. <https://doi.org/10.17509/jare.v7i1.85260>

Iqbal, M., Atthaillah, A., Mardhiah, A., & Paramita, B. (2025). Inisiasi inovasi rumah reflektif surya untuk hunian berkelanjutan dengan kenyamanan termal di Aceh. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, 4(1), 65-77. <https://doi.org/10.29103/jmm.v4i1.21604>

Paramita, B. (2025). Building climate resilience in Indonesia: The role of cool roofs. *Field Actions Science Reports*, Special Issue 27, 112-122.

Paramita, B., Surahman, U., & Sepasgozar, S. (2025). Life cycle assessment of metal panel for lightweight steel frame: Analysis of embodied energy and CO2 emissions. *Structures*, 82, 110669. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.110669>

Piccaso, T. T., Fadilah, T. M., Nurhaliza, I., & Nugraha, R. H. (2025). Analysis of thermal comfort changes before and after Becool paint application at the Nurul Iman Karangmulya Al-Quran Education Park. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 8(3), 755-766. <https://doi.org/10.17509/jaz.v8i3.89274>

Rahmayanti, Al-Aiyubi, T. M., Pratiwi, N., Mutmainnah, N., Syafriyani, & Saputra, W. (2025). An experimental analysis of thermal performance of a solar reflective metal house in

tropical Gorontalo, Indonesia. [Naskah dalam proses penerbitan].

Wai, C. Y., Chau, H.-W., Paresi, P., & Muttill, N. (2025). Experimental analysis of cool roof coatings as an urban heat mitigation strategy to enhance thermal performance. *Buildings*, 15(5), 685. <https://doi.org/10.3390/buildings15050685>

Łapka, P., Dietrich, F., Furmański, P., Sinka, M., Sahmenko, G., & Bajare, D. (2024). Experimental and numerical estimation of thermal conductivity 0.3390/en18030450

of bio-based building composite materials with an enhanced thermal capacity. *Journal of Energy Storage*, 97, 112943. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.112943>

Xi, T., Sa'ad, S. U., Liu, X., Sun, H., Wang, M., & Guo, F. (2025). Optimization of residential indoor thermal environment by passive design and mechanical ventilation in tropical savanna climate zone in Nigeria, Africa. *Energies*, 18(3), 450. <https://doi.org/1>