



PERANCANGAN BANGUNAN MODULAR PENUNJANG *GREEN ECONOMY* UNTUK HUNIAN RESILIENSI BENCANA

Winston Halim^{1*}, Krismanto Kusbiantoro², Cindrawaty Lesmana³, Irena Vanessa
Gunawan⁴

Program Studi Desain Interior Fakultas Seni Rupa dan Desain^{1,4}
*Program Studi Arsitektur Fakultas Seni Rupa dan Desain Jurusan Arsitektur Universitas Kristen Maranatha*²
*Program Studi Teknik Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha*³
Universitas Kristen Maranatha
Jl. Surya Sumantri No. 65, Sukawarna, Kec. Sukajadi, Kota Bandung, Kode Pos 40164
Jawa Barat, Indonesia
Email: winstonlim06@gmail.com

Abstrak

Teknologi rumah modular merupakan salah satu inovasi kreatif dalam rangka pengembangan metoda kerja pembangunan rumah untuk pencapaian efisiensi waktu dan biaya. Teknologi pabrikasi rumah modular merupakan proses konstruksi non-konvensional yang melibatkan teknologi modern dan dilakukan secara terpusat dan terintegrasi dalam sebuah workshop. Penerapan rumah modular pada pembangunan rumah tinggal sudah telah dilakukan di berbagai negara (Adinda, 2014 : 15) oleh karena itu, dilakukan perancangan rumah modular dengan tujuan utama sebagai tempat tinggal sementara bagi para korban bencana alam. Dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif, yaitu sebuah metode penelitian yang memanfaatkan data kualitatif atau memanfaatkan data dan teori yang ada dan dijabarkan secara deskriptif. Rumah modular ini didesain dengan beberapa kelebihan seperti cepat dalam pembangunannya, mudah dikirim dalam hal transportasi, dapat digunakan secara terus-menerus, ekonomis, dan dapat dibangun hanya dengan satu orang. Hasil penelitian ini dibuat sebuah rumah modular dengan menggunakan material anyaman bambu dan kain yang diresin. Dengan menggunakan sistem lipat rumah modular saat pembangunannya tidak membutuhkan banyak orang dalam pembangunannya dan dapat dibangun dengan cepat saat terjadi sebuah bencana. Peneliti berharap inovasi rumah modular dan penggunaan material dapat terus berkembang dan dapat membantu setiap kebutuhan manusia.

Kata Kunci: efisiensi, ringkas, berkelanjutan, portabel, ekonomis.

Abstract

Modular house technology is one of the creative innovations in developing work methods for building houses to achieve time and cost efficiency. Modular home manufacturing technology is a non-conventional construction process that involves modern technology and is carried out centrally and integrated in a workshop. The application of modular houses in the construction of residential houses has been carried out in various countries (Adinda, 2014) therefore, a modular house was designed with the main objective as a temporary residence for victims of natural disasters. In this study using a qualitative descriptive method, which is a research method that utilizes qualitative data or utilizes existing data and theories and is described descriptively. This modular house is designed with several advantages such as fast construction, easy delivery in terms of transportation, can be used continuously, economical, and can be built with only one person. The result of this study made a modular house using woven bamboo materials and resinous fabrics. By using a modular house folding system when construction does not require many people in construction and can be built quickly when a disaster occurs. Researchers hope that modular home innovation and the use of materials can continue to grow and can help every human need.

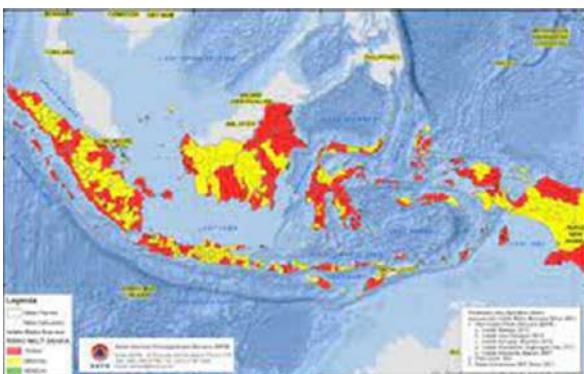
Keywords: efficiency, concise, sustainable, portable, economical.





