

SKRIPSI 42

**FAKTOR-FAKTOR PENENTU EFISIENSI
PACKABILITY DAN CONSTRUCTABILITY
PADA RANCANGAN SHELTER DARURAT
BENCANA BERTEKNOLOGI POP-UP**



**NAMA: FELICIA MICHELLE
NPM: 2013420081**

PEMBIMBING: DR. GIOSIA PELE WIDJAJA, ST., MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
Akreditasi Berdasarkan Keputusan Mendikbud No.78/D/O/1997
dan BAN Perguruan Tinggi No : 429/BAN-PT/Akred/S/XI/2014**

BANDUNG

No. Kode	: ARS- ARKO MIC F/13 2017
Tanggal	: 24 Oktober 2017
No. ind.	: 5898-FTA/Skp 34671
Dit. di	:
Madah / Dan	:
Dari	: Fakultas Teknik

SKRIPSI 42

**FAKTOR-FAKTOR PENENTU EFISIENSI
PACKABILITY DAN *CONSTRUCTABILITY*
PADA RANCANGAN *SHELTER* DARURAT
BENCANA BERTEKNOLOGI *POP-UP***



**NAMA: FELICIA MICHELLE
NPM: 2013420081**

PEMBIMBING:

DR. GIOSIA PELE WIDJAJA, ST., MT.

PENGUJI:

**DR. IR. Y. KARYADI KUSLIANSJAH, MT.
YENNY GUNAWAN, ST., MA.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
Akreditasi Berdasarkan Keputusan Mendikbud No.78/D/O/1997
dan BAN Perguruan Tinggi No : 429/BAN-PT/Akred/S/XI/2014**

**BANDUNG
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Felicia Michelle
NPM : 2013420081
Alamat : Johar Golf Raya no. 6 Pantai Indah Kapuk, Jakarta
Judul Skripsi : Faktor-Faktor Penentu Efisiensi *Packability* dan *Constructability*
pada Rancangan *Shelter* Darurat Bencana Berteknologi *Pop-Up*

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.
3. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian *Emergency Shelter* di *Centre for Adaptation and Resilience Environmental Design Studies (CAREDS)* LPPM UNPAR. Instrumen penelitian yang dikembangkan bersama, data, dan hasil penelitian ini dapat dipergunakan bagi kepentingan penelitian *Emergency Shelter* yang dimaksud.

Bandung, Mei 2017



Felicia Michelle

Abstrak

FAKTOR-FAKTOR PENENTU EFISIENSI *PACKABILITY* DAN *CONSTRUCTABILITY* PADA RANCANGAN *SHELTER* DARURAT BENCANA BERTEKNOLOGI *POP-UP*

Oleh
Felicia Michelle
NPM: 2013420081

Negara Indonesia terletak pada kawasan Cincin Api Pasifik dan pertemuan tiga lempeng aktif sehingga menjadi negara yang rawan bencana alam. Tingkat kerentanan dan seringnya terjadi bencana alam di Indonesia menyebabkan tingginya kebutuhan akan shelter darurat (*Emergency Shelter*) yang merupakan salah satu fasilitas vital dalam rangka penanggulangan bencana. Selain harus memenuhi seluruh persyaratan dan standar teknis yang berlaku, shelter darurat bencana pun harus memenuhi kriteria efisiensi antara lain dalam aspek *packability* dan *constructability*.

Penelitian ini memfokuskan pada kajian tentang *shelter* darurat yang menggunakan teknologi *pop-up* mengingat pentingnya kecepatan pengadaan pada masa tanggap darurat bencana. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi rancangan *emergency shelter* yang paling efisien dan mengidentifikasi faktor-faktor penentu efisiensi pada rancangan shelter tersebut, terkait aspek *packability* dan *constructability*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisa deskriptif komparatif terhadap 14 jenis *shelter* berteknologi *pop-up* yang dipilih berdasarkan keberagaman tipe, rancangan bentuk, sistem struktur, metoda membangun, dan penggunaannya. Variabel efisiensi yang dibahas terkait pada waktu dan tenaga yang dibutuhkan selama proses pengiriman, pembangunan, dan penyimpanan shelter.

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa terdapat sepuluh tipe *shelter* darurat yang terdiri atas rancangan bentuk tenda, kontainer, kombinasi, dan atap segitiga; sistem konstruksi bongkar-pasang, lipat, pneumatik, dan hidrolik; tenaga manusia, mesin, dan komputer, serta shelter individual, keluarga, dan komunal.

Penelitian ini juga menemukan bahwa nilai efisiensi *packability* yang paling tinggi terdapat pada tipe tenda keluarga dengan sistem bongkar pasang, sedangkan rancangan bentuk kontainer dengan sistem hidrolik dan tenaga mesin memiliki nilai efisiensi *packability* yang paling rendah. Nilai efisiensi *constructability* yang paling tinggi dicapai oleh rancangan bentuk kontainer dengan sistem hidrolik dan metoda komputer, sedangkan rancangan bentuk tenda komunal dengan sistem bongkar pasang memiliki nilai efisiensi *constructability* yang paling rendah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tipologi rancangan bentuk dan tipologi pengguna tidak menentukan tingkat efisiensi, baik pada tahap *packability* maupun pada tahap *constructability*, sedangkan tipologi sistem struktur dan metoda membangun mempengaruhi tingkat efisiensi tahap *constructability*, namun tidak menentukan tingkat efisiensi pada tahap *packability*.

