

PACKABILITY EVALUATION OF CAREDS DISASTER EVACUATION SHELTER PROTOTYPE DESIGN

¹Reynard Yulius, ²Yenny Gunawan S.T., M.A.

¹Student in the Bachelor's (S-1) Study Program in Architecture at Parahyangan Catholic University

²Senior lecturer in the Bachelor's (S-1) Study Program in Architecture at Parahyangan Catholic University

Abstract - The follow-up study "Evaluation of CAREDs SEB18,017 Disaster Evacuation Shelter Prototype Design Based on Constructability Trials" is a SEB18,017 design development research that uses a pop-up concept to the construction feasibility stage. The development that has been carried out uses a 1:2 scale mockup so that there are still details that need to be developed to a 1:1 scale. The problems that arise are related to the structural connection system and material selection. In addition, the design development has not been tested in terms of adaptability regarding packability and fabricated material systems.

Emergency shelter is a temporary shelter for handling post-natural disasters. Emergency shelter is important to be prepared and provided for victims who need a place to stay after their homes are damaged due to natural disasters that occurred. Emergency shelter design must be able to provide a safe, healthy and private environment for disaster victims. In addition, the design of emergency shelters must also be able to be easily prepared by users in a fairly short amount of time, have an easy yet effective packaging, and efficient mobility to places where disasters occur.

Keywords: emergency shelter, pop-up, CAREDs, adaptability, efficiency, packability

EVALUASI PACKABILITY RANCANGAN PROTOTIPE SHELTER EVAKUASI BENCANA CAREDs

¹Reynard Yulius, Yenny Gunawan S.T., M.A.

¹Mahasiswa S1 Program Studi Arsitektur Universitas Katolik Parahyangan

Dosen Pembimbing S1 Program Studi Arsitektur Universitas Katolik Parahyangan

Abstrak - Penelitian lanjutan "Evaluasi Rancangan Prototipe Shelter Evakuasi Bencana CAREDs SEB18.017 Berdasarkan Uji coba *Constructability*" merupakan penelitian pengembangan desain SEB18.017 yang menggunakan konsep *pop-up* ke tahap kelayakan konstruksi. Pengembangan yang telah dilakukan menggunakan maket skala 1:2 sehingga masih terdapat detail yang perlu dikembangkan ke skala material 1:1. Permasalahan yang muncul terkait dengan sistem sambungan struktur dan pemilihan material. Selain itu, pengembangan desain belum teruji dalam hal adaptabilitas yang menyangkut *packability*.

Emergency shelter adalah naungan sementara untuk penanganan pasca bencana alam. *Emergency shelter* penting untuk dipersiapkan dan disediakan bagi para korban yang membutuhkan tempat tinggal setelah tempat tinggalnya rusak akibat bencana alam yang terjadi. Desain *Emergency shelter* harus dapat menyediakan lingkungan yang aman, sehat, dan juga privasi bagi para korban bencana. Selain itu, desain *emergency shelter* juga harus dapat dengan mudah dipersiapkan oleh penggunanya dengan waktu yang cukup singkat, memiliki kemudahan kemasan / *packaging* dan mobilitas yang efektif dan efisien menuju tempat-tempat terjadinya bencana.

Kata kunci: emergency shelter, pop-up, CAREDs, adaptabilitas, efisiensi, packability.

¹Corresponding Author: 6111801171@student.unpar.ac.id

1. PENDAHULUAN

Evaluasi Rancangan Prototipe Shelter Evakuasi Bencana CAREDs SEB18.017 Berdasarkan Uji coba *Constructability*, merupakan penelitian pengembangan desain SEB18.017 ke tahap kelayakan konstruksi yang ditulis oleh Mikael Tanara (2021). Hasil dari penelitian tersebut sudah mencapai tahap layak konstruksi dari sistem lipat. Kelayakan ini merupakan aspek penting dalam pemenuhan kriteria *constructability* dalam sebuah desain *emergency shelter*.

Packability merupakan aspek penting yang harus dimiliki dan dipertimbangkan dalam perencanaan desain *emergency shelter*. *Packability* membahas bagaimana efisiensi penggunaan shelter mulai dari pengiriman sampai kegiatan bongkarmuat. Selain efisiensi, *packability* juga dapat menjadi faktor keamanan selama pengiriman atau penyimpanan dari shelternya itu sendiri agar dapat digunakan tanpa adanya kerusakan. Tanpa adanya pertimbangan *packability* pada suatu desain rancangan *emergency shelter*, shelter tidak dapat digunakan secara cepat dan mengganggu kegiatan yang perlu dilakukan terlebih pada kondisi setelah bencana.

Identifikasi masalah dari penelitian ini adalah Hasil pengembangan desain SEB18.017 masih terdapat banyak permasalahan desain dan belum teruji efisien dalam segi adaptabilitas yang menyangkut *packability*. Hal ini akan berpengaruh terhadap uji kecepatan dan keringkasan desain naungan darurat dan terkait juga dengan perubahan pemilihan material dan dimensi desain shelter. Berdasarkan masalah yang ada, didapatkan pertanyaan penelitian sebagai berikut

(1) Apakah pengembangan desain SEB18.017 telah memenuhi kriteria efisiensi *packability*?

(2) Apa saja pengembangan yang perlu dilakukan pada simulasi desain SEB 18.017 untuk memenuhi *packability*?

(3) Apa kelebihan dan kekurangan dari pengembangan desain berdasarkan ujicoba simulasi *packability*?

Tujuan dari penelitian ini adalah melanjutkan pengembangan *Preliminary* desain SEB18.017 Sehingga dapat efisien dari segi adaptabilitas yang menyangkut *packability*. Penelitian ini bermanfaat untuk melanjutkan pengembangan desain *emergency shelter* dengan aspek *packability*, yang terkait dengan penelitian lanjutan dengan kriteria dan aspek lainnya.

2. KAJIAN TEORI

Kajian teori diambil pengertian *emergency shelter* dari UN, *adaptables architecture*, *pop-up architecture*, *packability*, dan data-data mengenai objek dan penelitian sebelumnya. Dari standar-standar dan kriteria suatu *emergency shelter*, terdapat beberapa poin penting terkait dengan efisiensi *packability* suatu shelter. Dari kriteria UN, UNHCR, dan IFRC suatu shelter harus memiliki standar penyimpanan yang baik dan mudah dipindahkan untuk relokasi. Sebagai bangunan yang *pop-up*, *emergency shelter* harus praktis, mudah, dan cepat. Selain itu dari segi adaptabilitas juga terdapat poin *adjustable dan movable* yang berkaitan dengan kemampuan *emergency shelter* menyesuaikan diri dan dapat dikemas, diangkut dan dipindah dengan mudah menuju berbagai tujuan.

Packability. Secara terminologi, *packability* atau daya kemas merupakan kemampuan suatu barang untuk dikemas. Kemampuan daya kemas ini penting untuk dipertimbangkan karena aspek ini dapat mempermudah pengemasan dan meningkatkan efisiensinya.

