

Pengembangan Model Desain Rumah Bantuan bagi Keluarga Terdampak Bencana Angin Siklon di Indonesia

Dyah Nunki Yalesrie¹⁾ Yohana Noradika Maharani^{2a)}, Johan Danu Prasetya³⁾, Tedy Agung Cahyadi⁴⁾

^{1,2)} Magister Manajemen Bencana, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Jl. Babarsari 2, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281.

³⁾ Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Jl. Padjajaran (Lingkar Utara), Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283.

⁴⁾ Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Jl. Padjajaran (Lingkar Utara), Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283.

Corresponding author: yohanam@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Siklon tropis merupakan bencana yang belum dikenal dalam Database Informasi Bencana Indonesia (DIBI). Ketika siklon tropis Seroja menghantam wilayah Nusa Tenggara Timur 4 April 2021, secara tidak langsung telah menyebabkan ratusan korban meninggal dan puluhan ribu rumah serta bangunan lainnya rusak berat. Saat ini di Indonesia belum ada standar rumah dan bangunan yang tahan terhadap kecepatan angin siklon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan desain rumah yang dapat dijadikan model bagi aktor kebencanaan bidang perumahan dalam menyediakan hunian ramah angin di wilayah terdampak maupun rawan bencana angin siklon. Model desain dikembangkan berdasarkan panduan, rekomendasi, dan preseden dari negara lain yang kemudian disesuaikan dengan konteks Indonesia. Model “Rumah Inti” dirasa lebih sesuai dengan konteks Indonesia daripada model rumah semi permanen yang menggunakan dinding batu setengah tinggi dan papan kayu di bagian atasnya. Dengan model Rumah Inti, struktur bangunan ramah gempa dapat dipersiapkan terlebih dahulu. Hal ini juga berguna bagi keluarga penerima bantuan ketika akan merenovasi atau mengembangkan rumahnya di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Angin Siklon; Rumah Bantuan; Rumah Inti; Konstruksi; Model Desain

ABSTRACT

Tropical cyclone is an unknown disaster in the Indonesian Disaster Information Database (DIBI). When Tropical Cyclone Seroja hit the East Nusa Tenggara region on April 4, 2021, it indirectly caused hundreds of deaths and severely damaged tens of thousands of houses and other buildings. In Indonesia currently there is no standard for houses and buildings that are resistant to cyclone wind speed. The purpose of this study is to develop a housing design that can be used as a model for disaster actors in the housing sector to provide wind-resistant housing in cyclone-affected and disaster-prone areas. The design model was developed based on guidelines, recommendations and precedents from other countries that were later adapted to the Indonesian context. The “Core House” model is considered more appropriate for the Indonesian context than the semi-permanent house model that uses half-height stone walls and wooden board on top. With the Core House model, earthquake resistant building structures can be prepared in advance. This is also useful for beneficiary families when renovating or developing their homes in the future.

Keywords: Cyclone, Transitional Shelter, Post-Disaster Housing, Core House, Construction, Design Model

PENDAHULUAN

Pada tanggal 4 April 2021, siklon tropis Seroja menghantam wilayah Nusa Tenggara Timur dan perairan sekitarnya. Siklon tersebut telah menyebabkan topan, banjir bandang serta longsor di sejumlah kabupaten di sana. Sampai dengan 8 April 2021 tercatat jumlah korban meninggal sebanyak 163 orang dan puluhan ribu rumah dan bangunan rusak berat.

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Indonesia telah mengenal siklon tropis dalam layanan peringatan dini berbasis prediksi setidaknya dalam 5-10 tahun terakhir. Namun dalam sistem formal peringatan dini BMKG, siklon tropis belum mendapatkan porsi memadai. Lebih lanjut, dalam Database Informasi Bencana Indonesia (DIBI), siklon tropis tidak termasuk dalam jenis bencana yang didokumentasikan di sana. Semua data dan informasi kerusakan akibat bencana siklon tropis tidak teridentifikasi. (Lassa, 2021)

