

**SKRIPSI 52**

**KAJIAN *CONSTRUCTABILITY* DESAIN PROTOTIPE  
*SHELTER* EVAKUASI BENCANA CAREDs**



**NAMA : JAGGRO JINGGA MUHAMMAD  
NPM : 6111801139**

**PEMBIMBING: YENNY GUNAWAN S.T.,M.A.**

**KO-PEMBIMBING: LYDIA FRANSISCA TJONG, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR  
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG  
2022**

**SKRIPSI 52**

***CONSTRUCTABILITY STUDY OF CAREDs DISASTER  
EVACUATION SHELTER PROTOTYPE DESIGN***



**NAMA : JAGGRO JINGGA MUHAMMAD  
NPM : 6111801139**

**PEMBIMBING: YENNY GUNAWAN S.T.,M.A.**

**KO-PEMBIMBING: LYDIA FRANSISCA TJONG, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR  
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-  
PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN  
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG  
2022**

**SKRIPSI 52**

**KAJIAN *CONSTRUCTABILITY* DESAIN PROTOTIPE  
*SHELTER* EVAKUASI BENCANA CAREDs**



**NAMA : JAGGRO JINGGA MUHAMMAD  
NPM : 6111801139**

**PEMBIMBING:**

**YENNY GUNAWAN S.T.,M.A.**

**KO-PEMBIMBING**

**LYDIA FRANSISCA TJONG, Ir., M.T.**

**PENGUJI :**

**DR. GIOSIA PELE WIDJAJA S.T, M.T.  
WULANI ENGGAR SARI S.T, M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR  
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG  
2022**

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI**  
*(Declaration of Authorship)*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jaggro Jingga Muhammad  
NPM : 6111801139  
Alamat : Jl. Aryawidura 5 no.3 Bogor Utara, Bogor. Jawa Barat 16152  
Judul Skripsi : Kajian Constructability Desain Prototipe Shelter Evakuasi  
Bencana CAREDs

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika dikemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplagarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 30 Juni 2022



Jaggro Jingga Muhammad

## Abstrak

# KAJIAN CONSTRUCTABILITY DESAIN PROTOTIPE SHELTER EVAKUASI BENCANA CAREDS

Oleh  
**Jaggro Jingga Muhammad**  
NPM: 6111801139

**Abstrak** - Lewat penelitian Mikhael Tanara tahun 2021 mengenai kelayakan bangun desain *emergency shelter* evakuasi darurat bencana pemenang sayembara CAREDS SEB18.017 telah dicapai tahap pendahuluan rancangan. Penelitian menggunakan metode uji coba eksperimen dan rancangan telah melewati 4 jenis uji coba menggunakan 5 alternatif desain dengan pola yang berbeda-beda. Uji coba tersebut diantaranya terdiri dari uji coba *foldability* dan keamanan (*Pop-up*); uji coba keringkasan (*pop-up*); uji coba kemudahan (Keterbangunan); dan uji coba kekakuan struktur (keterbangunan). Setelah masing-masing uji coba dilakukan didapatkan dari masing-masing uji coba alternatif desain paling baik yang berkontribusi kepada rancangan desain rekomendasi. Rancangan desain SEB18.017 dari penelitian Mikhael Tanara telah menciptakan rekomendasi desain konseptual *shelter* evakuasi darurat yang baik secara keringkasan (*pop-up*), kemudahan (*constructability*) dan juga aspek *foldabilitynya* (*pop-up*), namun belum sepenuhnya memenuhi standar keamanan (*pop-up*) dan juga kekakuan struktur (*constructability*). Permasalahan kekakuan dan keamanan dapat diselesaikan salah satunya dengan mengembangkan detail sambungan engsel dan detail sistem penguncian. Tujuan penelitian ini adalah melanjutkan