PENDAHULUAN

Negara Indonesia dikenal dengan sebutan negara kepulauan karena memiliki jumlah pulau paling banyak di dunia. Menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), pada tahun 2004 jumlah pulau di Indonesia adalah sebanyak 17.504 pulau. Berdasarkan aspek letaknya, terdapat 2 jenis letak yaitu letak astronomis dan letak geografis. Letak astronomis adalah letak suatu wilayah di muka bumi berdasarkan garis lintang dan garis (INDONESIA, n.d.). Letak astronomis Indonesia berada di antara 6° LU – 11° LS dan 95° BT – 141° BT. Letak geografis adalah letak suatu wilayah atau daerah dilihat dari daerah-daerah lain di sekitarnya (INDONESIA, n.d.). Letak geografis Indonesia terletak di antara dua benua, yakni Asia dan Australia, dan di antara dua samudra, yakni Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Indonesia merupakan salah satu negara yang rentan akan bencana, baik dari aspek geologis, klimatologis, maupun sosial demografis (Nazaruddin, 2015: 79). Dari aspek geologis, kepulauan Indonesia termasuk dalam wilayah *Pacific Ring of Fire* (Deretan Gunung Berapi Pasifik), yang bentuknya melengkung dari Pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, hingga Sulawesi Utara. Selain itu, Indonesia juga terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik dunia dan dipengaruhi oleh tiga gerakan. Dari faktor-faktor geologis tersebut menyebabkan Indonesia rentan terhadap letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami. Dari aspek iklim, sebagai negara tropis, Indonesia memiliki kerentanan tinggi karena ancaman banjir, tanah longsor, dan wabah penyakit (Nazaruddin, 2015: 80).



Gambar 1. Peta Rentan Bencana di Indonesia Tahun 2021

Gambar 1 dapat dilihat perbedaan warna pada wilayah tertentu di pulau-pulau di Indonesia yang menunjukkan intensitas rentan terhadap bencana yang berbeda. Warna kuning menunjukkan intensitas sedang sedangkan warna merah menunjukkan wilayah dengan intensitas rentan terjadinya bencana tertentu yang tinggi. Dari Gambar 1 pun dapat dilihat bahwa

lokasi yang berwarna merah cukup banyak, sehingga dapat dikatakan bahwa Indonesia memiliki kerentanan terhadap bencana alam (*natural disaster*) di mana-mana.

Bencana alam yang telah terjadi tentu akan berdampak bagi sekitarnya, dari kehilangan akan barang berharga hingga kerugian lainnya dan juga mengalami efek psikis yang ditimbulkan dan hal tersebut dapat dirasakan dalam jangka waktu yang panjang. Selain itu, tidak jarang masyarakat yang terkena bencana alam kehilangan tempat tinggalnya baik secara sementara maupun permanen. Salah satu bencana alam yang terjadi di Kabupaten Flores Timur, yaitu tanah longsor mengakibatkan 1.105 jiwa penduduknya kehilangan tempat tinggal berdasarkan hasil wawancara dengan Tim Pos Komando Desa (Posko) Desa Nelelamadike (Prasetyo, 2021: 3). Dengan jumlah korban yang mencapai ribuan, tempat yang dapat dijadikan pengungsian hanya terdapat 10 saja, yaitu Sekolah SD, Balai Desa, dan beberapa rumah yang tersebar di Kecamatan Ile Boleng (Prasetyo, 2021: 3).

Selama ini, di Indonesia biasanya memanfaatkan fasilitas umum seperti tempat ibadah, puskesmas, sekolah, dan lainnya sebagai tempat pengungsian. Namun, tidak sedikit juga ada yang membangun tempat pengungsian saat itu juga dengan material seadanya untuk sementara. Untuk kasus tersebut, dengan memakai material yang seadanya sudah pasti tempat tersebut kurang layak untuk ditinggali walaupun sifatnya yang sementara dan juga lamanya waktu yang dihabiskan dalam proses pembangunannya. Suatu individu dibentuk oleh lingkungan tempat tinggalnya, bagaimana keadaan lingkungan suatu tempat, begitu pula keadaan individu yang tinggal di daerah tersebut. Bila kehidupan individu pada lingkungan yang tidak baik atau rusak, maka rusak pula kehidupan individu tersebut.

