

Implementasi cool shelter dengan cat reflektif surya pasca bencana hidrometeorologi di Aceh

Muhammad Dastur^{*1}, Beta Paramita², Muhammad Iqbal³, Atthaillah³

1. Yayasan Lampoh Inovasi Nusantara, Lhokseumawe, Aceh, Indonesia
2. Pusat Unggulan Universitas, Material dan Energi Bangunan Rendah Emisi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia dan Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia
3. Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

Penulis Korespondensi

Muhammad Dastur: muhammaddastur22@gmail.com

Riwayat Artikel

Dikirim: 11 Januari 2026, Diterima: 14 Januari 2026, Terbit: 15 Januari 2026

Abstrak

Bencana hidrometeorologi masif yang melanda Provinsi Aceh pada akhir November 2025 mengakibatkan kerusakan infrastruktur pemukiman yang luas, dengan 44.353 unit rumah dikategorikan rusak berat atau hilang. Kondisi ini memaksa ratusan ribu jiwa menghuni posko pengungsian darurat yang seringkali mengabaikan aspek kenyamanan termal dan kebersihan lingkungan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk menyediakan solusi hunian sementara yang manusiawi melalui pembangunan *cool shelter* di lima titik lokasi kritis di Kabupaten Aceh Timur dan Aceh Utara. Metode yang digunakan adalah *rapid response-build* dengan mengintegrasikan struktur baja ringan sistem panggung setinggi 60 cm dan aplikasi teknologi selubung bangunan menggunakan cat reflektif surya (pada atap dan dinding seng spandek). Hasil kegiatan menunjukkan bahwa lima unit shelter berkapasitas total 20-25 kepala keluarga berhasil diselesaikan dalam waktu 28 hari. Implementasi teknologi *cool roof* dan *cool wall* terbukti mampu menciptakan lingkungan interior yang lebih sejuk secara pasif, sekaligus melindungi warga dari kelembapan tanah pascabanjir. Program ini membuktikan bahwa sinergi multisektoral dapat menghasilkan prototipe hunian darurat yang sehat, efisien energi, dan layak huni bagi masyarakat terdampak bencana.

Kata Kunci

Bencana hidrometeorologi, *Cool shelter*, Cat reflektif, Hunian sementara

1. Pendahuluan

Bencana hidrometeorologi merupakan salah satu konsekuensi nyata dari perubahan iklim global yang ditandai dengan meningkatnya intensitas dan frekuensi kejadian cuaca ekstrem, khususnya hujan ekstrem dan banjir [1]. Dalam konteks Indonesia, Provinsi Aceh termasuk wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana hidrometeorologi akibat kombinasi faktor geografis, topografis, dan sistem hidrologi yang kompleks, yang diperparah oleh dinamika iklim regional Asia Tenggara [2] [3]. Peristiwa hujan ekstrem pada 26 November 2025 menjadi titik kulminasi krisis hidrometeorologi di wilayah ini, yang berdampak pada 18 kabupaten. Data permutakhiran hingga Januari 2026 menunjukkan bahwa bencana tersebut telah memengaruhi 200 kecamatan dan 3.038 desa, dengan total populasi terdampak mencapai 2.583.376 jiwa [4].

Dampak paling signifikan tercatat pada sektor permukiman, di mana sebanyak 144.866 unit rumah mengalami kerusakan dengan tingkat keparahan yang bervariasi, mulai dari rusak ringan hingga rusak berat atau hilang. Skala kerusakan ini memicu krisis pengungsian berskala besar, dengan 217.780 jiwa terpaksa menempati 1.008 lokasi pengungsian darurat. Kondisi ini diperparah oleh tingginya jumlah korban luka, yaitu 4.939 kasus luka ringan dan 474 kasus luka berat, yang menuntut tersedianya lingkungan hunian sementara yang layak, aman, dan mendukung proses pemulihan fisik maupun psikologis [4].

Meskipun penyediaan shelter darurat menjadi prioritas utama dalam respons bencana, aspek kenyamanan termal kerap terabaikan dalam perencanaan dan implementasinya. Mayoritas hunian sementara di wilayah terdampak masih menggunakan material atap seng atau spandek tanpa lapisan insulasi, yang pada iklim tropis lembap memiliki tingkat konduktivitas panas tinggi dan berkontribusi terhadap peningkatan suhu ruang dalam secara signifikan [5]. Kondisi termal yang tidak memadai terbukti berdampak negatif terhadap kesehatan dan kesejahteraan pengungsi, khususnya kelompok rentan seperti bayi, lansia, serta korban luka, serta berpotensi memperpanjang durasi pemulihan pascabencana.