Ketika bencana terjadi, ribuan orang dapat kehilangan rumah mereka. Masyarakat bereaksi dengan cepat dan menawarkan bantuan, termasuk dalam penyediaan tempat tinggal sementara. Kebutuhan perumahan diakomodasi oleh lembaga bantuan pemerintah maupun Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM). Namun, membangun rumah sejatinya tidak hanya tentang atap, lantai dan dinding. Rumah menciptakan lingkungan bagi orang yang tinggal di dalamnya. Desain yang dipikirkan dengan baik dan membantu menanggapi kebutuhan riil serta membuat orang merasa berharga dan bermartabat. Hal-hal inilah yang harus dipertimbangkan dalam rangka penyediaan perumahan bagi penyintas yang kehilangan rumah setelah bencana. (Chen, 2021)

Di Indonesia, pedoman dan panduan membangun rumah aman gempa sangat mudah ditemukan. Namun, lain halnya dengan siklon tropis yang termasuk jenis bencana baru. Panduan untuk membangun rumah yang aman atau ramah angin siklon masih sulit ditemui. Apabila ditelusuri di internet, pedoman dari pemerintah yang dapat ditemukan hanya dua. Pertama, Bangunan Tahan Angin Tahun 1983, yang mana informasi di dalamnya minim sekali; hanya 2-3 halaman berisi kalimat-kalimat singkat tanpa gambar ilustrasi. Kedua, SNI 03-2397-1991 tentang Tata Cara Perencanaan Bangunan Sederhana Tahan Angin. Namun sayangnya SNI ini tidak dapat diakses karena sedang dalam tahap pengembangan sampai waktu yang belum diketahui. Oleh karena itu, muncul permasalahan desain rumah seperti apa yang dapat menghadapi angin siklon.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan desain rumah yang dapat dijadikan model bagi aktor kebencanaan bidang perumahan dalam menyediakan hunian ramah angin di wilayah terdampak maupun rawan bencana angin siklon di Indonesia. Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji publik desain dan juga tidak dilakukan pembangunan atau konstruksi purwarupa. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pendapat masyarakat dan kekuatan bangunan terhadap angin siklon.

METODE

Dikarenakan minimnya pedoman dan panduan tentang rumah ramah angin siklon di Indonesia, maka dalam penelitian ini langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan referensi mengenai hal tersebut. Referensi dikumpulkan melalui penelusuran di internet dengan menggunakan gabungan kata kunci pencarian di antaranya: *house, shelter, design, cyclone, wind, typhoon, hurricane, proof, resilient*, rumah, ramah, angin, siklon, desain, dll. Jenis referensi yang ditemukan berupa preseden desain, jurnal, artikel, tesis, laporan proyek, dan buku panduan (*guideline*). Dari sini kemudian dilakukan analisa ketentuan atau standar minimum rumah ramah angin siklon.

Langkah kedua adalah perancangan. Setelah didapatkan hasil analisa ketentuan minimum rumah ramah angin siklon, dalam perancangan dilakukan penyesuaian desain dengan konteks Indonesia. Hal ini perlu dilakukan karena referensi yang diperoleh berasal dari negara lain. Di mana di sana terdapat perbedaan akan iklim, bahan bangunan, teknik konstruksi, dan aspek arsitektural.

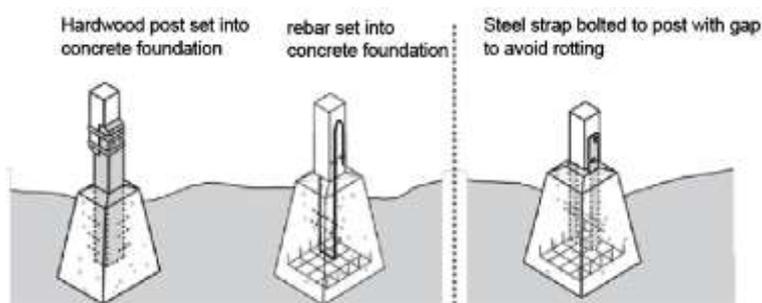
Dalam penyesuaian ini, ada beberapa hal obyektif yang perlu dicapai. Pertama dan utama adalah rumah bantuan ini harus memenuhi standar rumah sehat dan ramah gempa pemerintah Indonesia. Kemudian, menggunakan bahan bangunan yang mudah diperoleh di Indonesia. Perlu juga disesuaikan agar menggunakan teknik konstruksi yang dikuasai tukang bangunan di Indonesia. Untuk desain arsitektur, dari segi fungsional perlu disesuaikan dengan iklim tropis; dari segi visual, tampilan yang secara umum dapat diterima masyarakat di Indonesia. Selain hal-hal tersebut, karena rumah bantuan biasanya adalah “rumah inti”, maka perlu dipikirkan agar mudah dalam perawatan bangunan, dan memungkinkan untuk dikembangkan atau direnovasi di masa yang akan datang secara mandiri oleh penghuni.