**Kata-kata kunci:** Shelter evakuasi, arsitektur *pop-up*, tanggap bencana, *constructability*.



**Abstract**

**DEVELOPMENT OF CAREDs 18.017**

**EMERGENCY POP-UP SHELTER DESIGN USING**

**CONSTRUCTABILITY TEST**

*by*  
**Jaggro Jingga Muhammad**  
**NPM: 6111801139**

*Abstract - Through Mikhael Tanara's research in 2021 regarding the feasibility of constructing an emergency shelter design for disaster emergency evacuation, the winner of the SEB18,017 CAREDs competition has reached the preliminary design stage. The study used the experimental trial method and the design had passed 4 types of trials using 5 alternative designs with different patterns. The trials consist of foldability and security (Pop-up) trials; conciseness test (pop-up); ease trial (Awakening); and structural stiffness test (recovery). After each trial is carried out, it is obtained from each trial the best design alternative that contributes to the design of the recommendation design. The SEB18,017 design from Mikhael Tanara's research has created a conceptual design recommendation for emergency evacuation shelters that is good in conciseness (pop-up), convenience (constructability) and also aspects of foldability (pop-up), but does not fully meet safety standards (pop-up). up) and also structural rigidity (constructability). One of the problems of rigidity and security can be solved by developing hinge connection details and locking system details. The purpose of this study is to continue the SEB18,017 design that has been developed by Mikhael Tanara in his research. Evaluation of the CAREDs SEB18,017 Disaster Evacuation Shelter Prototype Design based on testing the pop-up security aspect and the structural rigidity constructability aspect. Constructability research uses laboratory test methods to try alternative connection designs according to constructability rules and shelter standards.*

**Keywords:** *emergency evacuation shelter, pop-up architecture, disaster relief, constructability*





## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi ke pustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seizin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.





## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Yenny Gunawan S.T., M.A atas bimbingan selama proses penyusunan skripsi yang disertakan dengan diskusi, kontribusi dan masukan yang bermanfaat.
- Dosen ko-pembimbing, Ir Lydia Fransisca Tjong, M.T. atas masukan dan bimbingan bermanfaat yang diberikan.
- Dosen penguji, Wulani Enggar Sari, S.T., M.T. dan Dr. Giosia Pele Widjaja, S.T., M.T. atas masukan dan bimbingan yang diberikan.
- Pengawas workshop UNPAR, Pak Cuncun Priyatna dan Bu Christie untuk mengajarkan, membantu dan mengawasi penggunaan peralatan dan bahan dalam pembuatan prototipe maket shelter.
- Keluarga yang mendukung sepenuhnya baik dari mental dan fisik.
- Mitra penyusunan kelompok CAREDs SEB, Reynard Yulius atas kerja samanya dalam membangun objek uji coba SEB.
- Serta teman yang telah menemani, menyemangati dan memberi inspirasi selama pengerjaan Azka Zalfa Rahila, Aldrianta Adnan Pribadi, Jasmine Athayanissa, Ravi Kukuh, Azmi Hibatullah, Bunga Cinde Lamria, Ezra Bagus Tanasale, Raissa Christabel, Fili Alfina, Arbi Muhammad, Alvin Jonatahan, Athaya Hanin, Rayhan Naufal, Narendra Dipta, Aulia Wicaksono, Haidar Burhan, Imam Gitrif Yuniandri dan teman lain yang tidak dapat disebutkan seluruhnya tanpa mengurangi rasa hormat.

Bandung, Maret 2022



Jaggro Jingga Muhammad



## DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	.vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.7. Kerangka Penelitian.....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Definisi <i>Constructability</i> Dalam konteks Emergency Shelter.....	7
2.1.1. Constructability.....	7
2.1.2. Emergency Shelter.....	8
2.1.3. Constructability dalam Konteks Emergency Shelter.....	11
2.2. Kemudahan.....	14
2.2.1. Mudah Untuk diganti (Replaceable).....	14
2.2.2. Mudah dikonfigurasi menyesuaikan medan (Adjustable).....	15
2.2.3. Mudah untuk dicapai dan dibangun (Reachable).....	17
2.2.4. Parameter Kemudahan.....	18
2.3. Keringkasan.....	20
2.3.1. Kompak.....	20
2.3.2. Singkat.....	21
2.3.3. Parameter Keringkasan.....	21

2.4.	Kekuatan .....	22
2.4.1.	Kekakuan.....	23
2.4.2.	Parameter Kekuatan .....	24
2.5.	Keamanan.....	25
2.5.1.	Dapat dikunci (Lockable).....	25
2.5.2.	Parameter Keamanan.....	26
2.6.	Sistem Sambungan.....	26
2.6.1.	Sistem Lipat .....	27
2.6.2.	Sistem Geser.....	28
2.6.3.	Sistem Tarik .....	29
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>		<b>31</b>
3.1.	Jenis Penelitian.....	31
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.3.	Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.3.1.	Studi Pustaka.....	32
3.3.2.	Observasi Model 3 Dimensi Rekomendasi Desain .....	32
3.3.3.	Observasi Maket 1:2 Rekomendasi Desain.....	32
3.4.	Tahap Analisis Data.....	32
3.4.1.	Perancangan Alternatif SEB dengan Model 3D.....	33
3.4.2.	Percobaan Alternatif Menggunakan Maket Skala 1:2.....	33
3.5.	Tahap Uji Coba.....	33
3.5.1.	Tahap Uji Coba Komponen.....	33
3.5.2.	Tahap Uji Coba Sambungan Antar Komponen.....	33
3.5.3.	Tahap Uji Coba Keseluruhan Modul.....	33
3.6.	Tahap Penarikan Kesimpulan .....	33
<b>BAB 4 UJI COBA SAMBUNGAN.....</b>		<b>35</b>
4.1.	Analisis Sistem Perkomponen .....	35
4.1.1.	Komponen Dinding .....	36
4.1.2.	Komponen Pintu Lurus .....	40