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, program pengabdian kolaboratif ini menginisiasi pembangunan *Cool Shelter* pada lima lokasi strategis di Kabupaten Aceh Timur dan Aceh Utara. Inovasi yang dikembangkan mengintegrasikan sistem struktur rangka baja ringan berbentuk panggung dengan penerapan teknologi pelapis reflektif surya (*cool roof*). Teknologi ini dirancang untuk meningkatkan reflektansi radiasi matahari dan menurunkan laju perpindahan panas ke dalam bangunan, sehingga mampu menjaga stabilitas suhu ruang dalam pada hunian darurat di wilayah beriklim tropis [6].

Melalui kolaborasi lintas sektor yang melibatkan institusi akademik, mitra industri, dan organisasi non-pemerintah, kegiatan ini bertujuan menghasilkan prototipe hunian sementara yang tidak hanya responsif terhadap kondisi darurat, tetapi juga adaptif terhadap tantangan perubahan iklim. Fokus utama pengabdian ini adalah penerapan teknologi material rendah emisi sebagai strategi peningkatan kenyamanan termal dan kualitas hidup pengungsi, sekaligus sebagai model pengembangan *shelter* pascabencana yang berkelanjutan di wilayah rawan bencana hidrometeorologi.

2. Metode

2.1. Lokasi pengabdian dan analisis situasi

Kondisi faktual di posko pengungsian sementara di wilayah terdampak menunjukkan parameter lingkungan yang tidak ideal untuk pemulihan korban bencana. Penggunaan tenda darurat konvensional menghadapi kendala ganda: tingginya kelembapan tanah akibat infiltrasi air pascabanjir serta paparan panas ekstrem pada siang hari yang mencapai puncaknya di atas material penutup tenda, kondisi ini menciptakan risiko kesehatan tambahan bagi para pengungsi [7] [8] [9].

Menyikapi hal tersebut, tim pengabdian menetapkan lima titik lokasi prioritas sebagai pusat pembangunan unit *Cool Shelter*. Lokasi pertama berada di Desa Grong Grong, Kecamatan Pante Bidari, Kabupaten Aceh Timur. Sementara itu, empat lokasi lainnya dipusatkan di Kabupaten Aceh Utara, tepatnya di Kecamatan Langkahan yang meliputi Desa Simpang Tiga, Desa Meunasah Blang, Desa Tanjung Dalam, dan Desa Geudumbak (Gambar 1). Pemilihan Kecamatan Langkahan sebagai titik sentral pembangunan didasarkan pada analisis kerentanan wilayah yang sempat terisolasi secara logistik, sehingga masyarakat kehilangan akses cepat terhadap bantuan hunian yang sehat dan manusiawi.