Selanjutnya, dalam tahap perancangan dilakukan pembuatan desain skematik yaitu pembuatan gambar tiga dimensi (3D). "SketchUp" (versi Google SketchUp) adalah piranti lunak gratis yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan model 3D. SketchUp umum digunakan di dunia arsitektur, desain interior, desain furnitur, dan lain sebagainya. Piranti lunak ini dipilih sebagai alat perancangan karena memungkinkan untuk memberikan gambaran dari hasil perancangan. Hasil eksplorasi ide, bentuk, dan ukuran bangunan dapat lebih mudah dipahami dengan melihat gambar tiga dimensinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisa ketentuan/standar minimum rumah ramah angin siklon

Dari preseden desain, jurnal, artikel, tesis, laporan proyek, dan buku panduan (*guideline*) yang ditemukan, dilakukan analisa untuk mengetahui ketentuan atau standar minimum desain rumah ramah angin siklon. Rekomendasi dan pedoman yang diperoleh selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan bagian dari bangunan rumah. Berikut adalah ketentuan minimum yang dijadikan sebagai panduan dalam mengembangkan model desain rumah bantuan:



Gambar 1. Pondasi Tapak untuk Konstruksi Tiang Kayu.
Sumber: Shelter Cluster Fiji (2016)

Rumah perlu memiliki pondasi yang kuat tertancap di dalam tanah (Gambar 1). Kedalaman pondasi setidaknya 75 centimeter dari permukaan tanah. Pilih jenis pondasi yang sesuai dengan lokasi dan jenis tanah.



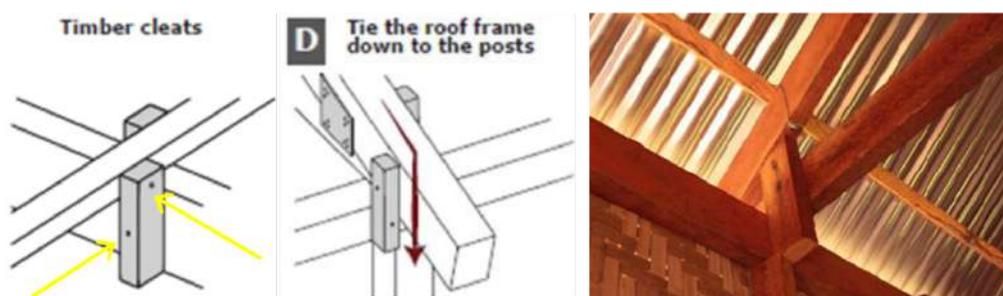
Gambar 2. Rekomendasi Bentuk dan Sudut Kemiringan Atap.
Sumber: Gambar 2.1 Mayo (1988); Gambar 2.2 Shelter Cluster Fiji (2016)

Atap rumah merupakan bagian yang krusial ketika terkena angin siklon. Ini disebabkan oleh daya angkat dan daya hisap angin ketika mengenai bagian tritisan dan celah pada konstruksi atap. Bentuk atap limasan (Gambar 2.1) yang memiliki 4 sisi miring lebih dapat mengalirkan terpaan angin daripada bentuk pelana yang terdiri dari 2 sisi miring. Kemiringan atap yang disarankan adalah antara 30° sampai dengan 40° (Gambar 2.2).