Maka dari itu, sebuah tempat tinggal yang baik dan efisien sangatlah penting bagi korban bencana alam. Pada penelitian ini kami memberikan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mereka yang membutuhkan tempat pengungsian yang mudah dibangun yaitu dengan merancang sebuah Rumah Modular (Dyastari et al, 2017: 3). Berdasarkan menjelaskan bahwa sistem modular adalah sistem pembangunan rumah rancangan berdasarkan modul tertentu melalui sistem prefabrikasi agar dapat lebih efisien. Awalnya rumah modular dipopulerkan oleh negara-negara di Eropa dan Jepang. Namun, saat ini





rumah modular lebih terkenal dan banyak diproduksi di Amerika dan Kanada. Rumah ini populer di kalangan orang Barat akan proses konstruksinya yang praktis karena memanfaatkan modul fabrikasi pabrik sebagai komponen utamanya. Lalu dalam proses pembangunannya pun sangat cepat karena pada umumnya rumah modular yang diproduksi di sana hanya perlu disusun tiap rakitan modulnya mengikuti bentuk desain *site* bangunan.

Prefabricated home atau sering juga disebut dengan *modular home* adalah rumah yang bagian-bagiannya diproduksi di dalam sebuah ruangan (*workshop*), modular diproduksi secara terpusat dan terintegrasi, menggunakan teknologi fabrikasi canggih dan modern agar kualitas tetap terjaga, kemudian bagian-bagian rumah dimobilisasi dengan aman ke *site* proyek didampingi oleh para pekerja profesional yang bertugas merakit bagian-bagian rumah di lokasi *site* proyek yang telah ditentukan namun, ada juga yang langsung dirakit di *workshop* kemudian diangkut ke lokasi menggunakan kendaraan khusus yang selanjutnya dikoneksikan dengan pondasi *on site* (Adinda, 2014: 15). Secara umum konsep arsitektur modular dapat diartikan sebagai sebuah objek rancangan berdasarkan sebuah modul, dengan pengulangan bentuk yang hampir sama untuk setiap modulnya. Beberapa alasan mengapa rumah modular ini dapat dijadikan sebagai salah satu solusi yang efektif sebagai tempat pengungsian, yaitu:



Gambar 2. Rumah Modular Madi

Dalam rangka menanggapi ketidakefisienan waktu yang dihabiskan dalam pembangunan rumah tinggal khususnya pada lokasi bencana alam dengan teknik konvensional, teknologi pabrikasi rumah modular dapat diterapkan untuk tercapainya efisiensi waktu tanpa mengurangi kualitas dari fungsi bangunannya. Proses pembangunan rumah modular hanya dengan menempatkan dan merangkai modul-modul tersebut

secara langsung di lokasi seperti yang dapat dilihat dari Gambar 2. Proses penggabungannya pun hanya membutuhkan sedikit tenaga dan waktu yang singkat karena modul tersebut sudah dirancang supaya mudah dirangkai. Hal ini dilakukan untuk menanggapi salah satu pertimbangan pada bangunan yang tanggap bencana, yaitu ringkas dan cepat.

Tidak semua daerah yang terkena bencana memiliki tenaga kerja profesional yang mengerti perihal konstruksi. Dengan adanya rumah modular dengan sistem lipat ini akan mempermudah dalam pengaplikasiannya di lokasi, karena para pengungsi hanya perlu menggabungkan modul-modul menjadi satu dengan metode yang mudah dipahami.

Penggunaan material dan sistem konstruksinya yang tahan dan kuat membuat rumah modular ini dapat digunakan secara terus-menerus untuk setiap pengungsian bencana yang terjadi. Material dinding pada rancangan rumah modular ini menggunakan 2 material berupa anyaman bambu dan kain yang di resin. Kain yang diresin memiliki sifat yang tahan air, sehingga kain tersebut menjadi tahan lama / awet. Sedangkan material anyaman bambu digunakan sebagai sirkulasi udara dan sebagai unsur material lokal yang ingin dimunculkan pada rumah modular tersebut.

Sampai saat ini, infrastruktur jalan yang baik di Indonesia masih belum merata, sedangkan dengan adanya kondisi jalan yang baik ini tentu saja akses menjadi lebih mudah untuk dapat dicapai. Banyak daerah pinggiran kota terutama diluar Pulau Jawa yang terkena bencana alam masih sulit untuk diakses. Rumah modular yang menggunakan sistem prefabrikasi ini sangat efisien untuk menjangkau daerah-daerah tersebut. Rumah modular dapat dibawa permodulernya dan dibawa satu per satu ke lokasi tanpa bantuan kendaraan. Modul-modul tersebut tentu saja tidak berat karna penggunaan material pada rancangan rumah modular ini menggunakan material yang ringan namun tetap kokoh.