4.1.3.	Komponen Pintu Miring .....	49
4.1.4.	Komponen Lantai.....	53
4.1.5.	Komponen Atap.....	60
4.1.6.	Komponen Atap Miring .....	65
4.2.	Uji Coba Sambungan Antar 2 Komponen .....	68
4.2.1.	Sistem Sambungan tanpa alternatif.....	70
4.2.2.	Sambungan Dinding dengan Lantai .....	74
4.2.3.	Sambungan Dinding dengan Atap .....	77
4.2.4.	Sambungan Pintu Lurus dengan Atap.....	79
4.2.5.	Sambungan Pintu Lurus dengan Pintu Lurus.....	82
4.2.6.	Sambungan Pintu Miring dengan Pintu Miring .....	84
4.2.7.	Sambungan Atap dengan Atap.....	86
4.3.	Modul.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1.	Modul A.....	88
4.3.2.	Modul B.....	91
4.3.3.	Perbandingan Uji Coba Modul .....	93
4.4.	Desain Rekomendasi.....	95
4.4.1.	Kemudahan dan Keringkasan .....	96
4.4.2.	Kekuatan dan Keamanan .....	101
<b>BAB 5 KESIMPULAN.....</b>		<b>104</b>
5.1.	Kesimpulan .....	104
5.2.	Saran .....	105
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>107</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>108</b>
DAFTAR PUSTAKA.....		19
LAMPIRAN.....		21

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Celah pada pertemuan atap dan dinding shelter **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 1. 2. Kelendutan pada panggung shelter emergency **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 1. 3. Kerangka Penelitian ..... 6

Gambar 2. 1. Ilustrasi perbedaan terminologi yang digunakan pada jenis shelter yang berbeda ..... 8

Gambar 2. 2. Humanihut unit ..... 12

Gambar 2. 3. Exploded view komponen dari Pallet Shelter ..... 15

Gambar 2. 4. perbandingan 4 preseden emergency shelter mengenai perbedaan lantai dan panggung ..... 17

Gambar 2. 5. Perbandingan tinggi orang dewasa dengan desain rekomendasi SEB 18.017 ..... 18