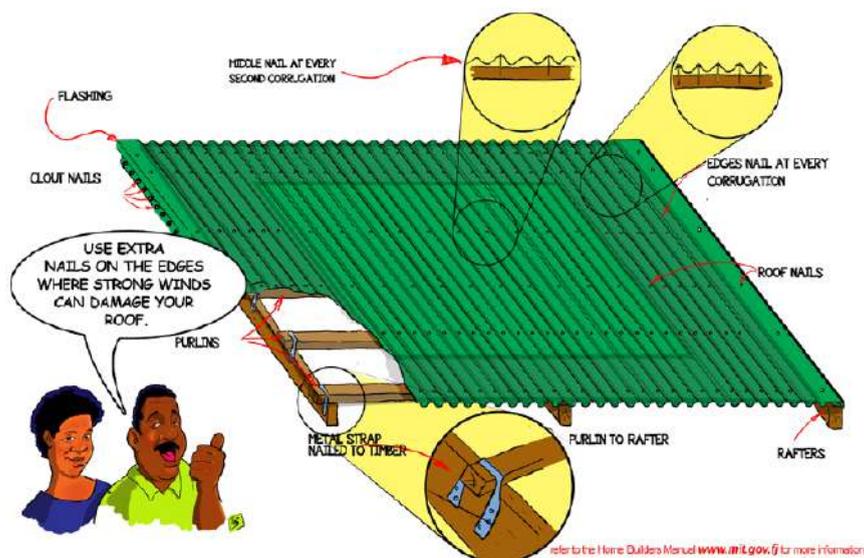
Gambar 3. Ukuran Lebar Tritisan yang Direkomendasikan oleh Berbagai Sumber.
 Sumber: Gambar 3.1 Mayo (1988); Gambar 3.2 IFRC (2011); Gambar 3.3 ICRC-PRC (2013)

Lebar tritisan perlu dibuat seminimal mungkin untuk menghindari atap terangkat oleh angin yang kencang. Dalam hal ini, ditemukan angka yang berbeda dari beberapa sumber. Lebar maksimal yang paling kecil adalah 20 cm (Gambar 3.2). Sedangkan yang paling besar adalah 80 cm (Gambar 3.1).



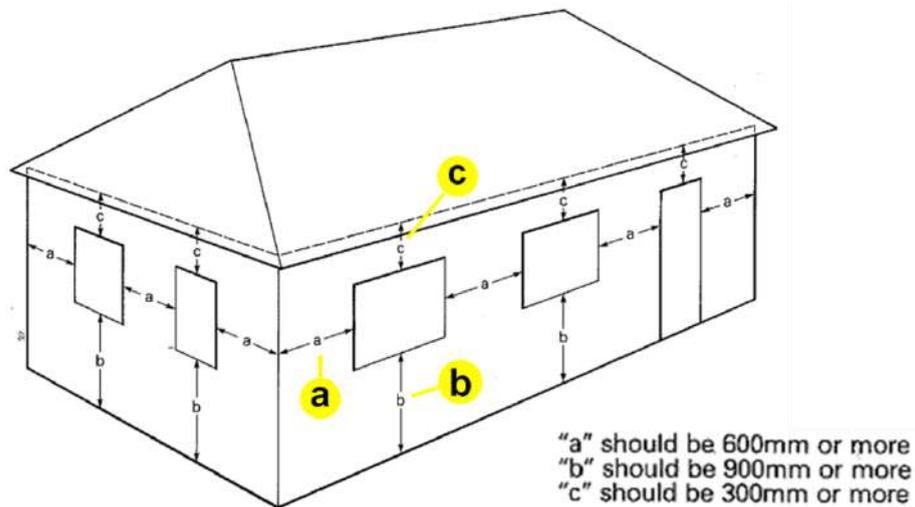
Gambar 4. Teknik Penguatan antara Rangka Atap dengan Ringbalk.
 Sumber: ICRC-PRC (2013)

Setiap pertemuan balok kuda-kuda kayu diberi penguatan dengan menggunakan plat besi. Bagian pertemuan kuda-kuda dengan balok gording, maupun dengan balok dinding (ringbalk) juga diberi penguatan menggunakan plat. Selain plat, penguatan dapat juga dilakukan menggunakan tali nilon, kawat besi, ataupun menggunakan sistem klos (*timber cleats*) (Gambar 4); seperti pada rangka plafond namun ukuran klos lebih besar dan jumlah paku lebih banyak.