Ketika terjadi sebuah bencana alam para korban tidak hanya kehilangan material, tanpa terkecuali tempat tinggalnya sehingga biasanya donatur atau pemerintah memberikan dana bantuan berupa bantuan tempat tinggal sementara untuk para korban. Rumah modular ini dengan harga yang terjangkau sudah bisa mendapatkan tempat tinggal di mana tetap memperhatikan dan mengutamakan nilai kenyamanan dan privasi penggunaanya. Hal ini dapat menghemat

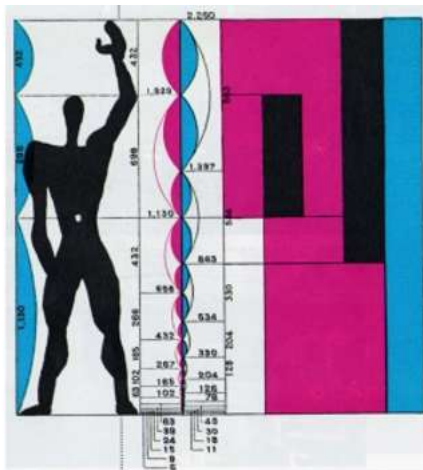




anggaran, belum lagi untuk daerah bencana yang memiliki akses jalan yang sulit membawa material dan pekerja untuk pembangunan rumah bencana. Pada salah satu sisi rumah modular ini juga menggunakan material lokal seperti bambu yang dianyam, hal ini dapat melestarikan budaya dan menggunakan material alam Indonesia yang jarang digunakan.

Modular dalam desain merupakan pendekatan desain yang membagi sistem menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, yang disebut “Modul”. Le Corbusier juga berpendapat pada “Teori Modular” bahwa Modular bukan hanya sebagai angka yang mengadopsi harmoni, namun juga sebagai alat pengukur yang dapat menghitung jarak, permukaan, dan volume.

Skala manusia yang dijelaskan pada teori dari Le Corbusier ialah memiliki ukuran setinggi dari tubuh manusia dengan lengan diangkat keatas, dan menghasilkan sebuah ukuran setinggi 226cm atau setara dengan 2,3m (Putri et al, 2021: 84).



Gambar 3. Modular Man

Modular bukan hanya sebagai angka yang mengadopsi harmoni, namun juga sebagai alat pengukur yang dapat menghitung jarak, permukaan, dan volume. Harmoni disini merupakan jumlah seri yang diatur oleh rasio emas yang menjelaskan bahwa rasio emas adalah rasio yang paling banyak ditemukan di alam dan melambungkan keseimbangan yang sempurna, dibagian tubuh manusia terdapat sebuah perbandingan yang apabila dibagi akan menghasilkan angka yang sama sebesar 1,618 dari angka ini disesuaikan dengan ukuran dari tinggi sebuah bangunan dengan manusia yang tangannya diangkat keatas menghasilkan angka 226 cm atau setara dengan 2,3 m (Mameli, 2016: 2). Hal tersebut dapat dilihat dari sketsa karya Le Corbusier pada Gambar 3.

Teori Ryan E. Smith yang membahas tentang dasar dari arsitektur prefabrikasi mencakup 3 hal (Smith, 2011: 7) yaitu: Material prefabrikasi seperti, beton, baja, kayu, petikemas, dan lain-lain. Komponen modular seperti, komponen struktural dan non-struktural. Sistem struktur prefabrikasi seperti, sistem precast, struktur besi, PPVC, dan sistem modul peti kemas.

Tujuan penelitian ini berfokus pada pembuatan rumah yang dapat digunakan oleh para korban bencana alam, dengan memanfaatkan perpaduan material lokal, material kimia dan penggabungan teknologi sistem engsel pada rumah modular. Permasalahan pada rumah modular ini terdapat pada bagaimana dengan kondisi ekonomi korban yang sedang terganggu dan infrastruktur jalan yang kurang baik, pengungsi memiliki rumah tinggal yang layak dengan harga terjangkau dan rumah tersebut dapat dengan efisien secara waktu dan mudah dipindahkan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, yaitu sebuah metode penelitian yang memanfaatkan data kualitatif atau memanfaatkan data dan teori yang ada dan dijabarkan secara deskriptif. Studi kasus dalam penelitian ini adalah pembuatan rumah modular untuk rumah pengungsian saat terjadi bencana alam dengan memadukan material kain dan unsul lokal anyaman bambu yang berasal dari Kampung Naga, Jl. Raya, Neglasari, Kec. Salawu, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Data yang diambil dalam penelitian ini dari literatur/Pustaka. Waktu penelitian ini dilakukan dari bulan September hingga Desember 2020. Proses analisis dan pembahasan pada penelitian