Efisiensi packing. Dalam mengemas suatu barang atau produk diperlukan strategi untuk memaksimalkan efisiensi. Terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan dalam Menyusun strategi tersebut, diantaranya adalah:

- (1) Keamanan
- (2) Kemudahan
- (3) Keringkasan

Kemasan atau packaging harus dapat menjaga produk di dalamnya agar tetap aman dari benturan dan kotoran. Selain itu kemasan tidak boleh mengandung bahan berbahaya sehingga tidak mempengaruhi kualitas produk atau benda yang berada di dalamnya. Tidak hanya itu, Hal lain yang harus dipertimbangkan adalah dimensi kemasan untuk menyesuaikan barang didalamnya.

Salah satu artikel dalam buku Paulo j. da Sousea Crus, *Structures and Architecture: concept, applications and challenges*, menjelaskan suatu rancangan emergency shelter harus memiliki kriteria *compactness* dan *packability*. Kriteria ini menjabarkan kemampuan suatu desain untuk dapat dirakit, dikemas dan dipindahkan dengan mudah dan cepat.

Felicia M. (2017) dalam jurnal penelitian Faktor-faktor Penentu Efisiensi *Packability* dan *Constructability* pada Rancangan Shelter Darurat Bencana Berteknologi Pop-up, mengungkapkan *Packability* suatu desain dapat dianalisa mulai dari tahap penyimpanan (*storing*), bongkar-muat (*assembly*) dan pengirimannya (*transport*). Tingkat efisiensi *packability* ini sendiri berpengaruh terhadap kecepatan pada tahap bongkar-muat dan keringkasan desain tersebut pada tahap penyimpanan dan pengiriman.

Paramater aspek-aspek *packability*

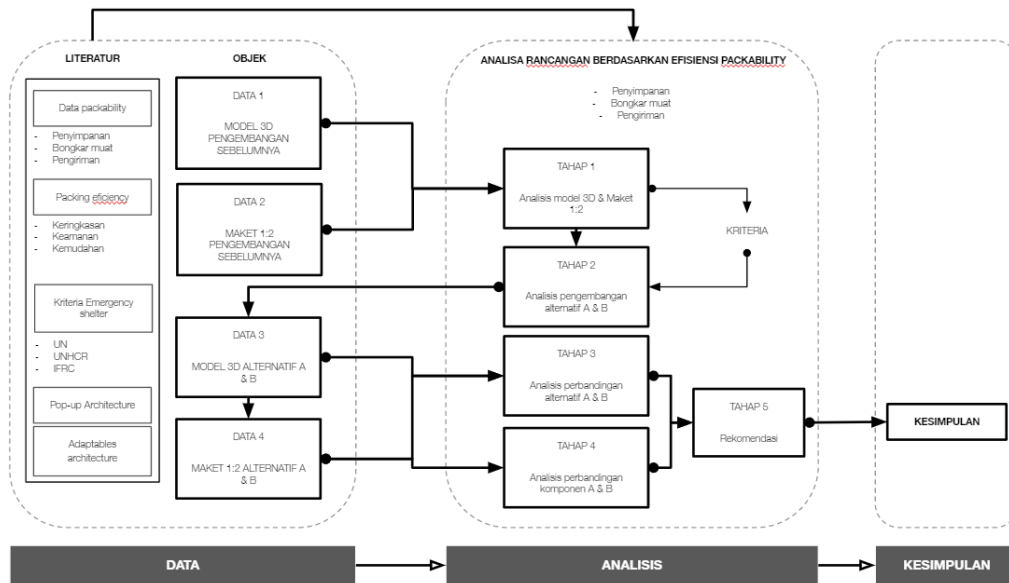
Tabel 2. 1 Parameter Aspek-Aspek *Packability*

A. Keringkasan				
	Aspek	Parameter	Keterangan	Sumber
A.1.1	Penyimpanan	Keringkasan: dimensi	Lebar kemasan tidak boleh lebih besar dari 2m	UN
A.1.2		Keringkasan: volume	Volume kemasan tidak boleh lebih besar dari 0.5 m ²	UN
A.1.3		Keringkasan: Dimensi	Semakin kecil dimensi, semakin baik	<i>Packability</i>
A.2.1	Bongkar muat	Keringkasan: tinggi shelter	Tinggi kemasan shelter tidak boleh lebih dari 2.16m	Neufert, UNHCR
A.3.1	Pengiriman	Keringkasan: Dimensi muatan transportasi	Harus dapat diangkut oleh berbagai moda transportasi dengan efisien	<i>Packability</i>
B. Keamanan				
	Aspek	Parameter	Keterangan	Sumber

B.1.1	Penyimpanan	Keamanan: Terhadap benturan	Bidang struktur harus memiliki redudansi	UN
B.1.2		Keamanan: Terhadap benturan	Memiliki pelindung	UN
B.1.3		Keamanan: terhadap cuaca	Air tidak boleh masuk dalam kondisi apapun	UN
B.2.1	Bongkar muat	Keamanan: pengguna	Memiliki fitur pengaman pada saat melakukan bongkar muat	IFRC
B.2.2		Keamanan: penguncian	Memiliki sistem penguncian kemasan	IFRC
C. Kemudahan				
	Aspek	Parameter	Keterangan	Sumber
C.1.1	Penyimpanan	Kemudahan: posisi shelter	Kemasan dapat diposisikan berdiri dan ditumpuk	<i>Packability</i>
C.1.2		Kemudahan: bentuk shelter	Permukaan kemasan rata	<i>Packability</i>
C.2.1	Bongkar muat	Kemudahan: fitur	Memiliki fitur internal yang mempermudah pergerakan	<i>Packability</i>
C.2.2		Kemudahan: jumlah orang	Sedikit mungkin orang yang diperlukan untuk bongkar muat, semakin baik	<i>Packability</i>
C.2.3	Pengiriman	Kemudahan: alat bantu	Sedikit mungkin alat yang diperlukan untuk bongkar muat, semakin baik	<i>Packability</i>
C.3.1		Kemudahan: pengangkutan pengiriman	Ada sisa ruang 875 mm pada muatan transportasi	Neufert

3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah metode simulasi experimental dengan menguji pengembangan desain SEB18.017 dari aspek *packability* yang dilanjutkan dengan pengembangan desain kembali dengan menggunakan prinsip yang telah di uji coba. Penelitian ini dilakukan selama kurun waktu 1 semester pada semester genap, tahun ajaran 2021/2022 pada pelaksanaan skripsi ke-52 Universitas Katolik Parahyangan Fakultas Teknik Jurusan arsitektur. Pelaksanaan uji coba pembuatan maket 1:2 dilakukan di *Workshop* PPAG Universitas Katolik Parahyangan.