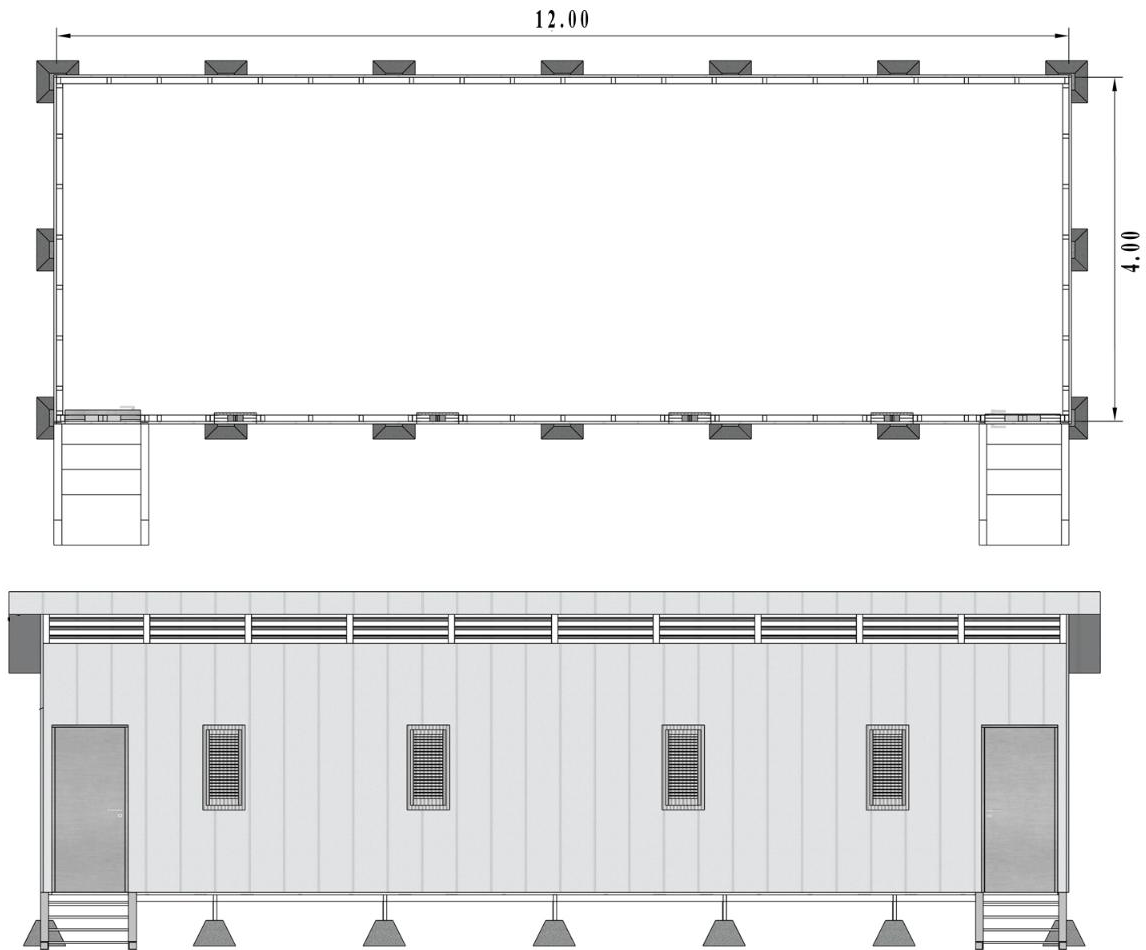
Gambar 1. Dokumentasi situasi lapangan pascabanjir

Situasi di kelima desa sasaran menunjukkan pola permasalahan lingkungan yang serupa, yakni tumpukan sisa material banjir dan genangan air statis yang menyebabkan area pemukiman menjadi sangat lembap. Selain itu, keterbatasan akses logistik pada fase pascabencana menuntut pendekatan pembangunan hunian sementara yang bersifat *fast-track*, mudah dirakit, dan minim ketergantungan terhadap rantai pasok eksternal. Metode konstruksi yang cepat dan adaptif menjadi krusial untuk menjawab kebutuhan hunian darurat dalam kondisi lapangan yang terbatas [10]. Di sisi lain, penerapan prinsip kemandirian energi melalui sistem pendinginan pasif menjadi strategi penting dalam menjamin kenyamanan termal tanpa ketergantungan pada sumber energi aktif, khususnya di wilayah beriklim tropis lembap [11].

2.2. Spesifikasi Teknis dan Desain Inovasi "*Cool Shelter*"

Desain shelter (Gambar 2) dirancang untuk memenuhi kebutuhan hunian darurat yang manusiawi dengan ukuran 4x12 meter. Unit ini memiliki kapasitas tampung 15-20 jiwa atau setara 3-4 Kepala Keluarga. Inovasi utama bangunan ini terletak pada dua aspek:

1. Struktur Panggung: Lantai dinaikkan 60 cm dari permukaan tanah menggunakan alas blockboard 18 mm untuk meminimalisir kelembapan dan ancaman debit air.
2. Teknologi Termal: Penggunaan rangka baja ringan dan atap spandek yang dilapisi cat reflektif surya. Cat ini merupakan pelapis reflektif tinggi yang bekerja memantulkan radiasi matahari sehingga panas tidak terserap ke dalam ruangan, menjaga suhu interior tetap nyaman bagi penghuni.



Gambar 2. Desain teknis shelter

2.3. Tahapan Implementasi dan Konstruksi

Proses pembangunan unit *Cool Shelter* dilaksanakan dengan sistem manajemen konstruksi cepat guna merespons urgensi kebutuhan hunian bagi pengungsi. Tahapan dimulai dengan pemasangan pondasi umpak yang berfungsi sebagai tumpuan utama struktur bangunan. Setelah pondasi terpasang dengan presisi, dilakukan pemasangan rangka baja ringan standar SNI. Material baja ringan dipilih karena karakteristiknya yang kuat namun ringan, sehingga memudahkan mobilisasi di wilayah dengan akses logistik terbatas seperti di Kecamatan Langkahan dan Pante Bidari.