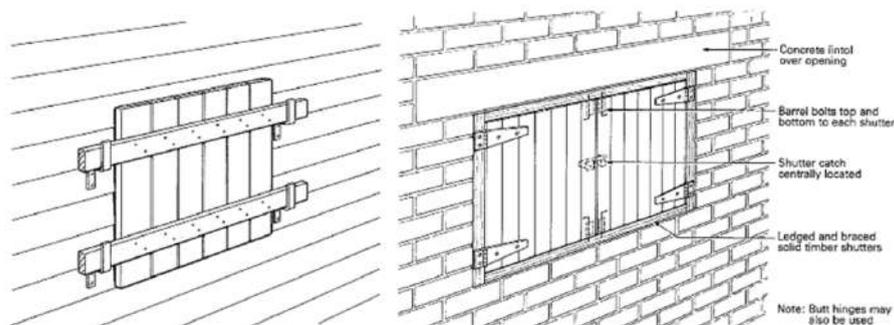
Gambar 5. Penempatan Paku pada Bagian Tengah Atap dan Bagian Keliling Tepi.
 Sumber: Shelter Cluster Fiji (2016)

Apabila menggunakan penutup atap lembaran seperti seng, jarak antar usuk dan reng yang disarankan adalah berupa *grid* 60 cm. Sumber lain menyarankan untuk menggunakan "*additional purlin*" (gording tambahan) pada setiap jarak 45 cm. Namun konstruksi rangka atap ini tidak umum digunakan di Indonesia. Pada keliling sisi tepi atap, seng dipaku di setiap gelombang (Gambar 5). Pada bagian tengah dipaku di setiap dua gelombang.



Gambar 6. Cara Menghitung Jarak Bukaannya dari Tepi Dinding.
Sumber: Mayo (1988)

Letak bukaan seperti pintu dan jendela juga memerlukan perlakuan khusus. Dapat dilihat pada Gambar 6, proporsi jarak bukaan terhadap sudut atau tepi dinding yang disarankan agar bangunan lebih ramah terhadap daya dorong angin.



Gambar 7. Ilustrasi Jendela dengan Penutup Tambahan dan yang Dapat Dikunci dari Luar.
Sumber: Mayo (1988)

Jendela sebaiknya memiliki daun yang dapat ditutup dan dikunci saat terjadi badai (Gambar 7). Jendela dengan material kaca tidak disarankan dalam hal ini.

b. Analisa permasalahan (penyesuaian dengan konteks Indonesia)

Sebelum memenuhi ketentuan ramah angin siklon, bangunan rumah tinggal di Indonesia harus memenuhi standar ramah gempa terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi. Dari preseden yang ditemukan melalui penelusuran di internet, rumah bantuan ramah angin siklon yang dibangun kemudian dibagi menjadi dua kategori. Kategori pertama, rumah kayu dan rumah semi permanen (dinding setengah tinggi batu dan setengah atasnya papan atau bilik anyaman).



Gambar 8. Rumah Bantuan dari Kayu.
Sumber: Shelter Projects (2016)

Hal ini biasanya dipengaruhi oleh dana yang dimiliki oleh lembaga penyalur bantuan. Aspek lain seperti ketersediaan lahan juga dapat menjadi pertimbangan dari keputusan untuk membangun rumah bantuan dari kayu dan rumah semi permanen. Terutama apabila lahan yang ada sifatnya hanya dipinjamkan, ada batasannya selama beberapa bulan atau tahun.