Gambar 3. 1 Kerangka Metoda Penelitian

Pengumpulan data yang akan di uji dilakukan dengan observasi dan simulasi perancangan, studi pustaka dan modelling 3d alternatif desain dan pembuatan model maket berskala 1:2. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data mengenai aspek aspek yang diperlukan untuk desain pengembangan SEB18.017 terkait dengan *packability*. Dilanjutkan dengan observasi dan simulasi yang dilakukan mengenai detail 3d *sketchup* dan maker 1:2 rekomendasi perancangan yang telah dibuat saat penelitian Mikhael Tanara. Kemudian data modelling dan maket 1:2 desain alternatif rekomendasi didapatkan dari hasil analisis dan perbaikan dari desain sebelumnya. data yang dikumpulkan dari observasi berupa data bentuk, dimensi, berat, material, fitur, dan kapasitas dan lain-lain.

Tahap analisis data dilakukan dengan metode experimental, dari dimensi modul dan kemasan rancangan terkait dengan kriteria dan aspek *packability*. Analisis dilakukan dengan lima tahap yaitu analisis model 3d dan maket 1:2 rekomendasi desain sebelumnya, Analisis pengembangan alternatif, analisis perbandingan alternatif, analisis perbandingan komponen, dan hasil rekomendasi desain. Hasil rekomendasi didapatkan dari analisis dan simulasi dari setiap aspek untuk mendapatkan desain yang optimal dan efisien dalam hal *packability*. Dari hasil uji coba desain diketahui aspek aspek yang perlu diperhatikan, dihindari dan digunakan dalam desain *emergency shelter* terkait dengan aspek *packability*.

4. ANALISIS

Analisis dilakukan dengan lima tahap.

4.1 Analisis *Packability* Dan Temuan Rekomendasi Desain SEB18.017

Penyimpanan.

Pada tahap penyimpanan, aspek yang di analisis mencakup keringkasn dan keamanan rancangan dalam bentuk kemasan. Dalam kondisi terlipat, shelter memiliki jumlah lipatan sebanyak delapan dan dimensi 3.539 m x 2.046 m x 2.801 m yang jika dibandingkan dengan kondisi terbuka memiliki perbandingan 1:12 m². Selain itu masih terdapat rongga

pada lipatan segitiga dalam. Rongga ini menyisakan ruang yang tidak dapat dimanfaatkan sehingga menjadi kurang ringkas.



Gambar 4. 1 Foto celah maket 1:2

Tabel 4. 1 Parameter Penyimpanan

	Parameter	Keterangan	Sumber	Checklist
A.1.1	Keringkasan: dimensi	Lebar kemasan tidak boleh lebih besar dari 2m	UN	✓
A.1.2	Keringkasan: volume	Volume kemasan tidak boleh lebih besar dari 0.5 m ²	UN	-
B.1.1	Keamanan: Terhadap benturan	Bidang struktur harus memiliki redudansi	UN	✓
B.1.2	Keamanan: Terhadap benturan	Memiliki pelindung luar	-	-
B.1.3	Keamanan: terhadap cuaca	Air tidak boleh masuk dalam kondisi apapun	UN	-
C.1.1	Kemudahan: posisi shelter	Kemasan dapat diposisikan berdiri dan ditumpuk	-	✓
C.1.2	Kemudahan: bentuk shelter	Permukaan kemasan rata	-	✓

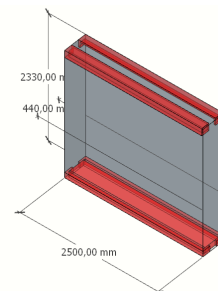
Dari aspek keamanan terdapat beberapa poin kelemahan yang terdapat pada penutup kemasan shelter. Perbandingan penggunaan cover:

Opsi	Keringkasan	Kerapatan	Keamanan
Dengan cover	<ul style="list-style-type: none"> - Menambah ketebalan dimensi keseluruhan - Menambah bobot 	<ul style="list-style-type: none"> - Rapat - Kemungkinan lembab 	<ul style="list-style-type: none"> - Aman dari benturan - Aman dari berbagai kondisi cuaca
Tanpa cover	<ul style="list-style-type: none"> - Ringkas - Ringan 	<ul style="list-style-type: none"> - Bercelah - Aman dari lembab 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak aman dari benturan

			- Tidak kuat terhadap cuaca
--	--	--	-----------------------------

Dari perbandingan, opsi tanpa cover menghasilkan unit yang lebih ringkas dan ringan namun kurang baik dari segi keamanannya. Maka dari itu diperlukan penyesuaian dan tambahan pada bagian keamanan seperti tambahan bantalan dan penutup celah. Penambahan bantalan karet pada masing masing sisi berpengaruh pada penambahan dimensi sebanyak 3-5 cm pada setiap sisinya. Selain penambahan bantalan, perlu dilakukan pemilihan material penutup yang tahan terhadap cuaca ketika disimpan.

Dari hasil analisis penyimpanan, didapatkan perubahan dan penambahan dimensi pada sisi sisi shelter untuk bantalan karet sebagai fitur pelindung dan penahan shelter dari benturan.



Gambar 4. 2 Gambar dimensi modul

Bongkar muat. Pada tahap bongkar-muat, aspek seperti bobot, dimensi, dan alat bantu menjadi hal yang perlu diperhatikan. Dari aspek bobot dan dimensi, dapat ditentukan jumlah orang yang dibutuhkan untuk mengangkat shelter dari muatan. Namun aspek bobot dan dimensi ini belum dapat dianalisis lebih lanjut karena hasil rancangan masih berupa maket 1:2. Maka dari itu analisis kemudahan bongkar-muat ini dilakukan melalui asumsi yang disimulasikan melalui dimensi rancangan shelter.

Dari dimensinya, Dibutuhkan minimal dua orang untuk melakukan bongkar -muat shelter. Untuk bobotnya sendiri belum dapat diperkirakan karena uji coba sebelumnya masih menggunakan skala 1:2. Selain jumlah orang, untuk melakukan bongkar muat diperlukan alat bantu berupa ramp apabila muatan angkutanya tinggi.

Terdapat juga fitur-fitur pada rancangan shelter yang dapat mempermudah tahapan bongkar-muat ini. Fitur roda pada panggung yang didesain untuk mempermudah pop-up, dapat juga mempermudah mobilitas shelter pada proses bongkar-muat. Selain itu gagang pada sisi dinding shelter dapat juga mempermudah pengangkutan dan mobilitas. Penambahan fitur-fitur ini sisi berpengaruh pada penambahan dimensi pada bagian sisi dan tinggi shelternya. Pada sisi samping diperlukan ruang 8cm untuk gagangnya dan pada bagian tingginya diperlukan ruang 10 cm untuk roda.

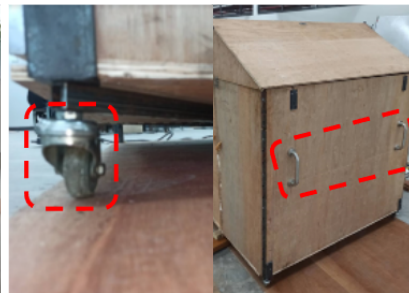
Selain dimensi shelternya, diperlukan ruang untuk orang mengangkat pada sisi shelternya. Untuk mengangkat minimal diperlukan ruang 87.5 cm untuk muat orang menarik atau mendorong shelter.