Gambar 2. 6. Swing latch ..... 25

Gambar 2. 7. Bolt Latch ..... 25

Gambar 2. 8. Spring Button ..... 26

Gambar 2. 9. Ilustrasi Sistem Sambungan ..... 27

Gambar 2. 10. Engsel Pagar ..... 28

Gambar 2. 11. Engsel Kupu-kupu ..... 28

Gambar 2. 12. Engsel Pivot ..... 28

Gambar 2. 13. Telescopic leg system ..... 29

Gambar 2. 14. Drawer Slides ..... 29

Gambar 2. 15. Stainless steel rigging tool ..... 29

Gambar 2. 16. Sketsa detail struktur tensile ..... 30

Gambar 2. 13. Telescopic leg system ..... 98

Gambar 4. 1. Penjabaran komponen *emergency shelter* ..... 35

Gambar 4. 2. Komponen dinding alternatif 1 ..... 36

Gambar 4. 3. Roda panggung yang dapat dikunci ..... 37

Gambar 4. 4. Komponen dinding alternatif 2 ..... 38

Gambar 4. 5. Komponen Pintu satu ..... 40



Gambar 4. 6. Foto uji coba alternatif pintu lurus 1 .....	41
Gambar 4. 7. Kondisi terbuka-tertutup komponen pintu .....	42
Gambar 4. 8. penjabaran detail sistem slide .....	42
Gambar 4. 9. Sistem kunci pintu 1 .....	43
Gambar 4. 10. Komponen Pintu Lurus Alternatif 2 .....	44
Gambar 4. 11. Foto Pintu Alternatif 2 Maket 1:2.....	45
Gambar 4. 12. Kondisi buka-tutup Pintu Alternatif 2.....	45
Gambar 4. 13. Penjabaran detail sistem slide Pintu Alternatif 2 .....	46
Gambar 4. 14. Kondisi kunci selot Pintu Alternatif 2 .....	46
Gambar 4. 15. Foto Sistem Kunci .....	47
Gambar 4. 16. Komponen Pintu Miring 1 .....	49
Gambar 4. 17. Komponen Pintu Miring 2 .....	50
Gambar 4. 18. Kunci komponen pintu miring alternatif 2.....	50
Gambar 4. 19. Komponen Lantai Alternatif 1 .....	53
Gambar 4. 20. Foto Komponen Geser Lantai Alternatif 1 .....	54
Gambar 4. 21. Buka-tutup Lantai Alternatif 1.....	54
Gambar 4. 22. Detail bidang segitiga pada lantai Alternatif 1.....	55
Gambar 4. 23. Komponen Lantai Alternatif 2.....	55
Gambar 4. 24. Foto Komponen Geser Lantai Alternatif 2 .....	56
Gambar 4. 25. Buka-tutup Lantai Alternatif 2.....	56
Gambar 4. 26. Detail segitiga pada bagian lantai alternatif 2.....	57
Gambar 4. 27. Komponen Atap Alternatif 1 .....	60
Gambar 4. 28. Foto Maket 1:2 Komponen Alternatif 1.....	61
Gambar 4. 29. Kondisi buka-tutup atap alternatif 1 .....	61
Gambar 4. 30. Detail sambungan Atap Alternatif 1 .....	62
Gambar 4. 31. Komponen dengan penutup roll dan tanpa penutu roll .....	62
Gambar 4. 32. Foto Komponen Atap Alternatif 2 dengan uji coba roll .....	63
Gambar 4. 33. komponen Atap Miring.....	66
Gambar 4. 34. Dokumentasi uji coba pengukuran membran atap miring. ....	66
Gambar 4. 35. Detail hook pada atap miring.....	67
Gambar 4. 36. Penjabaran sambungan antar 2 komponen.....	69
Gambar 4. 37. Sambungan Engsel Pagar dinding dan pintu miring .....	70
Gambar 4. 38. Sambungan Engsel Pagar Dinding dan Pintu Miring .....	70
Gambar 4. 39. Komponen Atap Miring.....	71

Gambar 4. 40. Detail pada Hook Tensile.....	72
Gambar 4. 41. Engsel kupu-kupu pada sambungan antar lantai .....	73
Gambar 4. 42. Foto Maket Sambungan pivot pada kaki panggung .....	73
Gambar 4. 43. 2 Modul Alternatif.....	88
Gambar 4. 44. Isometri Terurai Modul A .....	88
Gambar 4. 45. Dimensi Modul A.....	89
Gambar 4. 46. Proses Buka Tutup .....	89
Gambar 4. 47. Sistem kunci sudut menggunakan sekrup .....	90
Gambar 4. 48. Isometri terurai Modul B.....	91
Gambar 4. 49. Dimensi Modul B.....	92
Gambar 4. 50. Proses Buka Tutup .....	92
Gambar 4. 51. Foto Sistem Roll Otomatis.....	93
Gambar 4. 52. Dinding alternatif 2 .....	96
Gambar 4. 53. Pintu Lurus Alternatif 2 .....	96
Gambar 4. 54. Komponen bidang atap alternatif 2 .....	97
Gambar 4. 55. Atap miring .....	97
Gambar 4. 56. Sambungan dinding dengan atap.....	98
Gambar 4. 57. Sistem Kaki Panggung.....	98
Gambar 4. 58. Sambungan atap dengan pintu lurus alternatif 2 .....	99
Gambar 4. 59. Sistem Sekrup desain modul A .....	99
Gambar 4. 60. Sambungan pintu miring dengan pintu miring alternatif 2 .....	99
Gambar 4. 61. Sambungan lantai-dinding alternatif 2 .....	100
Gambar 4. 62. Modul B .....	100
Gambar 4. 63. Lantai Alternatif 1 .....	101
Gambar 4. 64. Kunci sambungan pintu lurus dengan pintu lurus Modul A .....	102
Gambar 4. 65. Modul B .....	103