Tahapan selanjutnya adalah pemasangan penutup atap dan pemasangan penutup dinding yang keduanya menggunakan material seng spandek. Pemilihan material yang seragam untuk atap dan dinding ini bertujuan untuk menciptakan selubung bangunan yang kokoh, tahan cuaca, namun tetap ringan secara struktural. Secara paralel, dilakukan pemasangan penutup lantai menggunakan material blockboard 18 mm (Gambar 3). Lantai dipasang dengan sistem panggung setinggi 60 cm dari tanah, menciptakan rongga udara bawah lantai yang berfungsi sebagai isolator alami terhadap suhu tanah dan kelembapan.

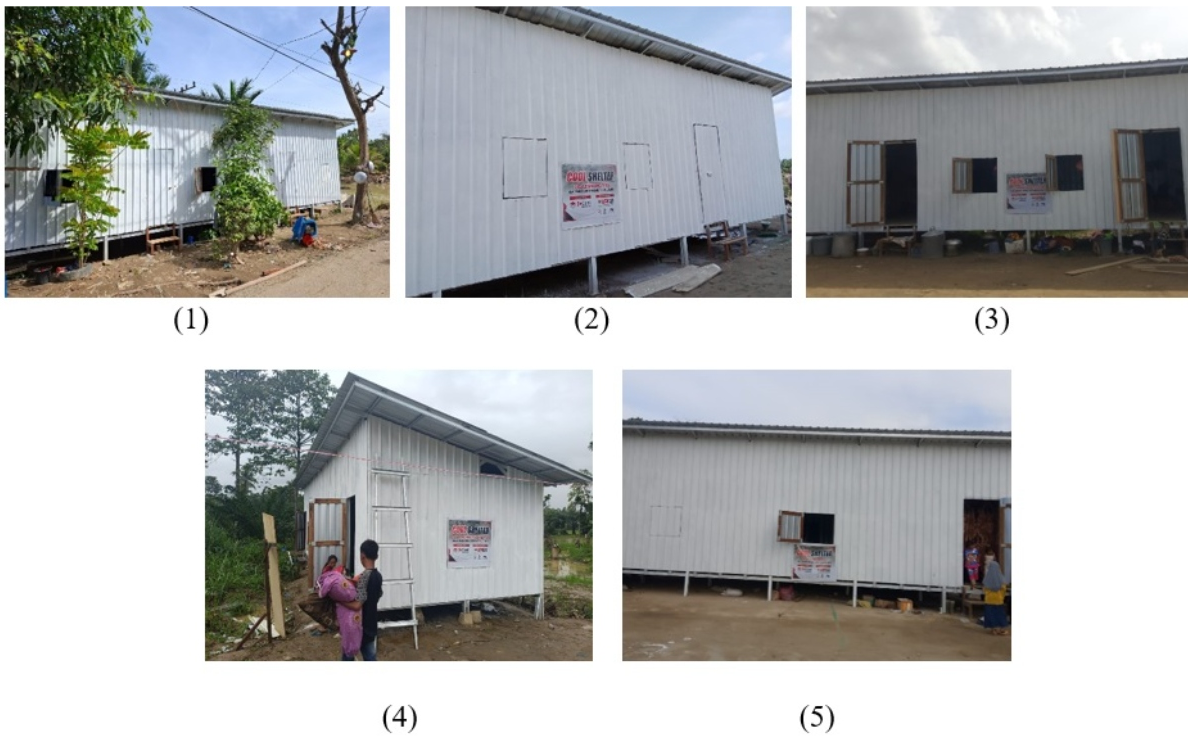


Gambar 3. Dokumentasi tahapan proses pengerjaan shelter

3. Hasil

Kegiatan pengabdian ini telah menghasilkan 5 (lima) unit Cool Shelter fungsional yang tersebar di titik-titik paling kritis di Kabupaten Aceh Timur dan Aceh Utara. Berdasarkan pemutakhiran data per Januari 2026, seluruh unit telah diserahkan dan mulai dihuni oleh warga yang kehilangan tempat tinggal akibat rumah rusak berat atau hilang. Secara kolektif, kelima unit ini menyediakan total luas hunian sebesar 240 m² yang mampu menampung 15 hingga 20 kepala keluarga (KK). Kehadiran fasilitas ini secara langsung memberikan solusi hunian bagi masyarakat yang rumahnya tidak lagi dapat ditempati akibat terjangkit banjir hidrometeorologi.