Tabel 4. 2 Perbandingan Bongkar Muat

	Parameter	Keterangan	Sumber	Checklist
A.2.1	Keringkasan: tinggi shelter	Tinggi kemasan shelter tidak boleh lebih dari 2.16m	Neufert	✓
B.2.1	Keamanan: pengguna	Memiliki fitur pengaman pada saat melakukan bongkar muat	IFRC	-
B.2.2	Keamanan: penguncian	Memiliki sistem penguncian kemasan	IFRC	-
C.2.1	Kemudahan: fitur	Memiliki fitur internal yang mempermudah pergerakan		✓
C.2.2	Kemudahan: jumlah orang	Sedikit mungkin orang yang diperlukan untuk bongkar muat, semakin baik		2 orang
C.2.3	Kemudahan: alat bantu	Sedikit mungkin alat yang diperlukan untuk bongkar muat, semakin baik		-

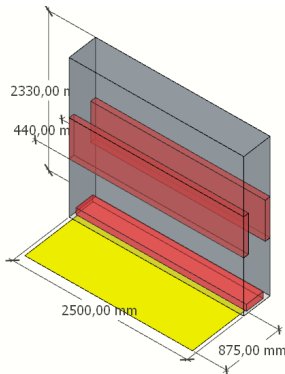


Gambar 4. 3 Foto Maket 1:2



Gambar 4. 4 Foto detail maket 1:2

(Sumber : Penelitian Mikael Tanara, 2021)

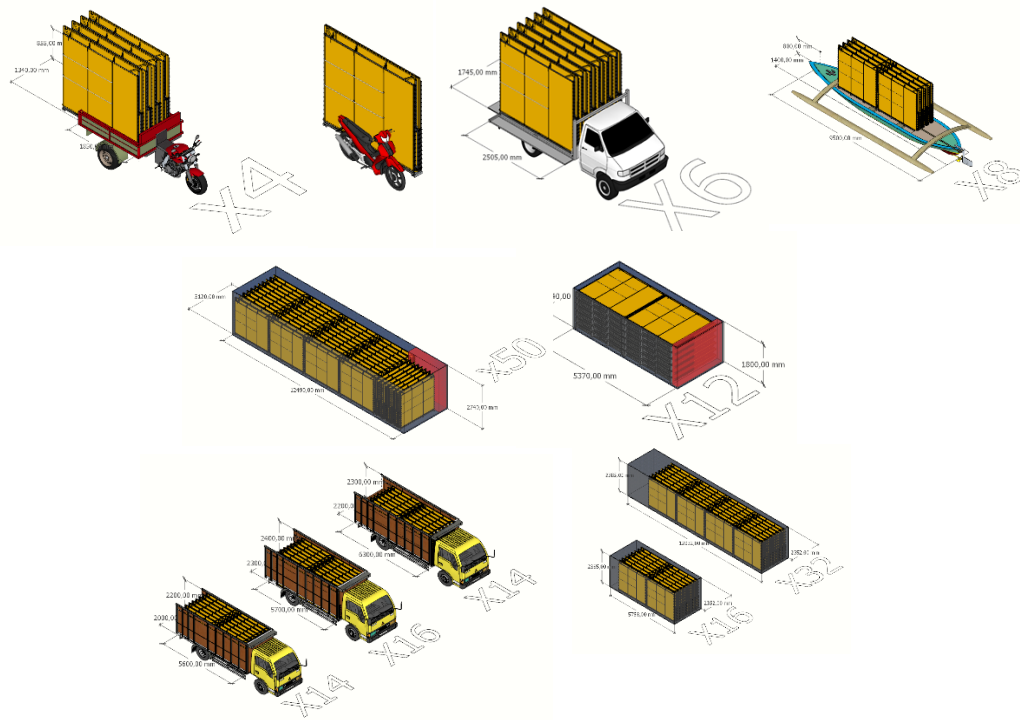


Gambar 4.5 Gambar dimensi modul

Dari hasil analisis bongkar muat, didapatkan perubahan dan penambahan dimensi pada sisi dan tinggi shelter untuk fitur gagang dan roda yang mempermudah tahap bongkar muat.

Pengiriman. Pada tahap pengiriman, dimensi dari kemasan menjadi hal yang diperhatikan. analisa dilakukan dengan simulasi pengiriman shelter menggunakan muatan moda transportasi laut, darat, dan udara. Transportasi darat disimulasikan menggunakan kendaraan motor, motor roda tiga, mobil pick-up dan container. Transportasi laut disimulasikan menggunakan container kapal laut dan kapal nelayan. Transportasi udara disimulasikan menggunakan kendaraan helikopter M-17 dan pesawat C-170 hercules yang sering digunakan oleh TNI saat kondisi kebencanaan. Simulasi dilakukan menggunakan software 3d sketchup dengan hasil sebagai berikut:

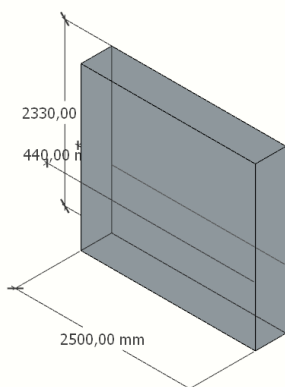
*PACKABILITY EVALUATION OF CAREDS DISASTER
EVACUATION SHELTER PROTOTYPE DESIGN*



Gambar 4. 6 Diagram Simulasi

Dari simulasi aspek pengiriman menggunakan berbagai moda transportasi didapatkan jumlah shelter yang dapat dimuat dalam satu kali perjalanan. Untuk transportasi darat terdapat masalah pada transportasi motor dan mobil *pickup*. Permasalahannya terletak pada dimensi panjang shelter yang terlalu besar dibanding dimensi panjang bak muatan. Sedangkan transportasi yang paling efisien adalah truck fuso dengan muatan 16 shelter. Pada transportasi laut yaitu cargo peti kemas dan kapal nelayan sudah cukup efisien. Namun pada muatan peti kemas terdapat cukup besar space tersisa yang tidak dapat digunakan untuk memuat shelter. pada transportasi udara juga sudah cukup efisien.

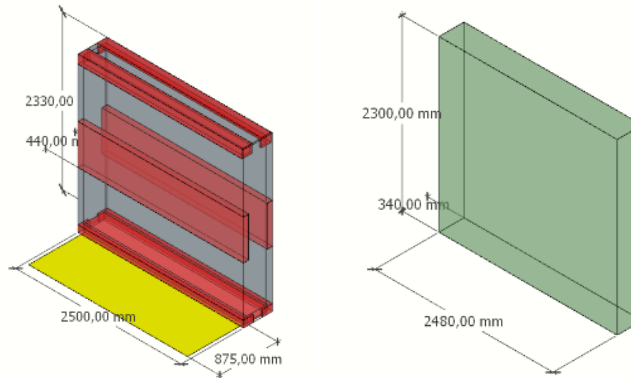
Dari hasil analisis, diperlukan beberapa penyesuaian dimensi total kemasan agar lebih efisien dalam pengiriman menggunakan berbagai jenis kendaraan. Dimensi maksimal efisien yang didapatkan sebagai berikut:



Panjang maksimal 2.4m, lebar maksimal 0.28m dan tinggi maksimal 2.3m.