Faktor-faktor penentu tingginya tingkat efisiensi *packability* pada *pop-up shelter* adalah kemasan yang sebaiknya memiliki permukaan datar dan kaku serta penggunaan material agar dapat ditumpuk selama penyimpanan, kemasan shelter sebaiknya memiliki roda untuk mempermudah proses bongkar-muat, dan dimensi kemasan yang memiliki fleksibilitas moda transportasi. Faktor-faktor penentu tingginya tingkat efisiensi *constructability* pada *pop-up shelter* adalah penggunaan rancangan sistem yang menjadi satu kesatuan antara kemasan dan struktur shelter, meminimalkan jumlah dan jenis komponen dengan menggunakan sistem konstruksi lipat, pneumatik, atau hidrolik, serta memanfaatkan kemajuan teknologi komputerisasi untuk menghemat tenaga dan waktu konstruksi.

Kata-kata kunci: *shelter* darurat bencana, teknologi *pop-up*, efisiensi, *packability*, *constructability*.

Abstract

EFFICIENCY FACTORS OF PACKABILITY AND CONSTRUCTABILITY ON EMERGENCY SHELTER DESIGN WITH POP-UP TECHNOLOGY

by
Felicia Michelle
NPM: 2013420081

Indonesia becomes a disaster-prone country because it was located in the Ring of Fire area and lies at the meeting of three active plates. The high level of disaster in Indonesia has caused a high demand for emergency shelter, which is one of the vital facilities in the disaster management. Besides fulfill all the applicable requirements and technical standards, emergency shelter has also needed to fulfill the efficient aspects in the phase of packability and constructability

This research focused on the study of emergency shelter with pop-up technology, considering the importance of procurement speed at the time before or during the emergency response period. The objective of this research is to identify the most efficient emergency shelter design and to identify the determinants factors of the efficiency, related to constructability and packability. The method used in this study is comparative descriptive analysis on 14 types of pop-up shelter selected by design diversity of design form, system structure, method of building, and its users. The efficiency discussed relates to the time and effort required during the shelter's delivery, construction, and storage activities.

This research found that there are ten types of emergency shelter, consist design form of tent, container, combination, and triangle roof; system structure of knock-down, folding, pneumatic, and hydraulic; human power, engine power, and computerize; also individual, family, and communal shelter.

This research also found that the highest efficiency value of packability achieved by family tent with knock-down system, while the container form with hydraulic system and engine power has the lowest efficiency value of packability. The highest efficiency value of constructability achieved by container form with computerize hydraulic system, while communal tent with knock-down system has the lowest efficiency value of constructability. Therefore, it can be concluded that the typology of design form and its users do not determine the level of efficiency, either in the phase of packability or constructability. The typology of system structure and methods of building affect the efficiency level of the constructability phase, but do not determine the efficiency level in the packability phase.

Factors that determine the high level of efficiency in the packability phase are shelter packaging should have a flat and rigid surface and using materials that can be stacked when it stored, shelter packaging should have a wheels to ease the loading and unloading process, lastly, packaging dimension should have flexibility modes of transportation. Factors that determine the high level of efficiency in the constructability phase are shelter should using the one piece system of shelter's package and structures, minimize the number and types of components by using the folding, pneumatic, or hydraulic system, lastly, utilizing technological advances to save the time and effort of construction.

Keywords: *emergency shelter, pop-up technology, efficiency, packability, 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 kepustakaan 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 kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini membahas mengenai faktor-faktor efisiensi rancangan shelter darurat bencana berteknologi *pop-up shelter* yang ditinjau dari aspek *packability* dan *constructability*.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan bantuan seluruh pihak yang telah berpartisipasi dalam membantu menyusun laporan ini. Ucapan terima kasih penulis ucapkan khususnya untuk :

1. **Dr. Giosia Pele Widjaja, ST., MT.**, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan saran, bimbingan, nasihat, serta ilmu-ilmu yang berharga selama proses pembuatan skripsi.
2. **Dr. Ir. Y. Karyadi Kusliansjah, MT. dan Yenny Gunawan, ST., MA**, selaku dosen penguji yang telah memberi banyak masukan berharga untuk menyempurnakan tulisan penulis.
3. **Badan Penanggulangan Bencana (BNPB)**, selaku narasumber yang memberikan segala informasi yang dibutuhkan penulis.
4. **Vendor-vendor: Qube Tents, Life Cube, CMAX Systems, Suricatta Systems, Daiwa Lease, Humanihut, Berg Co., Ten Fold Engineering, RDSS, Maddel Shelter, Barberio Colella Arc, dan Aliner**, selaku narasumber yang telah berkontribusi dengan memberikan informasi-informasi yang dibutuhkan penulis.
5. **Kedua orang tua**, adik, dan keluarga besar yang selalu memberi pengertian, dukungan dan semangat kepada penulis.
6. **Teman-teman**, yang tak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan mendukung penulis selama proses penulisan skripsi ini.

Penulis menerima kritik dan saran yang membangun agar menjadi masukan yang berguna bagi penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan mengharapkan hasil yang telah dicapai dan dirangkum dalam laporan ini dapat berguna bagi proses pembelajaran yang akan datang.