Kajian Arsitektur Modular pada rumah modular ini dikaji dan diteliti dengan didasari oleh teori Modular Le Corbusier tentang sistem modular yang menjadikan sebuah modular sesuai dengan skala manusia secara arah vertikal, standar ukuran skala manusia dan teori (Smith, 2011: 1) tentang dasar dari arsitektur prefabrikasi yang mencakup material prefabrikasi, komponen modular, dan sistem struktur prefabrikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Rumah modular yang dihasilkan terbukti sangat efisien dalam menangani masalah ketersediaan tempat tinggal untuk korban bencana alam. Rumah modular yang dihasilkan ada berbagai jenis dari versi I sampai versi IV dengan masing-masing memiliki kelebihan





dan kekurangan. Rumah modular yang paling efisien adalah rumah modular versi IV karena ukuran yang lebih efektif dan juga lebih mudah untuk dibangun.

Table 2.1 Number and impacts of natural (geophysical and hydro-meteorological) disasters from 1900 to 2015 (EM-DAT 2016)

Group	Type	Occurrences	Deaths	Total affected	Total damage ('000 US\$)
Geophysical	Drought	10	9340	4,804,220	160,200
	Earthquake (ground movement)	106	30,115	8,548,649	7,189,326
	Earthquake (tsunami)	9	168,372	580,520	4,906,600
	Volcanic activity (ash fall)	56	18,310	1,321,528	530,390
	Landslide (rockfall)	1	12	55	—
	Sub total	182	226,149	15,254,972	12,386,516
Hydro-meteorological	Flood	179	7409	9,906,074	6,422,047
	Landslide	53	2542	397,897	121,745
	Storm	9	1978	18,248	—
	Wildfire	10	319	3,444,142	25,429,000
	Sub total	251	12,248	13,766,361	31,972,792
Total		429	237,578	29,011,349	29,260,308

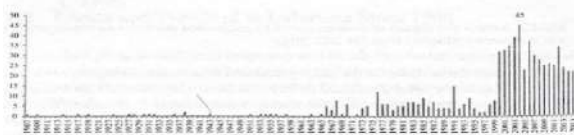


Fig. 2.3 Number of disasters in Indonesia from 1907 to 2015 (EM-DAT 2016)

Gambar 4. Jumlah Bencana Alam yang Terjadi di Indonesia dari Tahun 1907 – 2015 (Sumber: Riyanti Djalante, Matthias Garschagen, And Frank Thomalla 2017, 26)

Pada gambar 4 dapat kita lihat bahwa jumlah bencana alam yang terjadi di Indonesia mulai dari tahun 1907 – 2015 semakin meningkat setiap tahun. Untuk menanggapi permasalahan ini, diciptakanlah rumah modular yang dengan sistem lipat yang bertujuan untuk hunian resiliensi bencana secara menyeluruh dimulai dari desain, konstruksi, sampai ke peruntukan yang kuat, ringkas, aman, sehat, ekonomis, mudah dikonstruksi, tidak memakan waktu yang lama, dan ramah lingkungan. Dalam proses desain rumah modular dilakukan berbagai percobaan dengan pembuatan maket. Pada eksperimen ini, selalu membuat inovasi-inovasi pembaruan dalam setiap desainnya. Kemudian setiap menemukan kekurangan dalam desain hal tersebut dijadikan sebagai inovasi berbeda dalam setiap desain evolusi rumah modular dan dapat menjawab kekurangan dan kebutuhan yang sebelumnya tidak ada.

1). Desain Rumah Modular Versi I

Proses eksperimen desain rumah modular yang pertama ini masih hanya memikirkan mulai dari bentuk, cara lipatan, ukuran. Di versi ini rumah modular yang dibuat juga memiliki beberapa kekurangan seperti cara pembangunan yang sulit, sistem pengunci yang kurang kuat dan belum menemukan material yang tepat untuk diaplikasikan dalam rumah modular.