Gambar 4. 7 Gambar dimensi modul

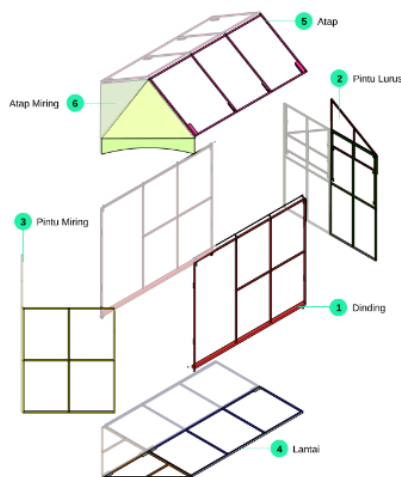
Temuan. Didapatkan dari seluruh analisis, sisa ruang untuk dimensi unit shelternya saja sebesar 2.48m x 0.34m x 2.3m



Gambar 4. 8 Gambar dimensi modul

4.2 Kriteria dan Uji Coba Rekomendasi Desain

4.2.1 Keringkasan



Pengembangan rekomendasi desain didasari dari dimensi masing masing modul yang ditemukan berdasarkan analisis penyimpanan, bongkar muat, dan pengiriman desain sebelumnya. Untuk meningkatkan aspek keringkasan, modul shelter didesain lebih *compact* dengan jumlah komponen modul yang lebih sedikit. Pada desain rekomendasi sebelumnya, panel komponen modul berjumlah 8 komponen dengan tambahan komponen sistem gunting pada bagian panggung. Pada desain pengembangan, modul dibuat menjadi lebih sedikit yaitu 6 buah komponen dengan menyatukan komponen panel pintu lurus dan segitiga dan juga panel lantai dengan panel segitiga lantai.

Gambar 4. 9 Iso Terurai Pengembangan Desain

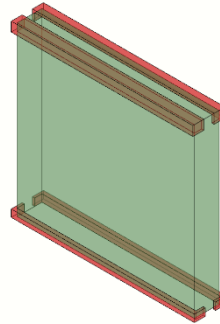
4.2.2 Keamanan

Panggung dan Ketahanan Benturan dan cuaca

Selain pengurangan jumlah komponen, dilakukan perubahan pada sistem panggung. Sistem gunting yang sebelumnya digunakan tidak lagi digunakan kembali. Hal ini dikarenakan karena kurang efektifnya sistem gunting dalam hal kemudahan dan mengurangi kekakuan struktur panggung. Sistem gunting digantikan sistem kaki kaki pada titik titik lemah panggung.



Gambar 4. 2 Sistem Kaki



Gambar 4. 1.1 Sistem Pengaman

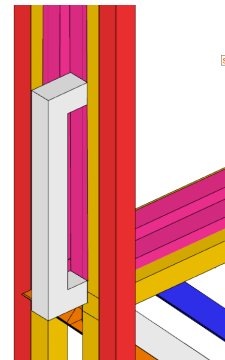
4.2.3 Kemudahan

Roda dan Handle

Untuk kemudahan, dilakukan juga penambahan pada roda yang sebelumnya berjumlah dua dan hanya pada satu sisi menjadi empat dan pada kedua sisi. Selain roda dibuat juga desain handle pada sisi kiri dan kanan shelter untuk mempermudah kegiatan bongkar muat.



Gambar 4. 12 Sistem Roda

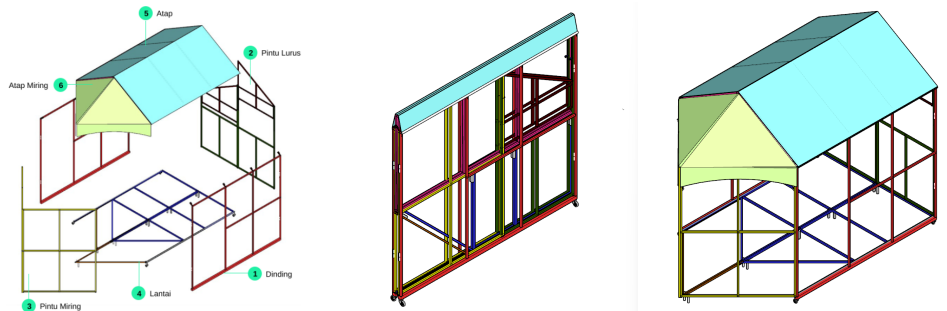


Gambar 4. 1.1 Sistem Handle

4.2.4 Desain alternatif

Alternatif A

Alternatif desain A menggunakan sistem *sliding* atau geser pada bagian rangka segitiga lantai dan pintu lurus. Sistem geser yang digunakan semacam teleskopik, dimana rangka segitiga menggunakan profil besi yang lebih kecil sehingga dapat dimasukkan kedalam rangka utama pada lantai maupun pintu lurus. Dengan penggunaan sistem geser / teleskopik ini, posisi rangka segitiga dapat sejajar dengan rangka utamanya.

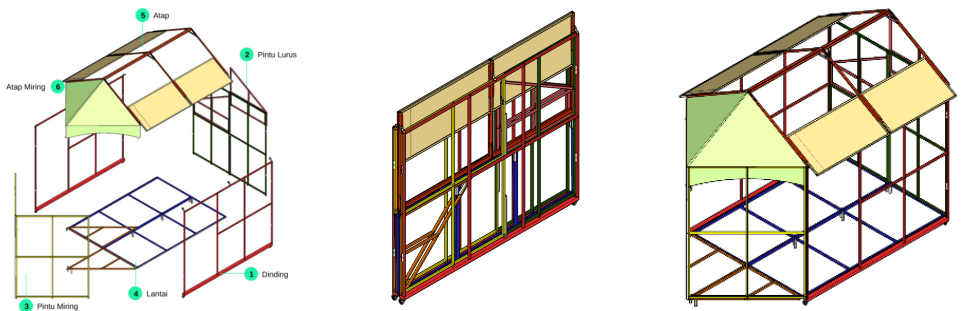


Gambar 4. 11 Komponen Alternatif A

Alternatif B

Alternatif B menggunakan sistem lipat pada bagian rangka segitiga lantai dan menggunakan sistem geser pada rangka segitiga pintu lurus. Sistem geser pada alternatif ini tidak menggunakan sistem telescopic tapi menggunakan rel yang terbuat dari batang baja cor dan rangka hollow. Dengan penggunaan rel pada sistem geser, menyebabkan posisi rangka segitiga tidak bisa sejajar dengan rangka utama.