Bandung, Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
<i>Abstract</i>	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR DIAGRAM.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian.....	9
1.2.1 Rumusan Masalah.....	9
1.2.2 Pertanyaan Penelitian.....	9
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	9
1.3.1 Tujuan Penelitian.....	9
1.3.2 Manfaat Penelitian.....	9
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	10
1.5 Sistematika Pembahasan Laporan.....	10

BAB II. KAJIAN *SHELTER* DARURAT BENCANA

2.1 Situasi dan Sistem Manajemen Bencana.....	13
2.1.1 Pengertian dan Jenis Bencana.....	13
2.1.2 Kegiatan Penanggulangan Bencana.....	14
2.2 Bangunan Tempat Evakuasi Sementara (TES).....	15
2.2.1 Pengertian dan Konsepsi Bangunan TES.....	15
2.2.2 Peralatan dan Perlengkapan Bangunan TES.....	18
2.2.3 Peraturan Terkait Bangunan TES.....	19
2.3 Tipologi Bangunan TES.....	27
2.3.1 Tipologi Bangunan TES Berdasarkan Lokasi Dibangunnya.....	28
2.3.2 Tipologi Bangunan TES Berdasarkan Fungsinya.....	29
2.3.3 Pop-up Shelter.....	30

2.4 Teori Efisiensi.....	31
2.5 Kerangka Teoritik.....	32
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Prosedur Penelitian.....	33
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	35
3.2.1 Kebutuhan Data.....	35
3.2.2 Skenario Pengumpulan Data.....	36
3.2.3 Instrumen Pengumpulan Data.....	37
3.3 Metode Analisa Data.....	38
3.3.1 Prosedur Analisa.....	38
3.3.2 Metoda Analisa.....	39
3.4 Jadwal Pelaksanaan.....	40
BAB IV. TIPOLOGI RANCANGAN <i>SHELTER</i> DARURAT BENCANA	
4.1 Deskripsi Kasus-Kasus.....	41
4.2 Analisa Tipologi.....	69
4.3 Temuan.....	74
BAB V. EFISIENSI <i>PACKABILITY</i> PADA <i>SHELTER</i> DARURAT BENCANA	
5.1 Analisa Penyimpanan.....	81
5.2 Analisa Bongkar-Muat.....	85
5.3 Analisa Pengiriman.....	89
5.4 Temuan.....	95
BAB VI. EFISIENSI <i>CONSTRUCTABILITY</i> PADA <i>SHELTER</i> DARURAT BENCANA	
6.1 Analisa <i>Unpack</i> & Instalasi.....	99
6.2 Analisa Pembongkaran & <i>Packing</i>	104
6.3 Temuan.....	106
BAB VII. PERBANDINGAN EFISIENSI <i>PACKABILITY</i> DAN <i>CONSTRUCTABILITY</i>	
7.1 Analisa Hubungan Efisiensi dan Tipologi Shelter.....	109
7.2 Temuan.....	120
BAB VIII. PENUTUP	
8.1 Kesimpulan.....	121
8.2 Saran.....	123

GLOSARIUM.....	125
DAFTAR PUSTAKA.....	129
LAMPIRAN.....	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kondisi Geografis Indonesia	1
Gambar 1.2	Peta Lokasi Kejadian Bencana	2
Gambar 1.3	Peta Lokasi Rumah Rusak Berat Akibat Bencana	2
Gambar 1.4	Peta Lokasi Rumah Rusak Ringan Akibat Bencana	2
Gambar 1.5	Jenis Tempat Penampungan Sementara BNPB	4
Gambar 1.6	Tempat Evakuasi Sementara BNPB	5
Gambar 1.7	Tenda Pengungsi di Toraja Ambruk	7
Gambar 1.8	Tenda dengan Genangan Air	8
Gambar 2.1	Tipe Shelter Berdasarkan Fase Penggunaannya	17
Gambar 4.1	Konfigurasi <i>Qube Tents</i>	41
Gambar 4.2	<i>Qube Tents</i>	41
Gambar 4.3	Kelengkapan <i>Qube Tents</i>	43
Gambar 4.4	Tenda Keluarga BNPB	43
Gambar 4.5	Tenda Pengungsi BNPB	44
Gambar 4.6	Penyimpanan Tenda Pengungsi BNPB	45
Gambar 4.7	<i>Life Cube</i>	47
Gambar 4.8	Interior dan Konfigurasi <i>Life Cube</i>	48
Gambar 4.9	Moda Pengiriman <i>Life Cube</i>	49
Gambar 4.10	EDV 01	49
Gambar 4.11	Sistem Fungsional EDV 01	49
Gambar 4.12	Sistem Mandiri EDV 01	50
Gambar 4.13	Humanihut	51
Gambar 4.14	Interior dan Sanitasi Humanihut	52
Gambar 4.15	Konfigurasi Humanihut	52
Gambar 4.16	E2S2	53
Gambar 4.17	Moda Pengiriman E2S2	53
Gambar 4.18	Penyusunan dan Interior E2S2	53
Gambar 4.19	Fasilitas E2S2	55
Gambar 4.20	<i>Ten Fold</i>	56
Gambar 4.21	Sistem Struktur <i>Ten Fold</i>	56
Gambar 4.22	Konfigurasi <i>Ten Fold</i>	58