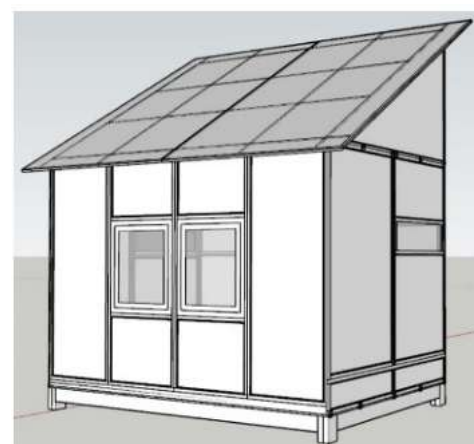


Gambar 5. Rumah Modular Versi I

Pada gambar 5 rumah modular mengaplikasikan banyak anyaman dibagian dinding rumah dan memiliki banyak jendela. Di sini, masih belum memikirkan bolongan antar lipatan ketika hujan, penggunaan atap tambahan dan bagian pondasi. Pada gambar 5 kita bisa melihat kelebihan dari rumah modular versi I adalah memiliki bentuk lipatan yang baik dan rapi tetapi ukuran rumah masih terlalu besar untuk dimasukkan kedalam kontainer pengiriman nantinya.

2). Desain Rumah Modular Versi II

Rumah modular versi II ini memiliki bentuk yang sama dengan versi I tetapi memiliki perbedaan disetiap ukuran modulnya yang sudah dibagi-bagi menjadi lebih kecil. Tujuan awal ide dari pembagian modul yang lebih kecil karena memikirkan pembawaan rumah modular ke daerah lokasi bencana jika memiliki lintas yang sulit dilewati oleh truk, maka dibuat per modul satuan dengan ukuran yang lebih kecil agar mudah dibawa atau bisa dibawa persatuan menggunakan motor atau pejalan kaki.



Gambar 6. Rumah Modular Versi II



Pada gambar 6 rumah modular versi ke II ini sudah memiliki pondasi bawah dan potongan modular yang lebih kecil juga untuk setiap modulnya. Di versi ke II rumah modular ini sudah menggunakan material kain yang diresin untuk keseluruhan dindingnya dan memiliki atap yang terpisah dengan teknik roll untuk terpal. Rumah modular versi yang ke II ini memiliki kekurangan dalam kekuatan rumah dikarenakan banyak pengunci atau sambungan antar modul membuat rumah menjadi kurang kuat, rumit dalam pembangunannya dan rawan akan bocor saat terjadi hujan.

3). Desain Rumah Modular Versi III

Desain rumah modular yang ketiga ini memiliki bentuk yang berbeda dengan desain rumah modular sebelumnya. Rumah modular ini memiliki dua kekurangan seperti tidak ada tempat penyimpanan untuk menyimpan segala furnitur atau barang - barang perlengkapan masyarakat dan dalam cara pembangunannya dibutuhkan bantuan beberapa orang.



Gambar 7. Rumah Modular Versi II

Dapat kita lihat di gambar 6 dan 7 untuk model rumah modular ini memiliki bentuk atap yang berbeda dan pengunci yang tidak terlalu banyak dikarenakan memiliki satuan modul dengan ukuran yang besar dan cara pelipatan yang sedikit berbeda.

4). Desain Rumah Modular Versi IV

Evolusi rumah modular versi IV sudah bisa menjawab berbagai kebutuhan dan kekurangan yang sebelumnya tidak ada. Mulai dari tempat penyimpanan pada gambar 8 untuk furnitur lipat seperti tempat tidur yang dapat dibuat menjadi kursi dan furnitur lainnya. Di bagian dalam rumah juga sudah dibuat meja lipat

seperti pada gambar 12 yang dapat digunakan untuk aktivitas warga seperti makan dan bagi anak-anak dapat digunakan untuk belajar.



Gambar 8. Penyimpanan Rumah Modular Versi IV

Pembangunan rumah modular versi ke IV ini memiliki kelebihan dapat hanya dibangun oleh 1 orang oleh karena itu dapat menghemat tenaga kerja dan banyak membantu para warga dalam mendirikan rumah pengungsian karena memiliki bentuk lipatan dan model yang sudah berbeda. Rumah modular ini juga tidak usah mengandalkan pengunci untuk menahan antar modul dikarenakan sudah memiliki bentuk berbeda dan tiang pondasi. Bagian depan rumah modular juga dipadukan dengan anyaman bambu dan dibagian belakang terdapat jendela lipat agar sirkulasi didalam rumah modular dapat bertukar dengan baik.