Perbandingan



Gambar 4. 12 Komponen Alternatif B

4.2.5 Uji Coba Penyimpanan

Tabel 4. 3 Penilaian Penyimpanan

	Parameter	Keterangan	Alternative A	Alternative B
A.1.1	Keringkasan: dimensi	Lebar kemasan tidak boleh lebih besar dari 2m	12cm	160cm
A.1.2	Keringkasan: volume	Volume kemasan tidak boleh lebih besar dari 0.5 m3	0.6 m3	0.9 m3
B.1.1	Keamanan: Terhadap benturan	Bidang struktur harus memiliki redudansi	Jumlah rangka redudansi yang cukup	Jumlah rangka redudansi yang cukup
B.1.2	Keamanan: Terhadap benturan	Memiliki pelindung luar	Sistem roll sekalian menjadi penutup kemasan ketika bosisi. -shelter tertutup dan roll menggulung	Sistem teritis tidak terlalu menutupi dan terdapat celah diantara rangka

B.1.3	Keamanan: terhadap cuaca	Air tidak boleh masuk dalam kondisi apapun	Pada bagian atap tertutupi seluruhnya	Terdapat celah pada antar rangka atap dan teritisnya
C.1.1	Kemudahan: posisi shelter	Kemasan dapat diposisikan berdiri dan ditumpuk	Disa ditumpuk	Bisa ditumpuk
C.1.2	Kemudahan: bentuk shelter	Permukaan kemasan rata	Terdapat tonjolan roll	Rata

Hasil dari perbandingan analisis penyimpanan diketahui bahwa alternatif A lebih baik daripada alternatif B pada parameter keamanan, baik terhadap cuaca maupun benturan. Hal ini dikarenakan oleh sistem atap pada alternatif A sudah tertutup secara menyeluruh, baik pada saat posisi terbuka maupun tertutup. Pada alternatif B belum ada sistem yang menutup shelter saat posisi tertutup. Pada parameter kemudahan bentuk shelter, alternatif B lebih baik karena memiliki permukaan yang rata sedangkan alternatif A tidak karena adanya sistem roll disamping dinding. Kedua shelter belum memenuhi parameter keringkasan volume yang menurut standar maksimal 0.5 m³.

4.2.6 Uji Coba Bongkar muat

Tabel 4. 4 Penilaian Bongkar-Muat

	Parameter	Keterangan	Alternative A	Alternative B
A.2.1	Keringkasan: tinggi shelter	Tinggi kemasan shelter tidak boleh lebih dari 2.16m	Tinggi dinding kemasan 2040 mm	Tinggi dinding kemasan 2040 mm
B.2.1	Keamanan: pengguna	Memiliki fitur pengaman pada saat melakukan bongkar muat	Terdapat kunci pada setiap sistem lipat dan geser	Terdapat kunci pada setiap sistem lipat dan geser
B.2.2	Keamanan: penguncian	Memiliki sistem penguncian kemasan	Terdapat kuncian pada kemasan	Terdapat kuncian pada kemasan
C.2.1	Kemudahan: fitur	Memiliki fitur internal yang mempermudah pergerakan	Terdapat roda	Terdapat roda
C.2.2	Kemudahan: jumlah orang	Sedikit mungkin orang yang diperlukan untuk bongkar muat, semakin baik	2 orang	2 orang
C.2.3	Kemudahan: alat bantu	Sedikit mungkin alat yang diperlukan untuk bongkar muat, semakin baik	Terdapat roda, Hanya butuh ramp untuk muatan yang tinggi	Terdapat roda, Hanya butuh ramp untuk muatan yang tinggi

Hasil dari perbandingan analisis bongkarmuat diketahui bahwa kedua alternatif sudah memenuhi parameter dengan baik. Kedua alternatif tidak melebihi tinggi 2.16 m sehingga

dapat dicapai oleh manusia. Kedua alternatif juga sudah memiliki aspek aspek keamanan dan kemudahan dalam hal bongkarmuat.

4.2.7 Uji Coba Pengiriman

Tabel 4. 5 Penilaian Pengiriman

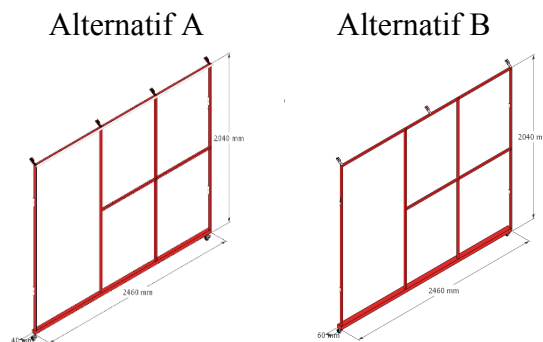
	Parameter	Keterangan		
A.3.1	Keringkasan: Dimensi muatan transportasi	Harus dapat diangkut oleh berbagai moda transportasi dengan efisien	9/11	9/11
B.3.1	Keamanan:	<i>Sama dengan B.1.2, B.1.3, dan B.2.2</i>		
C.3.1	Kemudahan: pengangkutan pengiriman	Ada sisa ruang 875 mm pada muatan transportasi	Terdapat ruang	Terdapat ruang

Hasil dari perbandingan analisis pengiriman diketahui bahwa kedua alternatif sudah memenuhi parameter dengan baik.

4.3 Perbandingan Komponen Panel

Komponen 1

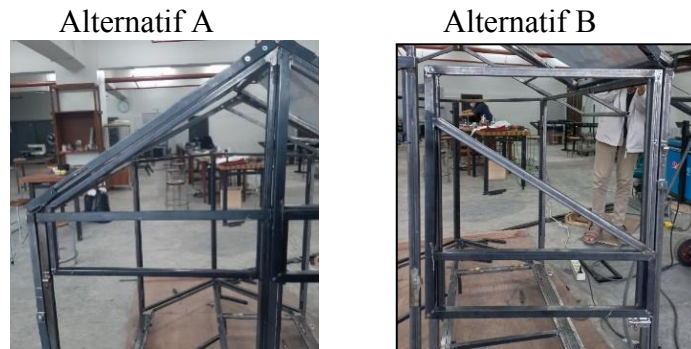
Hasil dari perbandingan analisis komponen dinding dapat dilihat alternatif A lebih baik daripada alternatif B pada kriteria parameter keringkasan dimensi. Alternatif A memiliki tebal 4cm sedangkan alternatif B memiliki tebal 6cm. Kedua alternatif belum dapat dianalisis parameter keamanan.



Gambar 4. 13 modul

Komponen 2

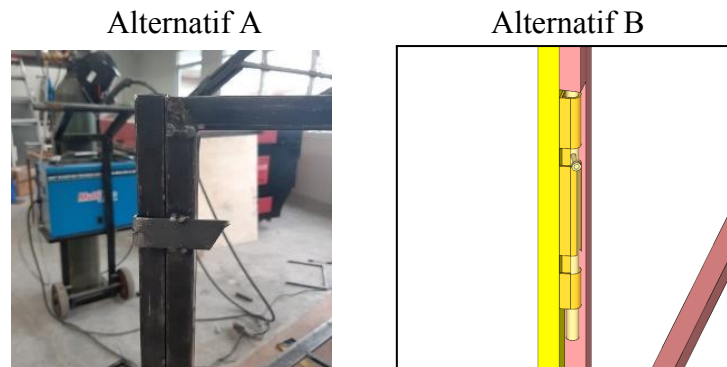
Hasil dari perbandingan analisis komponen pintu lurus dapat terlihat bahwa alternatif A lebih baik daripada alternatif B pada parameter keringkasan dimensi dan keamanan terhadap cuaca. Alternatif A lebih baik dari segi keringkasan karena sistem gesernya sejajar dengan rangka utamanya. Pada kriteria parameter kemudahan saat bongkar muatnya alternatif B lebih mudah. Hal ini dikarenakan Alternatif A sering macet ketika uji coba maket 1:2.