Gambar 4.23	RDSS	59
Gambar 4.24	Suri	60
Gambar 4.25	Moda Pengiriman Suri	61
Gambar 4.26	Konfigurasi Suri	61
Gambar 4.27	CMAX	63
Gambar 4.28	Interior CMAX	63
Gambar 4.29	Pengiriman CMAX	63
Gambar 4.30	Konfigurasi CMAX	64
Gambar 4.31	Denah dan Interior <i>Just a Minute</i>	65
Gambar 4.32	Konfigurasi M2 Maddel Shelter	66
Gambar 4.33	Aliner Ranger 15	68
Gambar 4.34	Peralatan Membangun Tenda	71
Gambar 4.35	Ruang Mesin pada E2S2	71
Gambar 4.36	Alat Kendali RDSS	72
Gambar 4.37	Sistem Konfigurasi Suri	73
Gambar 4.38	Shelter dengan Tipologi Rancangan Bentuk Tenda	74
Gambar 4.39	Shelter dengan Tipologi Rancangan Bentuk Kontainer	74
Gambar 4.40	Shelter dengan Tipologi Rancangan Bentuk Kombinasi	75
Gambar 4.41	Shelter dengan Tipologi Rancangan Bentuk Atap Segitiga	75
Gambar 4.42	Shelter dengan Tipologi Sistem Konstruksi Bongkar-Pasang	75
Gambar 4.43	Shelter dengan Tipologi Sistem Konstruksi Lipat	76
Gambar 4.44	Shelter dengan Sistem Konstruksi Pneumatik	76
Gambar 4.45	Shelter dengan Tipologi Sistem Konstruksi Hidrolik	76
Gambar 4.46	Shelter dengan Tenaga Manusia Tanpa Bantuan Alat	77
Gambar 4.47	Shelter dengan Tenaga Manusia dan Bantuan Alat	77
Gambar 4.48	Shelter dengan Tenaga Mesin	77
Gambar 4.49	Shelter dengan Tenaga Komputer	77
Gambar 4.50	Shelter dengan Tipologi Shelter Keluarga	78
Gambar 4.51	Shelter dengan Tipologi Shelter Komunal	78
Gambar 4.52	Tipologi Pop-up Shelter	79
Gambar 5.1	Penyimpanan Shelter Tipe Tenda yang Dapat Ditumpuk	82
Gambar 5.2	Penyimpanan Shelter Tipe Tenda yang Dapat Ditumpuk	82
Gambar 5.3	Penyimpanan Shelter Tipe Kontainer yang Dapat Ditumpuk	83
Gambar 5.4	Penyimpanan Shelter yang Tidak Dapat Ditumpuk	83

Gambar 5.5	Alat Pengangkut Kontainer	85
Gambar 5.6	Proses Bongkar Muat <i>Ten Fold</i>	86
Gambar 5.7	Gambar Kemasan Shelter Tanpa Roda	87
Gambar 5.8	Kemasan Shelter Dengan Roda	88
Gambar 5.9	Ukuran Muatan Truk <i>Pick-up</i>	89
Gambar 5.10	Simulasi Pengiriman Menggunakan Truk <i>Pick-up</i>	89
Gambar 5.11	Ukuran Muatan Kontainer	90
Gambar 5.12	Simulasi Pengiriman Menggunakan Truk Kontainer	90
Gambar 5.13	Ukuran Muatan Pesawat Hercules	91
Gambar 5.14	Ukuran Muatan Helikopter MI-171	92
Gambar 5.15	Simulasi Pengiriman Menggunakan Helikopter	92
Gambar 5.16	Shelter yang Dapat Diangkut Seluruh Moda Transportasi	93
Gambar 5.17	Shelter yang Tidak Dapat Diangkut Menggunakan Van	93
Gambar 5.18	Shelter yang Tidak Dapat Diangkut Menggunakan Helikopter	94
Gambar 6.1	Komponen Tenda Pengungsi BNPB	100
Gambar 6.2	Aksonometri Suri	101
Gambar 6.3	Akaonometri <i>Ten Fold</i>	103
Gambar 6.4	Metoda Konstruksi Humanihut	103
Gambar 7.1	Perbandingan Efisiensi <i>Packability</i> dan <i>Constructability</i>	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jumlah dan Jenis Bencana Tahun 2016	3
Tabel 2.1	Standar Internasional Penampungan	23
Tabel 2.2	Standar Ketahanan Bencana Penampungan	26
Tabel 3.1	Jadwal Pelaksanaan Pengumpulan Data	39
Tabel 4.1	Simulasi Instalasi <i>Qube Tents</i>	42
Tabel 4.2	Simulasi Instalasi Tenda Keluarga BNPB	43
Tabel 4.3	Simulasi Instalasi Tenda Pengungsi BNPB	45
Tabel 4.4	Simulasi Instalasi <i>Life Cube</i>	47
Tabel 4.5	Simulasi Instalasi EDV 01	50
Tabel 4.6	Simulasi Instalasi Humanihut	51
Tabel 4.7	Simulasi Instalasi E2S2	54
Tabel 4.8	Simulasi Instalasi <i>Ten Fold</i>	57
Tabel 4.9	Simulasi Instalasi RDSS	59
Tabel 4.10	Simulasi Instalasi Suri	61
Tabel 4.11	Simulasi Instalasi CMAX	64
Tabel 4.12	Simulasi Instalasi <i>Just a Minute</i>	65
Tabel 4.13	Simulasi Instalasi M2 Maddel Shelter	66
Tabel 4.14	Simulasi Instalasi Aliner	68
Tabel 5.1	Perbandingan Dimensi Kemasan dan Shelter	84
Tabel 5.2	Perbandingan Efisiensi <i>Packability</i>	96
Tabel 6.1	Perbandingan Efisiensi <i>Constructability</i>	107