Gambar 9. Rumah Bantuan Semi Permanen.
Sumber: Shelter Projects (2016)

Kategori kedua adalah rumah inti. Biasanya rumah inti dibangun dalam program relokasi oleh pemerintah atau apabila lembaga pemberi bantuan mempunyai dana yang besar. Rumah inti dengan konsep rumah tumbuh, tidak bertujuan untuk menjadi solusi yang memenuhi semua kebutuhan mendesak dari keluarga penyintas. Melainkan, dalam jangka pendek, untuk menyediakan struktur utama bangunan yang kualitasnya bagus. Hal ini demi memungkinkan pengembangan dan penambahan ruangan oleh keluarga sebagai tujuan jangka panjangnya. (ICRC-PRC, 2013)



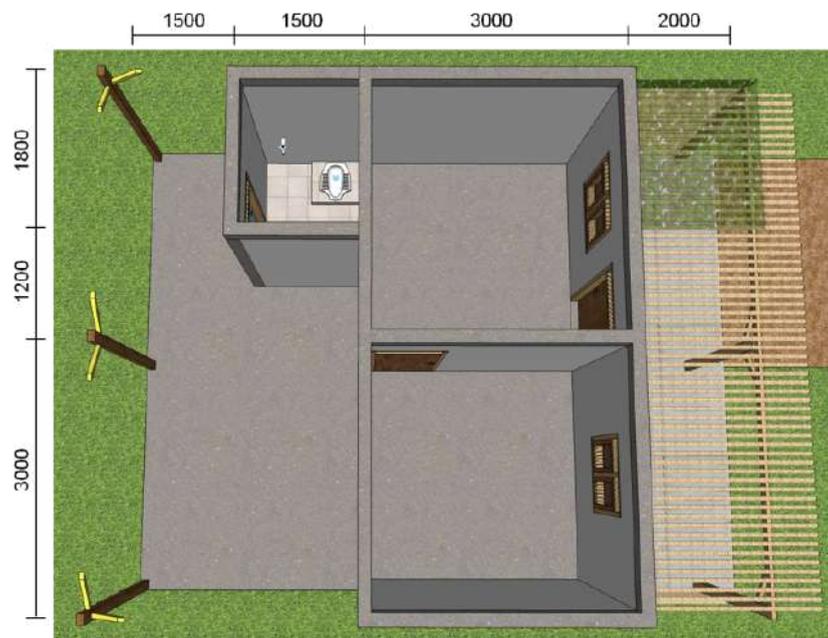
Gambar 10. Rumah Inti (*Core House*).
Sumber: Shelter Projects (2018)

Rumah inti terdiri dari satu bagian yang keseluruhan dindingnya dari batu. Bagian lain dari rumah inti dapat berupa dinding kayu atau bilik anyaman; ataupun nanti di masa depan baru dibangun sendiri oleh keluarga penerima bantuan. Daripada model rumah semi permanen (dinding batu setengah tinggi dan papan kayu di bagian atas), model Rumah Inti dirasa lebih sesuai dengan konteks Indonesia.

Dengan model Rumah Inti, struktur bangunan ramah gempa dapat dipersiapkan terlebih dahulu. Hal ini juga berguna bagi keluarga penerima bantuan ketika akan merenovasi atau mengembangkan rumahnya di masa yang akan datang. Karena struktur bangunan (kolom-balok-pondasi) merupakan bagian yang “termahal” dari rumah. Dengan dibangunnya struktur beton bertulang terlebih dahulu, ini juga bermanfaat meminimalisir risiko kegagalan struktur bangunan yang diakibatkan oleh kurangnya pengetahuan keluarga yang awam akan teknik konstruksi ramah gempa.

c. Desain skematik (3D menggunakan SketchUp)

Dari hasil analisa di atas, selanjutnya dibuat gambar visualisasi tiga dimensinya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih jelas. Ukuran yang digunakan adalah modul 6x6 meter yang terdiri dari, rumah inti 3x6 meter (1 ruang bersama, 1 kamar tidur) dan area tambahan 3x6 meter (kamar mandi, dapur). Modul 6x6 meter dipilih untuk menyesuaikan dengan rumah sederhana di Indonesia yaitu tipe 36.



Gambar 11. Denah (ukuran dalam milimeter).