Gambar 4. 14 modul

Komponen 3

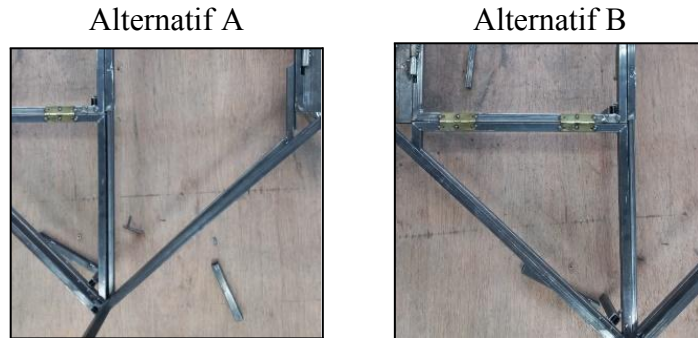
Dari Hasil perbandingan analisis komponen dinding, alternatif B lebih baik daripada alternatif A pada parameter keringkasn dimensi dan keamanan pengguna. Alternatif A memiliki penambahan ketebalan sistem pengunciannya pada saat kondisi tertutup. pada parameter keamanan alternatif B lebih aman karena terdapat selot kearah atas dan bawah. Sedangkan alternatif A dapat terbuka hanya dengan didorong dari dalam. Pada aspek kemudahan alternatif A lebih baik katena tinggal mendorong kedua sisi untuk mengunci. Sedangkan alternatif b harus melakukan penguncian selot dari luar.



Gambar 4. 15 modul

Komponen 4

Hasil dari perbandingan analisis komponen pintu lurus dapat dilihat dimana alternatif A lebih baik daripada alternatif B pada parameter keringkasn dimensi karena tebalnya yang lebih tipis. Sedangkan alternatif B lebih baik pada parameter kemudahan karena proses membuka dan pembokaran yang lebih mudah. Sedangkan alternatif A sering mengalami kemacetan ketika uji coba maket 1:2



Gambar 4. 16 modul

Komponen 5

Hasil dari perbandingan diketahui bahwa alternatif A lebih baik daripada alternatif B pada kriteria parameter keamanan baik terhadap cuaca maupun benturan. Hal ini dikarenakan oleh sistem atap pada alternatif A sudah tertutup secara menyeluruh baik pada saat posisi terbuka maupun tertutup. Pada alternatif B belum ada sistem yang menutup shelter pada posisi tertutup. Pada kriteria parameter kemudahan alternatif A juga lebih baik karena sistem roll otomatis terbuka dan tertutup sedangkan alternatif B harus secara manual.



Gambar 4. 17 modul

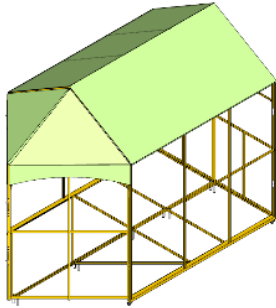
Komponen 6

Hasil dari analisis, komponen atap miring menggunakan tensile ini cukup baik dari seluruh kriteria parameter.



Gambar 4. 18 modul

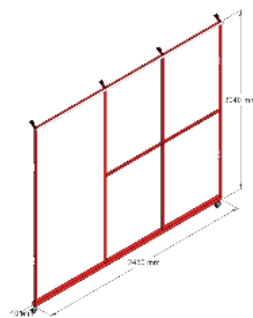
4.4 Hasil Rekomendasi



Gambar 4. 19 modul

Rekomendasi desain dibuat berdasarkan hasil dari perbandingan analisis alternatif desain dan komponennya. Perbandingan ini dilihat berdasarkan aspek-aspek dan kriteria *packability*. Desain akhir rekomendasi mayoritas menggunakan sistem dan komponen alternatif. A. Alternatif ini dipilih karena secara keringkasn lebih tipis dengan tebal 12 cm dibandingkan alternatif B dengan tebal 16cm. Rekomendasi desain menggunakan sistem lipat dan geser pada lipatan dan rangka komponen shelter.

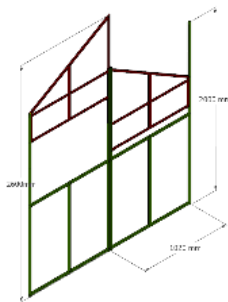
Dinding samping



Gambar 4. 20 Dinding Alternatif A

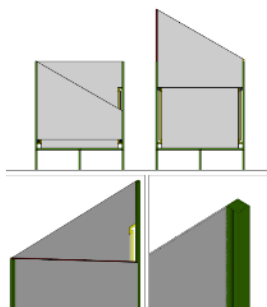
Dinding samping menggunakan alternative A dengan dimensi tebal 4 cm. Pada bagian atas terdapat sistem join menggunakan plat yang memiliki pin besi sebagai rel dan berfungsi sebagai sambungan dengan atap. Selain join, terdapat juga roll yang berfungsi sebagai penutup atap dan penutup pada saat kondisi shelter terlipat.

Sistem pintu lurus



Gambar 4. 21 Pintu Lurus Alternatif A

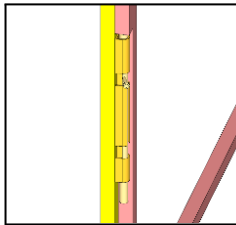
Pintu lurus menggunakan alternatif A dengan sistem *slide* yang masuk kedalam untuk rangka segitiganya. Sistem ini dipilih karena secara keringkasn, jauh lebih efisien. Selain efisien secara dimensi, sistem *slide* rangka segitiga yang sejajar dapat juga berfungsi mengangkat dan menahan rangka atap ketika dibuka.



Namun dari hasil analisis dan uji coba, alternatif ini memiliki kekurangan pada kriteria kemudahan ketika akan diangkat. Selain itu, karena sistem gesernya sejajar, ketika ditutup terdapat rongga pada bagian atas rangka yang tidak tertutup. hal ini berdampak kurang baik dari segi *packaging* nya.

Gambar 4. 22 Solusi Pintu Lurus

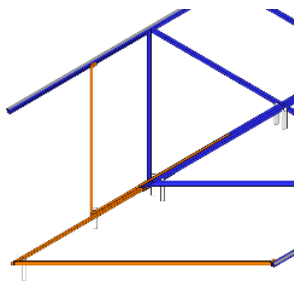
Sistem penguncian pintu miring



Sistem pintu miring menggunakan alternatif B. sistem ini dipilih karena secara keamanan lebih baik dibandingkan alternatif A. Sistem penguncian alternatif B lebih aman karena menggunakan selot yang mengunci kearah atas dan bawah.