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 1.1	Persentase Bencana Sampai Tahun 2016	2
Diagram 1.2	Statistik Bencana di Indonesia per Tahun 2016	3
Diagram 2.1	Proses Penanggulangan Bencana	14
Diagram 5.1	Tingkat Efisiensi <i>Packability</i>	97
Diagram 6.1	Tingkat Efisiensi <i>Constructability</i>	108
Diagram 7.1	Tingkat Efisiensi <i>Qube Tents</i>	109
Diagram 7.2	Tingkat Efisiensi Tenda Keluarga BNPB	110
Diagram 7.3	Tingkat Efisiensi Tenda Pengungsi BNPB	110
Diagram 7.4	Tingkat Efisiensi <i>Life Cube</i>	111
Diagram 7.5	Tingkat Efisiensi EDV 01	111
Diagram 7.6	Tingkat Efisiensi Humanihut	112
Diagram 7.7	Tingkat Efisiensi E2S2	112
Diagram 7.8	Tingkat Efisiensi <i>Ten Fold</i>	113
Diagram 7.9	Tingkat Efisiensi RDSS	113
Diagram 7.10	Tingkat Efisiensi Suri	114
Diagram 7.11	Tingkat Efisiensi CMAX	114
Diagram 7.12	Tingkat Efisiensi <i>Just a Minute</i>	115
Diagram 7.13	Tingkat Efisiensi M2 Maddel Shelter	115
Diagram 7.14	Tingkat Efisiensi Aliner	116

DAFTAR LAMPIRAN

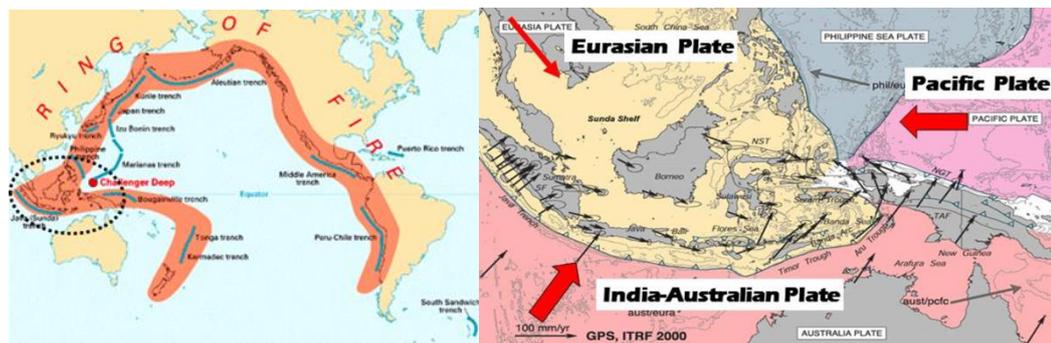
Lampiran 1.	Data Vendor	131
Lampiran 2.	Contoh Surat Pengantar Vendor	133
Lampiran 3.	Contoh Form Kuisisioner & Wawancara	134
Lampiran 4.	Spesifikasi Tenda BNPB	151

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara paling rawan bencana di dunia. Berdasarkan bencana alam yang terjadi pada tahun 1991-2005, *United Nations International Strategy for Disaster Reduction* (UN-ISDR) mencatat Indonesia berada pada posisi keenam negara dengan kerugian ekonomi tertinggi di dunia, yaitu dengan total kerugian sebesar 27.84 miliar US dollar. Indonesia menjadi negara rawan bencana karena kondisi geografisnya yang terletak pada kawasan Cincin Api Pasifik atau yang seringkali kita kenal dengan *Ring of Fire*. Cincin Api Pasifik merupakan sebuah kawasan Samudra Pasifik yang mengalami cekungan sehingga menyebabkan kawasan tersebut rawan akan bencana letusan gunung berapi dan gempa, baik gempa tektonik maupun vulkanik. Indonesia juga berada pada pertemuan tiga lempeng aktif, yaitu lempeng Indo-Australia pada bagian Selatan, lempeng Euro-Asia pada bagian Utara, dan lempeng Pasifik pada bagian Timur, yang menyebabkan semakin tingginya potensi gempa tektonik. Di sisi lain, iklim tropis Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi berperan besar dalam menyebabkan bencana banjir dan longsor.



Gambar 1.1 Kondisi Geografis Indonesia
(Sumber: <https://www.usgs.gov/> diakses 26 Februari 2017)

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), sampai tahun 2016, Indonesia didominasi oleh bencana hidrometeorologi yang terdiri atas banjir, tanah longsor dan puting beliung.

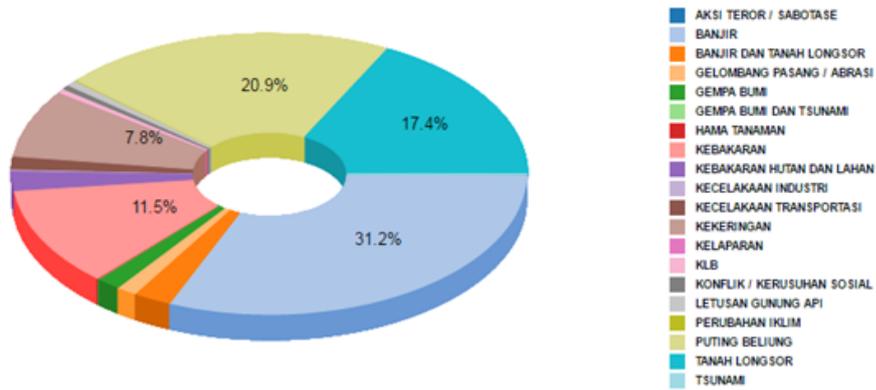


Diagram 1.1 Persentase Bencana Sampai Tahun 2016
(Sumber: <http://dibi.bnpb.go.id/> diakses 2 Maret 2017)

Sampai tahun 2016, wilayah Indonesia yang paling rawan bencana adalah Aceh (Sumatera Utara), Padang (Sumatera Barat), D.I Jogjakarta.