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Standar dan Indikator Logistik.....	9
Tabel 2. 2. Parameter Kemudahan .....	18
Tabel 2. 3. Perbandingan waktu bangun preseden berbagai macam shelter .....	21
Tabel 2. 4. Parameter Keringkasan .....	21
Tabel 2. 5. Tabel Parameter kekuatan.....	24
Tabel 2. 6. Parameter keamanan .....	26
Tabel 3. 1. <i>timeline</i> penelitian.....	31
Tabel 4. 1. Perbandingan Uji Coba Dinding .....	38
Tabel 4. 2. Perbandingan Uji Coba Pintu Lurus .....	47
Tabel 4. 3. Perbandingan Uji Coba Pintu Miring .....	51
Tabel 4. 4. Perbandingan Uji Coba Lantai.....	57
Tabel 4. 5. Perbandingan Uji Coba Atap .....	63
Tabel 4. 6. Perbandingan Uji Coba Atap Miring .....	67
Tabel 4. 7. Perbandingan Sambungan Komponen Dinding-Lantai .....	74
Tabel 4. 8. Alternatif sambungan Komponen Dinding-Atap.....	77
Tabel 4. 9. Perbandingan Sambungan Komponen Dinding-Atap.....	77
Tabel 4. 10. Perbandingan Sambungan Komponen Atap – Pintu Lurus.....	79
Tabel 4. 11. Perbandingan Sambungan Komponen Atap-Pintu Lurus .....	80
Tabel 4. 12. Perbandingan Sambungan Antar Komponen Pintu Lurus .....	82
Tabel 4. 13. Perbandingan Sambungan antar Komponen Pintu Lurus .....	82
Tabel 4. 14. Perbandingan sambungan Antar Komponen Pintu Miring .....	84
Tabel 4. 15. Perbandingan Sambungan Antar Komponen Pintu Miring .....	84
Tabel 4. 16. Perbandingan sistem engsel dan kunci antar komponen atap .....	86
Tabel 4. 17. Perbandingan Sambungan Antar Komponen Atap .....	86
Tabel 4. 18. Perbandingan Uji Coba Antar Modul .....	93



## DAFTAR LAMPIRAN

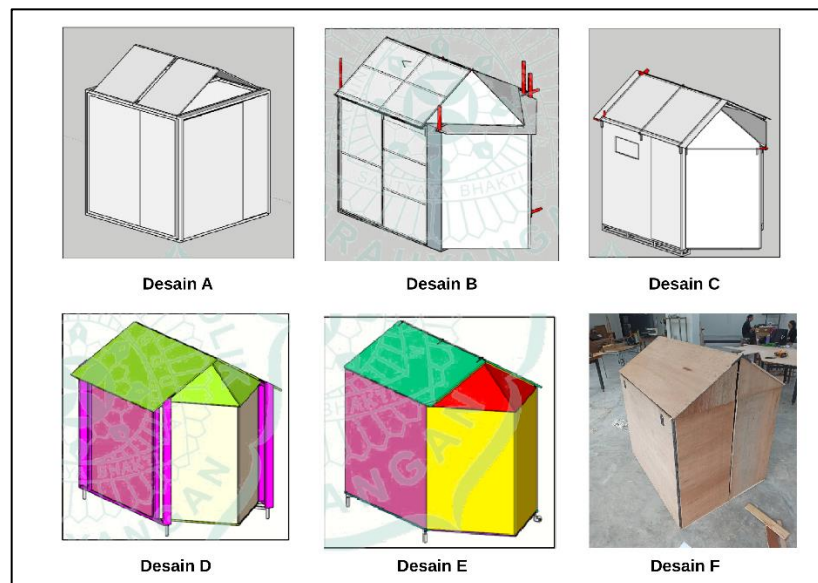


# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Lewat penelitian Mikhael Tanara tahun 2021 mengenai kelayakan bangun desain *emergency shelter* evakuasi darurat bencana pemenang sayembara CAREDs SEB18.017 telah dicapai tahap pendahuluan rancangan. Penelitian menggunakan metode uji coba eksperimen dan rancangan telah melewati 4 jenis uji coba menggunakan 5 alternatif desain dengan pola yang berbeda-beda. Uji coba tersebut diantaranya terdiri dari uji coba *foldability* dan keamanan (Pop-up); uji coba keringkasan (pop-up) ; uji coba kemudahan (Keterbangunan); dan uji coba kekakuan struktur (keterbangunan). Setelah masing-masing uji coba dilakukan didapatkan dari masing-masing uji coba alternatif desain paling baik yang berkontribusi kepada rancangan desain rekomendasi. Rekomendasi desain juga sifatnya evaluasi dari uji coba yang telah dilakukan yaitu bahwa beberapa aspek akhir desain tidak didapatkan mentah-mentah dari hasil uji coba.



Gambar 1. 1. Desain variasi Penelitian CAREDs18.017  
Sumber: Penelitian Mikhael Tanara (2021)

Uji coba yang pertama merupakan uji *foldability* dan keamanan yang membandingkan desain a dengan desain b secara simulasi 3 dimensi. Dari uji coba tersebut didapatkan keduanya telah memenuhi aspek *foldability* yang artinya sesuai dengan konsep arsitektur *pop-up*. Dari segi keamanan kedua desain telah memiliki kerapatan

pada dinding yang mengindikasikan keamanan dari segi privasi bagi pengguna dengan baik, namun atap pada kedua desain masih memiliki celah. Desain a masih memiliki celah pada atap dan desain b atapnya belum menutupi keseluruhan bidang. Celah tersebut selain tidak baik untuk keamanan secara privasi juga mempengaruhi keamanan dari iklim dan vektor. Dapat disimpulkan kedua desain belum memenuhi aspek keamanan dengan sempurna. Uji coba yang dilakukan antara kedua desain menggunakan simulasi 3D yang belum di uji coba lewat maket 1:1, diperlukan adanya evaluasi pelipatan pada detail untuk memastikan kelancaran *foldability* dan juga keamanan.