Gambar 4. 4 Kunci Dinding Miring Alternatif B

Sistem lantai



Sistem pintu menggunakan alternatif A. sistem ini dipilih karena secara keringkasn legih tipis. Hal itu dikarenakan menggunakan sistem geser dimana rangka segitiga masuk kedalam rangka utamanya.

Dari hasil analisis dan ujicoba, sama seperti sistem dinding lurus, alternatif ini memiliki kekurangan pada kriteria kemudahan. Karena posisinya berada dibawah, untuk menariknya keluar sedikit lebih susah di bandingkan laternatif B yang menggunakan sistem lipat.

Gambar 4. 24 Lantai Alternatif A

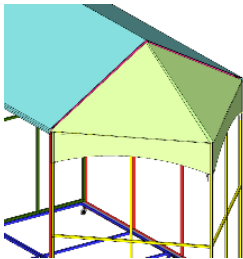
Sistem atap roll



Sistem atap menggunakan Alternatif A dengan sistem roll. Sistem ini dipilih karena secara keamanan jauh lebih baik karena selain penutup atap juga berfungsi sebagai penutup kemasan. Selain aman, sistem ini juga jauh lebih mudah karena sistem roll yang otomatis tertutup dan terbuka ketika rangka shelter ditarik untuk dibuka.

Gambar 4. 25 Sistem Atap Alternatif A

Sistem atap miring



Sistem ini cukup baik dari hasil analisis *packability*. Sistem ini cukup mudah untuk dipasang dan ringkas secara dimensi. Namun secara kekuatan belum dapat dipastikan karena sistem ini mengandalkan tegangan dari material tendanya sendiri ketika ditarik. Sistem ini juga belum dilakukan ujicoba secara 1:1 material dan konstruksinya.

Gambar 4. 26 Sistem Atap Segitiga

5. KESIMPULAN

(1) Apakah pengembangan desain SEB18.017 telah memenuhi kriteria efisiensi *packability*?

Setelah dilakukan analisis dan simulasi menggunakan 3d dan maket 1:2, pengembangan desain SEB 18.017 belum memenuhi seluruh aspek dan kriteria *packability* dari aspek penyimpanan, bongkar muat dan pengiriman. Dalam aspek penyimpanan, dimensi shelter sudah memenuhi standar dari UN yaitu tidak lebih dari 2m. Selain itu dari aspek kemudahan, shelter dapat diposisikan secara berdiri maupun ditumpuk. Dari aspek bongkar muat, pengembangan desain SEB 18.017 ini sudah memenuhi kriteria keringkasan tinggi shelter yaitu 2.16m. selain itu, shelter ini juga sudah memenuhi aspek kemudahan dimana untuk membongkarnya hanya diperlukan 2 orang dan sudah terdapat fitur roda dan gagang untuk mempermudah proses. Namun pengembangan desain SEB 18.017 belum dapat memenuhi kriteria keamanan untuk pengguna dan belum ada sistem penguncian pada saat terlipat. Dari aspek pengiriman, setelah dilakukan simulasi 3d shelter terhadap dimensi muatan hasilnya kurang baik. Shelter hanya dapat diangkut oleh 8 dari 11 muatan transportasi yang diuji dengan muatan yang kurang maksimal. Panjang shelter terlalu panjang untuk diangkut oleh motor, motor roda tiga dan pickup.

(2) Apa saja pengembangan yang perlu dilakukan pada simulasi desain SEB 18.017 untuk memenuhi *packability*?

Berdasarkan hasil analisis *packability* pengembangan desain SEB 18.017 sebelumnya, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan untuk perbaikan dan pengembangan lanjutan. Pertama adalah keringkasan dari tebal shelter dalam kondisi terlipat dan jumlah dari komponennya. Jumlah komponen dari pengembangan desain sebelumnya masih terlalu banyak dan secara lipatannya juga kurang ringkas. Shelter ini sudah memiliki fitur – fitur tambahan. Pengembangan dilakukan dengan menambahkan roda pada sisi lainnya menjadi total 4 buah. Setelah diuji coba dan dinilai, struktur panggung ternyata tidak menambah nilai kemudahan pada shelter dalam proses membuka atau membongkar. Struktur panggung justru mengurangi nilai kekakuan dan kekuatan struktur secara menyeluruh.

(3) Apa kelebihan dan kekurangan dari pengembangan desain berdasarkan ujicoba simulasi *packability*?

Dari hasil rekomendasi desain dan komponen komponen yang dipilih terdapat kelebihan dan kekurangan. Secara dimensi, hasil desain rekomendasi sudah memenuhi kriteria keringkasan dari aspek penyimpanan, bongkarmuat, dan pengiriman. Hal ini dikarenakan pengembangan desainnya didasarkan oleh temuan dimensi efektif dari simulasi dan ujicoba muatan transportasi, selain dimensi secara keseluruhan, dimensi tebal shelter pada saat posisi terlipat sudah baik dan ringkas. Hal ini dikarenakan perubahan sistem yang tadinya lipat dan harus menambah ketebalan menjadi sistem geser.

Dari aspek keamanan sudah terdapat sistem-sistem penguncian yang baik dan aman bagi pengguna saat menggunakan shelter dan melakukan proses bongkarmuat. Namun aspek keamanan terhadap cuaca dan benturan masih belum sepenuhnya terpenuhi. Dari seluruh sisi, baru sistem penutup atap shelter yang baik secara keamanan terhadap cuaca dan air. Sisanya belum dapat terpenuhi karena belum adanya pertimbangan desain material penutup shelternya.

6. DAFTAR PUSTAKA

Buku

Cruz, Paulo J. da Sousa (ed). 2013. Structures and Architecture: New concepts, applications and challenges. London: CRC Press, Taylor and Francis Group.

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2013). *Post-disaster shelter: Ten design*. Jenewa.

Shelter Design Catalogue. (2016). United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). Geneva: UNHCR Shelter and Settlement Section.

Schmidt, Robert. and S Austin. (2016). Adaptable Architecture: Theory and Practice. Routledge, Taylor & Francis Group.

Smith, Ryan. (2010). Prefab Architecture. A Guide to Modular Design and Construction

Stukhart, G. 1995. Construction Materials Management. Marcel Dekker inc. New York.

United Nations. (2004). *Tents: A guide to the use and logistics of family tents in humanitarian relief*.

Skripsi

Michelle F., Widjaja, P, and Gunawan, Y. 2018. Determining Factors of Packability's and Constructability's Efficiency on Pop-Up Disaster Emergency Shelter

Tanara, M, Gunawan, Y. dan Widjaja, P. 2021. Evaluasi Rancangan Prototipe Shelter Evakuasi Bencana berdasarkan Uji coba Constructability.

Jurnal

Mervis, Marni E. The Rise and Rise of Pop-Up Architecture. (Internet). Voxmedia. 2016. <http://www.curbed.com/2016/3/9/11180920/architecturehistory-temporarybanksy>

Internet

[Pop-up Definition & Meaning - Merriam-Webster Diakses pada 5 April 2025](#)