Gambar 1.2 Peta Lokasi Kejadian Bencana
(Sumber: <http://dibi.bnpb.go.id/> diakses 2 Maret 2017)



Gambar 1.3 Peta Lokasi Rumah Rusak Berat Akibat Bencana
(Sumber: <http://dibi.bnpb.go.id/> diakses 2 Maret 2017)



Gambar 1.4 Peta Lokasi Rumah Rusak Ringan Akibat Bencana
(Sumber: <http://dibi.bnpb.go.id/> diakses 2 Maret 2017)

Tahun 2016 tercatat sebagai tahun dengan jumlah bencana tertinggi sejak pencatatan kejadian bencana pada tahun 2002, yaitu dengan total bencana mencapai 2.406 peristiwa. Jika dibandingkan dengan jumlah bencana pada tahun 2015, peristiwa bencana tahun 2016 meningkat sebesar 35%.

Tabel 1.1 Jumlah dan Jenis Bencana Tahun 2016

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban (Jiwa)			Kerusakan (Unit)							
		Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & Mengungsi	Rumah				Fasilitas Kesehatan	Fasilitas Peribadatan	Fasilitas Pendidikan	
					Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Terendam				
Aksi Teror / Sabotase	1	7	20	0	0	0	0	0	0	0	0	
Banjir	775	147	1.406	2.839.034	2.881	1.910	7.110	314.696	81	265	1.119	
Banjir Dan Tanah Longsor	75	48	7	79.366	383	1.557	1.264	19.330	11	20	18	
Gelombang Pasang / Abrasi	23	0	0	631	32	13	29	589	0	0	1	
Gempa Bumi	13	106	974	109.333	2.967	3.620	7.301	0	127	258	254	
Kebakaran Hutan Dan Lahan	178	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	
Kecelakaan Transportasi	21	184	134	0	0	0	0	0	0	0	0	
Letusan Gunung Api	7	9	0	86.654	0	0	0	0	0	0	0	
Puting Beliung	687	23	183	10.173	1.708	1.869	12.584	0	4	36	62	
Tanah Longsor	626	186	107	39.052	1.115	1.015	1.005	0	9	27	31	
Total	2.406	712	2.832	3.164.247	9.086	9.984	29.293	334.615	232	606	1.485	

(Sumber: <http://dibi.bnpb.go.id/> diakses 2 Maret 2017)

Selama tahun 2016 terjadi 766 bencana banjir, 612 longsor, 669 puting beliung, 74 kombinasi banjir dan longsor, 178 kebakaran hutan dan lahan, 13 gempa, tujuh gunung meletus, dan 23 gelombang pasang dan abrasi. Dampak yang ditimbulkan bencana telah menyebabkan 522 orang meninggal dunia dan hilang, 3,05 juta jiwa mengungsi dan menderita, 69.287 unit rumah rusak dimana 9.171 rusak berat, 13.077 rusak sedang, 47.039 rusak ringan, dan 2.311 unit fasilitas umum rusak.

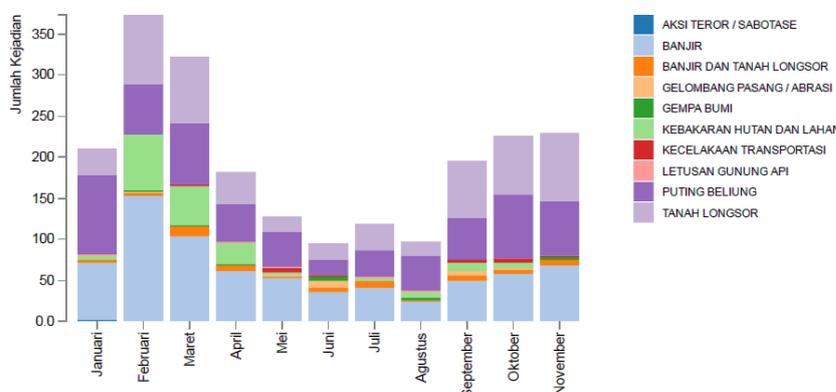


Diagram 1.2 Statistik Bencana di Indonesia per Tahun 2016

(Sumber: <http://dibi.bnpb.go.id/> diakses 2 Maret 2017)

Semakin tinggi tingkat bencana, semakin tinggi pula kebutuhan akan Tempat Evakuasi Sementara. Tempat Evakuasi Sementara (TES) adalah tempat/lokasi evakuasi sementara sesaat sebelum atau pada masa tanggap darurat bencana. Akibat dari bencana alam yang merusak rumah warga, banyak masyarakat yang kehilangan tempat tinggalnya dan membutuhkan tempat tinggal sementara. Namun, tempat evakuasi seringkali terlambat datang atau datang dalam kondisi yang rusak dan tidak memadai sehingga mengganggu kenyamanan masyarakat.

Beberapa jenis tempat evakuasi yang ada di Indonesia adalah bangunan tersedia yang dapat dimanfaatkan (tempat ibadah, GOR, balai pertemuan, dll), bangunan tempat evakuasi sementara BNPB, tenda, dan penampungan yang dibuat berdasarkan ketersediaan bahan. Tempat evakuasi yang paling umum dan sering digunakan adalah tenda. Tenda sebagai tempat evakuasi saat ini memiliki berbagai kendala yang mengganggu proses penanggulangan dalam kondisi darurat bencana yang akan dibahas kemudian.