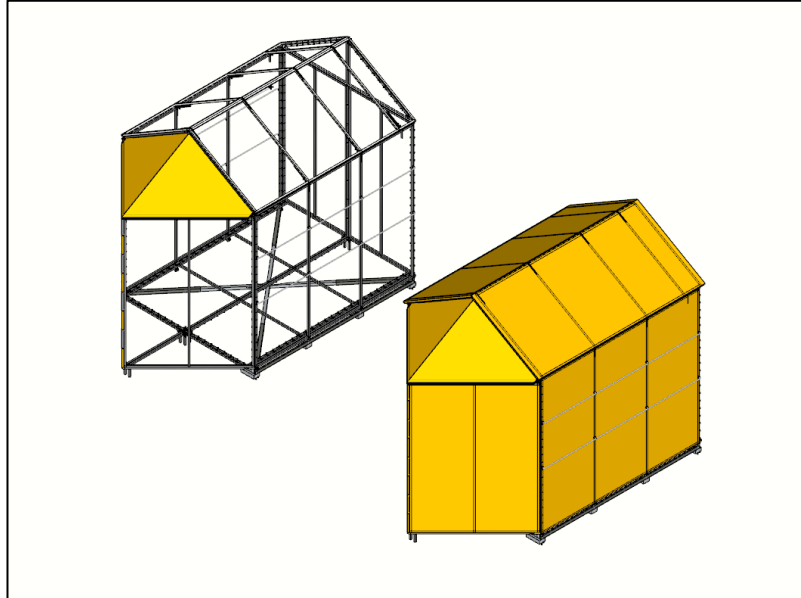
Uji Coba kedua merupakan uji coba keringkasan membandingkan alternatif desain c, d dan e secara simulasi 3 dimensi. Karena uji coba termasuk lingkup uji coba *pop-up* aspek *foldability* masih dibahas di masing-masing desain alternatif. Kriteria keringkasan dibahas dengan menghitung seberapa banyak lapisan bidang dan tahapan yang dibutuhkan untuk membuka unit shelter. Semakin sedikit jumlah lapis dan lipatan maka desain menjadi semakin ringkas. Desain c memiliki 14 lapis, desain d memiliki 12 lapis, dan desain e memiliki 8 lapis, maka itu dipilih alternatif desain e sebagai alternatif yang paling ringkas. Keringkasan pada desain e dicapai dengan menambahkan struktur gunting pada bagian panggung sehingga lipatan panggung yang tadinya harus dibuka secara satu-persatu menjadi terbuka secara serempak dan berdiri diatas sistem gunting. Karena uji coba masih dilakukan secara konseptual 3 dimensi, masih diperlukan adanya uji coba terhadap kelancaran buka tutup sistem gunting dan keefektifannya pada maket.

Uji Coba ketiga merupakan uji coba kemudahan yang membandingkan desain c, d dan e dengan metode uji coba model simulasi 3 dimensi. Kriteria kemudahan dihitung dengan menghitung titik dorong dan jangkauan manusia terhadap atap, dan bagaimana konstruksi panggung dapat dengan lebih mudah dibuka. Dari bagian atap desain d dan e memiliki kemudahan yang lebih baik karena hanya memiliki 1 titik dorong dengan jangkauan 2.8m. Kemudahan pada bagian panggung dipilih desain e karena struktur panggung diberi roda pada satu sisinya membuat unit shelter lebih lancar untuk dibuka.