Sumber: Dokumen Pribadi (2021)

Untuk jendela, desain yang dikembangkan terinspirasi dari jendela pada rumah dengan arsitektur kolonial, menggunakan daun ganda. Sisi luar berupa jalusi dan panel kayu, sedangkan sisi dalam kawat nyamuk (Gambar 12). Fitur ini sesuai untuk menghadapi angin siklon. Ketika terjadi badai, daun sisi luar dapat ditutup dan dikunci. Lebih lanjut, untuk daerah tertentu yang merupakan endemik demam berdarah, panel kawat nyamuk turut membantu menjaga agar sirkulasi udara mengalir baik namun nyamuk tidak masuk ke dalam rumah.



Gambar 12. Desain Jendela dengan Daun Ganda.

Sumber: Dokumen Pribadi (2021)

Pada tampak depan dan belakang rumah dalam Gambar 13, dapat dilihat posisi bukaan (jendela dan pintu) sudah disesuaikan dengan rekomendasi jaraknya terhadap tepi dinding. Bukan hanya posisi, lebar jendela dan lebar pintu juga telah disesuaikan dengan ukuran yang biasa digunakan di Indonesia serta proporsinya terhadap luasan dinding.



Gambar 13. Tampak Depan (Kiri) dan Tampak Belakang (Kanan).

Sumber: Dokumen Pribadi (2021)

Rumah bantuan biasanya didesain mengutamakan standar minimal dan kekuatan konstruksi bangunan. Sayangnya hal tersebut membuat aspek sosial budaya sering terlupakan. Dalam desain ini ditambahkan satu elemen rumah yang dianggap penting berkaitan dengan kearifan lokal masyarakat Indonesia yang gemar bersosialisasi dengan tetangga. Elemen rumah tersebut adalah beranda. Selain untuk mengakomodasi kearifan lokal, desain beranda yang sesuai dengan kaidah ramah angin juga dapat meminimalisir risiko kerusakan rumah ketika badai terjadi. Beranda perlu dibuat dengan struktur yang terpisah dari bangunan utama.



Gambar 14. Perspektif (Kiri) dan Kemungkinan Renovasi di Masa yang akan Datang (Kanan).
Sumber: Dokumen Pribadi (2021)

Pada Gambar 14 (Kanan), area berwarna biru-hijau transparan di bagian belakang rumah merupakan gambaran area yang dapat dibangun sendiri oleh keluarga penerima bantuan di masa yang akan datang. Apabila menambah konstruksi di luar struktur utama, maka atap yang direkomendasikan adalah bentuk pelana. Mengusung konsep rumah tumbuh, adanya ruang untuk melakukan renovasi dan pengembangan rumah secara mandiri juga dapat memberikan rasa bangga dan berdaya pada keluarga tersebut.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pengembangan model rumah ramah angin dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Desain yang dihasilkan sifatnya adalah rekomendasi dari segi arsitektural dan teknik konstruksi. Belum mengakomodasi dari segi biaya pembangunan rumah sesungguhnya. Meski telah dikurasi dengan hati-hati, tetap ada kemungkinan beberapa material bangunan tidak tersedia pada wilayah tertentu di Indonesia. Salah satunya adalah plat besi untuk perkuatan rangka atap. Jarak bukaan (pintu-jendela) terhadap tepi dinding telah berhasil disesuaikan dengan rekomendasi. Namun untuk jarak dalam, antara pintu depan dan jendela, masih belum terpenuhi. Keterbatasan ini disebabkan adanya prioritas kebutuhan membuat desain jendela tipikal serta memiliki ukuran yang cukup untuk sirkulasi udara dan cahaya. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut terkait desain komposisi jarak bukaan ini. Indonesia yang beriklim tropis menyebabkan sering terjadinya hujan. Lebar tritisan yang digunakan untuk mencegah tampias air hujan umumnya adalah 1-1,5 meter. Namun pada kaidah ramah angin siklon lebar tritisan mesti diminimalkan karena gaya angkat angin. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan desain tritisan yang memadai dalam menghadapi tampias air hujan sekaligus aman terhadap angin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Yohana Noradika Maharani, ST, M.Eng, Phd., Dr. Johan Danu Prasetya, S. Kel, M.Si., Dr. Tedy Agung Cahyadi, ST, MT, IPM., atas bimbingan dan masukan dalam proses penelitian dan penulisan naskah.