Tenda sebagai tempat evakuasi dapat disediakan dari BNPB, organisasi, maupun instansi. BNPB sendiri saat ini memiliki empat jenis tenda, yaitu tenda pengungsi, posko kedaruratan, tenda keluarga, dan rumah sakit lapangan.



(a). Tenda Pengungsi



(b.) Posko Kedaruratan



(c). Tenda Keluarga



(d). RS. Lapangan

Gambar 1.5 Jenis Tempat Penampungan Sementara BNPB
(Sumber: BNPB)

Tenda pengungsi merupakan tenda yang paling sering digunakan untuk keperluan tinggal dan merupakan tenda komunal berkapasitas 25 orang. Posko kedaruratan biasanya

digunakan sebagai pos keamanan, sekolah sementara, dan rumah sakit. Posko kedaruratan pada dasarnya merupakan gabungan dari enam atau tujuh buah tenda pengungsi. Tenda keluarga merupakan tenda yang disediakan bagi keluarga yang memiliki bayi atau ibu menyusui. Tenda ini berkapasitas empat sampai lima orang untuk memenuhi privatisasi yang diperlukan. Rumah sakit lapangan merupakan tenda yang difokuskan sebagai rumah sakit, namun saat ini sudah tak lagi digunakan akibat keterbatasan dana dan materialnya yang kurang mampu untuk beradaptasi.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana dalam usahanya melakukan upaya penanggulangan bencana telah mendirikan lima bangunan tempat evakuasi sementara yang berbentuk bangunan permanen di beberapa kawasan rawan bencana. Tempat evakuasi yang telah didirikan BNPB berfungsi sebagai tempat perlindungan sementara terhadap bencana sampai adanya upaya evakuasi ke tempat pengungsian akhir.

Lokasi kelima shelter tempat evakuasi sementara adalah Kelurahan Parupuk Tabing, Kecamatan Koto Tangah Padang; Kelurahan Tabing Kecamatan Koto Tangah Padang; Kecamatan Pemenang, Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat; Kecamatan Kampung Melayu Kota Bengkulu; dan Kecamatan Ilir Talo Kabupaten Seluma, Bengkulu.

Di sisi lain, tempat evakuasi sementara jenis ini hanya digunakan saat terjadi bencana, sehingga memungkinkan terjadinya disfungsi bangunan saat tidak terjadi bencana. Tempat evakuasi yang didirikan BNPB belum dapat teruji efektifitas dan efisiensinya.



Gambar 1.6 Tempat Evakuasi Sementara BNPB
(Sumber: <http://bpbdbantulkab.go.id/> diakses 1 Maret 2017)

Organisasi *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) di Amerika Serikat membedakan tempat evakuasi menjadi tiga jenis berdasarkan durasi penggunaannya, yaitu:

- Tempat Berlindung (*Sheltering*)

Shelter berfungsi sebagai tempat perlindungan sementara untuk sementara waktu sampai bencana berhasil ditanggulangi dan masyarakat dapat kembali ke rumah asalnya.

- Perumahan Sementara (*Interim Housing*)
Perumahan sementara merujuk pada sebuah situasi dimana rumah rakyat mengalami kehancuran atau bahaya untuk ditempati. Oleh karena itu, jenis rumah ini membutuhkan struktur temporer untuk mewedahi tempat tinggal masyarakat sampai rumahnya dapat ditinggali kembali (biasanya sampai 18 bulan).
- Perumahan Permanen (*Permanent Housing*)
Perumahan permanen merujuk pada struktur jangka panjang yang digunakan sebagai tempat tinggal permanen akibat dari bencana alam.

Terkait dengan fungsi ketiganya yang cukup kompleks dan saling tumpang tindih, perbedaan ketiganya seringkali kabur dan menjadi tidak jelas. Faktor utama berupa dampak bencana dan kurangnya sumber daya (dana, tenaga kerja, material, dan lain-lain) berperan pada ketidakmampuan untuk memperbaiki atau mengganti rumah yang rusak. Oleh karena itu, tempat perlindungan yang dibangun menggunakan material temporer seringkali terpaksa mejadi tempat tinggal dengan waktu yang lebih lama dan berubah fungsi menjadi perumahan sementara selama beberapa tahun. Lebih buruk lagi, kebanyakan tempat perlindungan jika dipaksa berfungsi menjadi rumah sementara, kehilangan fungsinya dan tidak dapat digunakan lagi sebelum rumah permanen disediakan.

Menurut Paulo J. da Sousa Cruz dalam bukunya "*Structures and Architecture: New concepts, Applications and Challenges*", rancangan shelter seharusnya memiliki enam karakter, yaitu: efisien (*efficiency*), ringan (*lightness*), dapat dikemas (*packability*), kemudahan konstruksi (*constructability*), kemampuan adaptasi (*adaptability*), dan kemampuan untuk dipakai kembali (*reusability*). Efisiensi dapat dicapai dengan meneliti aspek kemampuan untuk dipakai kembali, kemudahan konstruksi, dan kemampuan pengemasan yang mencakup aspek keringanan.

Reusability termasuk didalamnya mengenai kemampuan untuk dipakai kembali, kemampuan untuk diperbaiki, dan kemampuan untuk diproduksi kembali; berkaitan erat dengan durabilitas atau umur sebuah bangunan. Hal ini berkaitan dengan fenomena shelter yang seringkali berubah fungsi menjadi rumah sementara, sehingga sebuah shelter harus mampu mewedahi dalam jangka waktu yang fleksibel. Kemampuan sebuah bangunan untuk dipakai kembali berkaitan erat dengan desain, sistem struktur dan material yang dipilih.