Gambar 4 menunjukkan bangunan dengan selubung cat reflektif surya. Penggunaan seng spandek pada seluruh sisi dinding dan atap yang telah dilapisi cat reflektif surya menciptakan tampilan bangunan yang seragam dan fungsional. Secara struktural, penggunaan sistem pondasi umpak dan lantai panggung setinggi 60 cm memberikan kepastian keamanan serta kebersihan bagi warga dari sisa material banjir dan kelembapan tanah yang masih tinggi di Kecamatan Langkahan dan Pante Bidari.



Gambar 4. Kondisi Akhir 5 Unit Shelter yang Telah Selesai 100% (1) Desa Grong-Grong (2) Desa Simpang Tiga (3) Desa Meunasah Blang (4) Desa Tanjung Dalam (5) Desa Geudumbak

4. Pembahasan

Keberhasilan pembangunan *Cool Shelter* merupakan respons nyata terhadap krisis hunian sementara yang melanda 18 kabupaten di Provinsi Aceh, di mana kerusakan rumah dalam skala besar menuntut solusi hunian darurat yang cepat dan adaptif [10]. Penggunaan sistem modular dengan rangka baja ringan terbukti efektif sebagai strategi mitigasi karena kecepatan perakitan dan fleksibilitasnya dalam kondisi keterbatasan logistik pascabencana [12]. Dibandingkan tenda darurat konvensional, penerapan struktur panggung setinggi 60 cm memberikan perlindungan kesehatan yang lebih baik dengan mencegah infiltrasi kelembapan tanah sekaligus meningkatkan ventilasi alami di bawah lantai, yang krusial untuk menjaga hygiene ruang di wilayah dengan risiko penyakit pascabanjir yang tinggi [7][8].

Inovasi utama dalam program ini terletak pada pengembangan selubung bangunan reflektif melalui aplikasi cat reflektif surya (*cool roof*) pada atap dan dinding shelter. Pada hunian berbahan seng spandek konvensional, radiasi matahari berkontribusi signifikan terhadap peningkatan suhu interior hingga melampaui batas kenyamanan termal manusia [5]. Penerapan teknologi cat reflektif terbukti mampu memantulkan radiasi matahari secara efektif dan menurunkan beban panas bangunan, sehingga menciptakan lingkungan interior yang lebih sejuk dan stabil secara termal tanpa konsumsi energi tambahan [13] [14]. Kondisi termal yang terkendali ini berkontribusi positif terhadap kesehatan fisik dan stabilitas psikologis penghuni, khususnya korban luka dan kelompok rentan [9].

Secara keseluruhan, proyek ini menegaskan pentingnya kolaborasi multisektoral antara institusi pendidikan, industri, dan organisasi non-pemerintah dalam menghadirkan solusi hunian darurat yang berkelanjutan. Pendekatan ini menunjukkan bahwa teknologi material maju dapat diadaptasi secara efektif untuk misi kemanusiaan, menghasilkan hunian sementara yang tidak hanya kokoh secara struktural, tetapi juga sehat dan manusiawi bagi masyarakat terdampak bencana.

5. Kesimpulan

Program pengabdian kolaboratif ini telah berhasil merealisasikan pembangunan lima unit *cool shelter* sebagai respon cepat terhadap krisis hunian pascabencana hidrometeorologi di Kabupaten Aceh Timur dan Aceh Utara. Integrasi struktur rangka baja ringan dengan sistem panggung terbukti menjadi solusi konstruksi yang efektif untuk mengatasi kendala logistik dan kondisi tapak yang lembap di wilayah terdampak. Inovasi penggunaan cat reflektif surya sebagai pelapis reflektif pada seluruh selubung bangunan (atap dan dinding) secara signifikan mampu mereduksi penyerapan panas matahari, sehingga memberikan kenyamanan termal bagi warga yang telah kehilangan tempat tinggal.