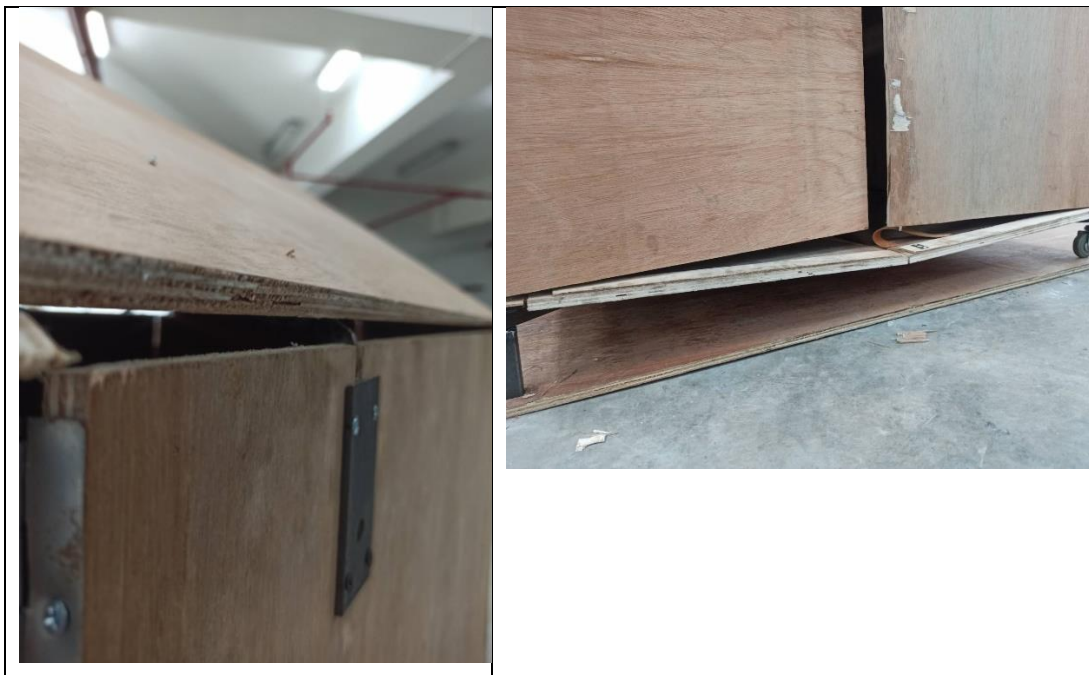
Uji coba terakhir merupakan uji coba kekakuan struktur (keterbangunan) yang membandingkan desain alternatif e dan f. Uji coba ini dilakukan dengan bantuan maket 1:2. Perbedaan antara kedua desain adalah desain e adalah tanpa panggung dan f menggunakan panggung. Hasil uji coba menunjukkan bahwa pada kedua desain mekanisme penguncian atap tidak bisa bertahan dengan sendirinya. Desain dengan panggung menjadi tidak stabil akibat tidak ada penahanan selain pada bagian sistem



gunting atau silang. Terdapat lendutan pada maket yang menunjukkan dibutuhkannya sistem kaki-kaki tambahan.



Gambar 1. 2. Desain Rekomendasi SEB  
Sumber:Penelitian Mikhael Tanara (2021)



Gambar 1. 3. Celah pada pertemuan atap dan dinding shelter, juga kelendutan pada lantai.  
Sumber : Mikhael Tanara, 2021

Belum ada kajian yang membahas lebih dalam mengenai detail sambungan pada rancangan SEB18.017 dari desain rekomendasi penelitian Mikhael Tanara (2021). Dari

uji coba yang telah dilakukan aspek keamanan dan kekakuan struktur masih memiliki beberapa kekurangan. Dari desain alternatif yang diuji, a dan b masih terdapat ketidakrapatan yang membuatnya belum memenuhi syarat keamanan dari segi privasi pengguna dan juga iklim. Kerapatan pada bidang-bidang shelter dapat dicapai dengan mengembangkan detail engsel yang digunakan sehingga tidak terdapat celah. Dari segi keamanan juga belum dibahas secara mendalam mengenai keamanan pada tahap pembangunan yang menyangkut bagaimana bidang bergerak saat unit shelter dibuka. Engsel harus dibuat supaya tidak jatuh dan menimbulkan potensi kecelakaan pada saat proses pembukaan unit. Dari aspek kekakuan struktur masih terdapat ketidakstabilan pada sistem panggung dan juga diperlukan pengembangan terhadap sistem penguncian atap. Kedua permasalahan tersebut dapat mengacu pada bagaimana detail sambungan diterapkan. Sistem penguncian engsel pada tempatnya membuat kekakuan struktur menjadi lebih baik walaupun menggunakan sistem panggung. Begitu pula pada sistem penguncian atap.