Gambar 9. Rumah Modular Versi IV

Pada gambar 9 kita dapat melihat bagaimana rumah modular yang awalnya berbentuk kotak ketika lipatan antar modulnya dibuka dapat menjadi sebuah rumah. Rumah modular ini dapat kita lihat sistem modularnya dari:

1). Konfigurasi Grid Modul Arah Horizontal

Tujuan dari konfigurasi grid modul arah horizontal adalah untuk mengetahui kesesuaian luas ruangan terhadap kebutuhan penghuni di dalamnya. Rumah modular ini memiliki dimensi 3 x 2,1 m saat keadaan terbuka dan jika dilipat dimensi rumah modular





tersebut 2,5 x 2,1 m. Ukuran ini sengaja dibuat karena menyesuaikan dari mobil transportasi yang akan digunakan untuk mengangkut rumah modular tersebut. Kapasitas penghuni untuk rumah modular ini adalah sebuah keluarga kecil dengan furnitur 2 tempat tidur lipat dan meja lipat dapat dilihat di gambar 10.



Gambar 10. Furnitur Meja Lipat dan Tempat Penyimpanan Barang

2). Konfigurasi Grid Modul Arah Vertikal

Tujuan dari Konfigurasi grid modul arah vertikal untuk mengetahui tinggi dalam ruangan dengan menjadikan skala manusia sebagai acuan minimal. Untuk mengetahui apakah modul yang tercipta pada Rumah susun ini sesuai dengan Teori Modular dari Le Corbusier tentang menjadikan sebuah modular yang sesuai dengan skala manusia dengan tangan diangkat keatas. Secara arah vertikal standar ukuran skala manusia menurut Le Corbusier sebesar 223cm atau 2,2m. Sehingga, pada bagian belakang rumah modular memiliki tinggi 2,5 m dan bagian depan 2,3 m ukuran ini sudah sesuai dengan teori Modular Le Corbusier. Tujuan dibuat atap miring dikarenakan rumah modular ini berada di Indonesia dan memiliki iklim tropis sehingga bertujuan air lebih mudah untuk turun.



Gambar 11. Cara Pelipatan Rumah Modular

Pada gambar 11 dapat kita lihat cara pelipatan rumah modular yang sangat mudah mulai dari bentuk kotak kemudian atap dibagian depan dapat ditarik keatas dengan tiang penahan, kemudian bagian lantai dan pintu dapat dibuka kedepan, tahap terakhir lipatan dinding disamping dapat dibuka kemudian dikunci dengan pengunci ke bawah lantai.

3). Material



Gambar 12. Material Rumah Modular

Desain perencanaan rumah modular yang akan dirancang dapat dilipat dengan sistem engsel dan pada dinding pintu dikombinasikan anyaman bambu sebagai unsur lokal. Anyaman bambu ini terinspirasi dari Kampung Naga yang dapat dilihat pada Gambar 21, di mana bambu tersebut mereka manfaatkan dari sumber daya alam sekitarnya. Bambu tersebut mereka anyam lalu dijadikan sebagai material dinding rumahnya, supaya tahan air masyarakat memanfaatkan bahan kapur sebagai pelapisnya. Tujuan utama menggunakan anyaman bambu pada rumah modular ini adalah sebagai tempat pertukaran udara didalam rumah modular. Kemudian dibagian dinding dikombinasikan dengan teknologi saat ini salah satunya menggunakan material kain blacu TC 20S kemudian dilakukan penyemprotan resin 108 bening (Arifin, 2021: 9) dua kali dengan campuran katalis.