DAFTAR PUSTAKA

- Axelsson, Fredrik. (2012). *The Emergency Housing Project - Product Development of Shelters for Displaced People: Based on Field Studies in Haiti and Kenya*. Tautan: <https://hdl.handle.net/20.500.12380/158655>
- Bush, Alexandra. (2016). *Condensed Living in Emergency Situations: Creating a Sense of Comfort and Safety Through Design*. Thesis. Rochester Institute of Technology. Tautan: <https://scholarworks.rit.edu/theses/8974>
- Chen, M. (2021). *'Temporary' Housing to Heal: A Missing Piece of Post-Disaster Community Psychosocial Resilience Building (Dissertation)*. Tautan: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-447288>
- Erkelens, P. A., Akkerman, M. S., Cox, M. G. D. M., Egmond - de Wilde De Ligny, van, E. L. C., Haas, de, T. C. A., & Brouwer, E. R. P. (2010). *Innovative shelter for disasters*. In Proceedings

- CIB world congress (pp. 97-110). International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB). Tautan: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB19003.pdf>
- ICRC-PRC. (2013). *Shelter Meeting ICRC Philippines: Typhoon Haiyan*. Tautan: https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2018/08/3_-_shelter_meeting_icrc_philippines_typhoon_haiyan.pdf
- IFRC. (2011). *Shelter Safety Handbook: Some Important Information on How to Build Safer*. Geneva Tautan: https://www.ifrc.org/sites/default/files/2021-08/305400-Shelter_safety_handbook-EN-LR.pdf
- Kandhasamy, Mahendran & Hussain, Zahir. (2010). *Disaster Resistant Rural House Design For Low Income People*. 1. Tautan: https://www.researchgate.net/publication/282493539_Disaster_Resistant_Rural_House_Design_For_Low_Income_People
- Lassa, Jonatan A. (2021). *Siklon Tropis Seroja Mungkin akan Hantam Indonesia Tiap Tahun, Tapi Belum Dimasukkan Kluster Bencana*. The Conversation. Tautan: <https://theconversation.com/siklon-tropis-seroja-mungkin-akan-hantam-indonesia-tiap-tahun-tapi-belum-dimasukkan-kluster-bencana-158619>
- Mayo, Alan. (1988). *Cyclone-Resistant Houses: for Developing Countries*. Watford. Building Research Establishment. Tautan: <https://www.sheltercluster.org/sites/default/files/docs/Cyclone-resistant-housing-BRE.pdf>
- Munandar, Murdiati. (1983). *Bangunan Tahan Angin*. Departemen Pekerjaan Umum. Tautan: https://pustaka.pu.go.id/storage/biblio/file/1983_Bangunan_Tahan_Angin.pdf
- Schulze, Sabrina. (2017). *Aegis: Architectural Solution for Community and Critical Facility Resilience*. AAHM10 2017 Tautan: <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8918789>
- Shearer, Liam. (2011). *Evolution and Recovery: Adaptable Housing Reconstruction in Post Disaster Scenarios*. URI: <http://hdl.handle.net/10063/1935> Tautan: <http://researcharchive.vuw.ac.nz/bitstream/handle/10063/1935/thesis.pdf>
- Shelter Cluster Fiji. (2016). *Help for Homes: Tips to Build Back Safer*. Tautan: https://www.sheltercluster.org/sites/default/files/docs/2016.09_build_back_safer_booklet_v7_small.pdf
- Shelter Projects. (2016). *SP17-18_A20-Philippines-2015-2017.pdf* Tautan: https://www.shelterprojects.org/shelterprojects2017-2018/SP17-18_A20-Philippines-2015-2017.pdf
- Shelter Projects. (2018). *SP15-16_A8-A13-Philippines-2013-2017.pdf* Tautan: http://shelterprojects.org/shelterprojects2015-2016/SP15-16_A8-A13-Philippines-2013-2017.pdf