Model hunian ini tidak hanya memberikan perlindungan fisik dari cuaca ekstrem, tetapi juga mendukung pemulihan kualitas hidup pengungsi melalui lingkungan tinggal yang lebih higienis dan sejuk secara pasif. Keberhasilan proyek ini merekomendasikan penggunaan teknologi material reflektif dan sistem bangunan rendah emisi sebagai standar baru dalam pembangunan hunian darurat di masa depan. Sinergi antara akademisi, industri, dan organisasi non-pemerintah dalam kegiatan ini diharapkan dapat terus dikembangkan untuk memperkuat resiliensi masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana hidrometeorologi di masa mendatang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan program pengabdian ini, khususnya kepada tim pelaksana di lapangan, pemerintah desa dan masyarakat setempat di wilayah terdampak bencana di Provinsi Aceh atas dukungan dan kerja sama yang diberikan selama proses perencanaan, pembangunan, hingga evaluasi *cool shelter*. Apresiasi juga disampaikan kepada institusi pendidikan, mitra industri, serta organisasi nirlaba yang terlibat dalam penyediaan material, pendampingan teknis, dan pengawasan mutu bangunan, sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat terdampak.

Pernyataan Penggunaan AI

Dalam penyusunan artikel ini, penulis menggunakan perangkat berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) secara terbatas sebagai alat bantu untuk peningkatan kejelasan bahasa, tata kalimat, dan konsistensi gaya penulisan ilmiah. Seluruh proses konseptualisasi, analisis data, interpretasi hasil, serta penarikan kesimpulan dilakukan sepenuhnya oleh penulis. Penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, orisinalitas, dan integritas ilmiah dari seluruh isi naskah.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial atau pribadi yang terkait dengan hasil, interpretasi temuan, atau publikasi dari manuskrip ini. Kegiatan pengabdian dilaksanakan murni berdasarkan tanggung jawab akademik dan dukungan yang bersifat institusional, tanpa adanya hubungan yang dapat memengaruhi objektivitas laporan.

Daftar Pustaka

- [1] IPCC, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge, Britania Raya: Cambridge University Press, 2021. doi: 10.1017/9781009157896.
- [2] M. A. Marfai et al., "Regional climate change and its impacts on flood hazards in Indonesia," *Natural Hazards*, vol. 75, hlm. 2307–2327, 2015. doi: 10.1007/s11069-014-1410-6.

- [3] P. J. Ward et al., "Flood risk assessment at the global scale," *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 13, hlm. 1851–1866, 2013. doi: 10.5194/nhess-13-1851-2013.
- [4] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), "Dashboard Penanganan Darurat Banjir dan Longsor Provinsi Aceh, Sumatera Utara, dan Sumatera Barat Tahun 2025," 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://gis.bnpb.go.id/BANSORSUMATERA2025/>
- [5] H. Feriadi dan N. H. Wong, "Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia," *Energy and Buildings*, vol. 36, no. 7, hlm. 614–626, 2004. doi: 10.1016/j.enbuild.2004.01.011.
- [6] Atthailah, M. Iqbal, A. Mardhiah, B. Paramita, M. Dastur, dan N. Akhyar, "Implementasi Pembangunan Rumah Reflektif Surya sebagai Hunian Berkelanjutan di Aceh," *Jurnal Malikussaleh Mengabdikan*, vol. 4, no. 2, hlm. 554-564, Okt. 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.unimal.ac.id/jmm>. doi: 10.29103/jmm.v4n2.24985.
- [7] Sphere Association, *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response*. Jenewa, Swiss: Sphere Association, 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://spherestandards.org/handbook/>
- [8] K. Alderman, L. R. Turner, dan S. Tong, "Floods and human health: A systematic review," *Environment International*, vol. 47, hlm. 37–47, 2012. doi: 10.1016/j.envint.2012.06.003.
- [9] R. S. Kovats dan S. Hajat, "Heat stress and public health: A critical review," *Annual Review of Public Health*, vol. 29, hlm. 41–55, 2008. doi: 10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843.
- [10] C. Johnson, "Strategic planning for post-disaster temporary housing," *Disasters*, vol. 31, no. 4, hlm. 435–458, 2007. doi: 10.1111/j.1467-7717.2007.01018.x.
- [11] E. Prianto dan P. Depecker, "Optimization of architectural design elements in tropical humid region," *Energy and Buildings*, vol. 35, no. 3, hlm. 273–280, 2003. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00080-6.
- [12] G. Lizarralde et al., *Rebuilding after disasters: From emergency to sustainability*. New York, NY, AS: Routledge, 2010.
- [13] A. Synnefa, M. Santamouris, dan H. Akbari, "Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort," *Solar Energy*, vol. 81, no. 4, hlm. 488–497, 2007. doi: 10.1016/j.solener.2006.08.004.
- [14] M. Santamouris, "Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies," *Solar Energy*, vol. 103, hlm. 682–703, 2014. doi: 10.1016/j.solener.2012.07.003.