2. Pembahasan

Tempat berlindung bagi masyarakat yang terkena bencana sangat penting karena dapat melindungi mereka yang terlantar selama bencana. Fasilitas tempat penampungan biasanya dapat seperti hotel, motel, dan fasilitas kamar tunggal lainnya. Sedangkan fasilitas sementara dapat seperti tenda, fasilitas cetakan modul, kereta api, dan kapal. Biasanya tempat penampungan sementara disediakan tempat berlindung minimum dengan penduduk yang terkena dampak akan bergantung pada dukungan makanan, air, pertolongan pertama dan informasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi kepustakaan mengenai perancangan rumah modular yang bertujuan untuk hunian resiliensi bencana, maka dapat ditarik simpulan bahwa aplikasi teknologi rumah modular sistem lipat dapat menjadi suatu solusi untuk mengatasi berbagai



kendala dan kelemahan yang terjadi pada rumah bencana yang pada umumnya masih digunakan hingga saat ini di Indonesia. Rumah modular ini secara desain dan konstruksi sudah terpenuhi dengan baik, mulai dari transportasi pembawaan ke lokasi, konstruksi rangka, material rumah, sistem lipatan, sampai teknik pembangunan. Rumah modular ini telah menerapkan dan sesuai dengan prinsip serta syarat modular dari Teori Modular Le Corbusier dan 3 Prinsip dasar dari buku arsitektur prefabrikasi karya Ryan E. Smith. Hal tersebut dapat dibuktikan pada grid vertikal dan horizontal yang sesuai berupa grid pada arah horizontal, dan ukuran rumah modular tersebut telah sesuai dengan skala manusia yang tertulis pada teori Le Corbusier.

2. Saran

Menurut Sari et al (2021: 228) Pasal 1 (2008) Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana dijelaskan bahwa mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Oleh karena itu, diharapkan rumah modular tersebut dapat bermanfaat dan berguna bagi para masyarakat untuk menanggulangi bencana alam dengan rumah tinggal yang layak dan cepat dalam pembangunannya. Melihat banyak kelebihan dari rumah modular ini, saran yang dapat diberikan yaitu perlu ditingkatkan penggunaan material lokal dan dikombinasikan dengan ide desain atau teknologi saat ini untuk menghasilkan produk yang tetap melestarikan bangsa.

DAFTAR RUJUKAN

- Adinda, N. R. (2014). Aplikasi teknologi pabrikasi rumah modular pada konstruksi rumah tinggal. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 7(1), 15-25. <https://www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/view/3>.
- Arifin, H. R. (2021). *Analisis Pemanfaatan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Sanitasi dan Pertamanan pada Kompleks Gedung Pemerintahan Kota Bandung. Skripsi tidak diterbitkan*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung. <http://eprints.itenas.ac.id/1470/1/01%20Cover%20222015095.pdf>.
- Sari, D. M., Afriwan, H., Purnomo, E., & Kharisma, M. (2021). Perancangan Infografis Shelter Bangunan di Kawasan Universitas Negeri Padang Sebagai Mitigasi Bencana Alam Gempa dan Tsunami. *Gorga: Jurnal Seni Rupa*, 10(2), 287-294. <https://doi.org/10.24114/gr.v10i2>.
- Dyastari, F., Agus, S., & Tyaghita, B. (2017). Penerapan Konsep Modular dalam Perancangan Rumah Susun Berdasarkan Right Conservation Method. *Temu Ilmiah Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia (IPLBI)*, 37-42. D037-D042. <https://doi.org/10.32315/ti.6.d037>.
- Mameli, M. (2016). Le Corbusier and the American modular. *LE CORBUSIER. 50 AÑOS DESPUÉS*, 1282-1297. <https://doi.org/10.4995/lc2015.2015.984>.
- Nazaruddin, M. (2015). Jurnalisme bencana di Indonesia, setelah sepuluh tahun. *Jurnal Komunikasi*, 10(1), 79-88. <https://doi.org/10.20885/komunikasi.vol10.iss1.art8>.
- Putri, S. P. S., & Purwantiastning, A. W. (2021). Kajian Konsep Arsitektur Modular Pada Rumah Susun ITB Jatinangor. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 8(1), 81-93. <https://doi.org/10.24252/nature.v8i1a9>.
- Smith, R. E. (2010). *Prefab architecture: A guide to modular design and construction*. John Wiley & Sons. http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=pOClIGMKpzUC&oi=fnd&pg=PT20&dq=PREFAB+ARCHITECTURE:+a+guide+to+modular+design+and+construction&ots=j0n5GteYZ6&sig=wUYE0qhNDvy5tN_r6P9WQe79p4U.
- Prasetyo, Eka. (2021). Tanah Longsor, 1.105 Warga Ile Boleng Flores Timur Kehilangan Tempat Tinggal. <https://m.merdeka.com/peristiwa/tanah-longsor-1105-warga-ile-boleng-flores-timur-kehilangan-tempat-tinggal.html> (diakses tanggal 1 Mei 2023).