Permasalahan kekakuan struktur dan keamanan dapat mengacu pada aspek *constructability* yang membahas mendalam mengenai integrasi antara berbagai macam aspek bangun dari sebuah shelter evakuasi bencana (SEB). *Constructability* menjadi penting karena dengan membuat desain yang integratif antara komponennya dapat menciptakan struktur SEB yang lebih kaku dan aman bagi penggunaannya dalam proses buka-tutup. Selain kekuatan struktur dan keamanan, kemudahan dan keringkasan menjadi satu hal yang penting karena *constructability* juga membahas mengenai bagaimana sebuah modul dapat dibangun dengan cara yang sederhana, keterbangunan adalah kemampuan sebuah bangunan untuk dapat dibangun, maka dalam konteks SEB pengguna atau korban terdampak bencana atau siapapun kalangan dapat membangun modul dengan ringkas dan mudah.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Rancangan desain SEB18.017 dari penelitian Mikhael Tanara telah menciptakan rekomendasi desain konseptual *shelter* evakuasi darurat yang baik secara keringkasan (*pop-up*), kemudahan (*constructability*) dan juga aspek *foldabilitynya* (*pop-up*), namun belum sepenuhnya memenuhi standar keamanan (*pop-up*) dan juga kekakuan struktur (*constructability*). Permasalahan kekakuan dan keamanan dapat diselesaikan salah satunya dengan mengembangkan detail sambungan engsel dan detail sistem penguncian. Diperlukan analisis mendalam terhadap pergerakan, penguncian dan kerapatan dari

masing-masing sambungan yang terdapat pada *shelter* evakuasi darurat untuk meningkatkan nilai keterbangunannya.

### 1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan sebelumnya, muncul beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- Bagaimana desain rancangan SEB18.017 dapat dikembangkan lewat detail sambungan untuk meningkatkan aspek *constructability*?
- Komponen apa saja yang perlu dirubah untuk meningkatkan aspek kemudahan, keamanan, keringkasan dan kekuatan?
- Bagai cara menyeimbangkan antara aspek kekuatan dan keamanan dengan kemudahan dan keringkasan?

### 1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- Meneliti dan mempelajari mengenai aspek *constructability* dari shelter evakuasi bencana lewat detail literatur dan uji coba
- Mengembangkan desain SEB 18.017 lewat uji coba untuk menciptakan desain rekomendasi yang ideal dan memenuhi aspek *constructability*

### 1.5. Manfaat Penelitian

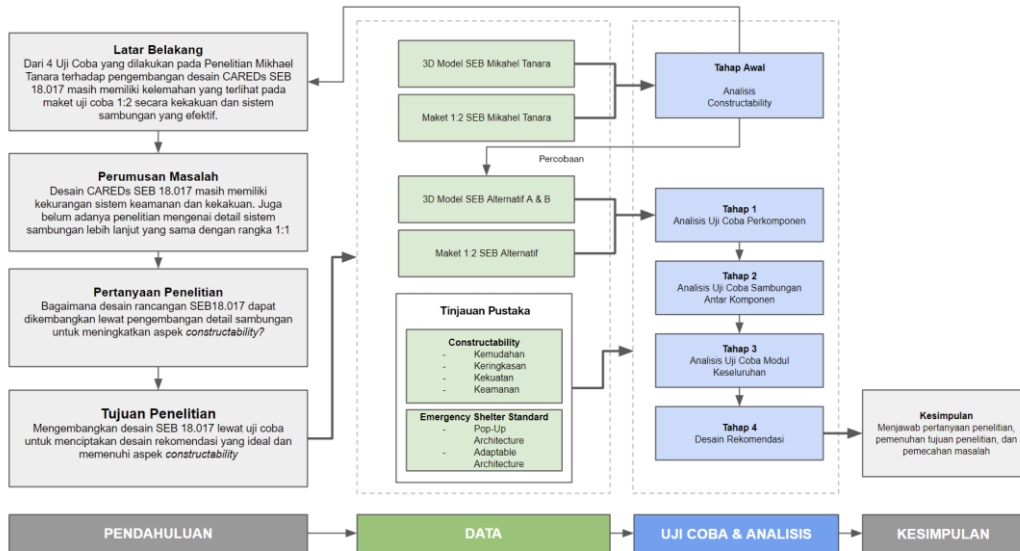
Penelitian ini bermanfaat untuk membuat rancangan *shelter pop-up* evakuasi darurat yang siap dan layak untuk dikembangkan ke tahap fabrikasi dan digunakan di lapangan. Menambah pengetahuan mengenai pengembangan detail sambungan *shelter* evakuasi darurat *pop-up*.

### 1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1. Lingkup pembahasan penelitian adalah keamanan sebagai aspek arsitektur *pop-up* . Keamanan dari iklim, keamanan privasi pengguna, dan keamanan saat proses pembangunan terhadap pengguna.
2. Lingkup pembahasan penelitian adalah kekakuan struktur sebagai aspek *constructability* dalam detail sambungan.

## 1.7. Kerangka Penelitian



Gambar 1. 4. Kerangka Penelitian