Constructability atau disebut juga kemampuan untuk dibangun (*buildability*) merupakan sebuah teknik manajemen proyek untuk meninjau proses pembangunan dari

awal sampai akhir. Hal ini berfungsi untuk untuk mengurangi atau mencegah kesalahan (*errors*), keterlambatan (*delays*), dan pembengkakan biaya (*cost overrun*). Mengurangi dan mencegah terjadinya kesalahan berkaitan dengan metode yang digunakan, sehingga menghasilkan keputusan apakah diperlukan tenaga ahli dalam proses membangunnya. Keterlambatan berkaitan dengan waktu dan tenaga yang diperlukan untuk membangun. Adanya *errors* juga mempengaruhi keterlambatan waktu penyelesaian. Biaya berkaitan dengan sistem struktur, material, dan proses pengiriman shelter.

Dilansir dari gosulsel.com, pada Maret 2016, korban bencana tanah longsor di Lembang Batulimbong, Kabupaten Toraja Utara mengeluhkan tenda pengungsian dari BNPB. Tenda dari BNPB hanya dapat bertahan selama empat hari, sedangkan memasuki hari ke lima tenda tersebut ambruk karena tidak mampu menahan air hujan.



Gambar 1.7 Tenda Pengungsian di Toraja Ambruk
(Sumber: [http:// gosulsel.com/](http://gosulsel.com/) diakses 1 Maret 2017)

Tenda yang ambruk menjadi sebuah bukti nyata lemahnya konstruktabilitas tenda tempat evakuasi. Tenda dapat ambruk akibat adanya kesalahan pemasangan pada tenda atau desain tenda tidak sesuai dengan iklim Indonesia dengan curah hujan tinggi, yang keduanya berkaitan dengan adanya *errors*. Akibat dari tenda yang ambruk, harus dilakukan perbaikan, yang akan menimbulkan *delays*, atau bahkan harus mendatangkan kembali tenda baru, yang tentunya berdampak pada *cost*.

Adaptabilitas merupakan kemampuan untuk beradaptasi dengan fungsi bangunan, pengguna bangunan, serta keadaan, situasi, dan karakteristik medan bencana yang tidak menentu. Karakteristik medan bencana yang dimaksud tersebut adalah dampak bencana dan konteks lingkungan, termasuk didalamnya mengenai luas permukaan, topografi, ketinggian, tingkat suhu, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan lain-lain.

Dilansir dari detik.com, Menteri Kesehatan, Nila F Moeloek, menjelaskan bahwa bencana kabut asap akibat kebakaran hutan menyebabkan masyarakat rentan terjangkit berbagai penyakit, mulai dari penyakit kulit, penyakit mata, asma, pneumonia, infeksi saluran pernapasan akut, hingga kanker paru-paru.

Para korban kebakaran hutan telah mengungsi ke tenda pengungsian, namun tenda tersebut tidak mampu menjawab kebutuhan masyarakat sebagai tempat berlindung dan bernaung dari asap. Diperlukan penyaring udara atau *air purify* untuk meminimalisir masuknya asap ke ruang dalam, sehingga perlu didatangkan kembali tenda yang memiliki penyaring udara.

Di lain pihak, pada Juli 2013, korban bencana banjir di Dusun Talang Negeri Seith, Kabupaten Malteng memiliki persoalan berbeda. Tenda pengungsi dibangun di atas genangan air dan dilapisi matras karet, namun genangan air dalam tenda masih mengganggu karena mengundang nyamuk. Terlebih lagi, ratusan warga (ibu, anak-anak, wanita dan pria) bercampur dalam satu tenda sehingga meningkatkan ancaman kesehatan, terutama bagi balita.



Gambar 1.8 Tenda dengan Genangan Air
(Sumber: <http://www.siwalimanews.com/> diakses 1 Maret 2017)

Berdasarkan kedua contoh kasus di atas, jelas terlihat bahwa masing-masing bencana memiliki karakteristik dan persoalan berbeda, yang harus mampu dijawab oleh sebuah tempat evakuasi sementara. Oleh sebab itu, perlu dianalisa aspek adaptabilitas agar tempat evakuasi sementara dapat mengakomodir seluruh bencana di Indonesia.

Efisiensi berkaitan erat dengan waktu, tenaga, dan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan sesuatu. Berdasarkan lomba memasang tenda yang diadakan BNPB, waktu paling cepat pemasangan tenda konvensional adalah 16 menit dengan tenaga 10 orang. Dengan waktu tersebut, tenda yang dihasilkan masih berantakan dan belum siap digunakan. Dari berbagai penjelasan dan pemikiran awal, muncul sebuah keraguan akan tingkat efisiensi kinerja tenda sebagai tempat evakuasi.

Berdasarkan cuplikan data, fenomena dan gejala yang telah diuraikan dalam latar belakang di atas, berikut ini akan diregister, diidentifikasi, dan dikemukakan pokok-pokok permasalahan yang muncul dari data dan gejala tersebut, yaitu sebagai berikut.

1. Desain bangunan TES cenderung memiliki kendala dalam bidang *packability* terkait kepraktisan pengemasan, kemudahan pengiriman dan penyimpanan

2. Desain bangunan TES cenderung memiliki kendala dalam bidang *constructability* terkait kemudahan dan kecepatan pembangunan dan pembongkaran

1.2 Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian

1.2.1 Rumusan Masalah

Sesuai dengan pokok-pokok permasalahan yang telah dikemukakan dalam identifikasi masalah di atas, pembatasan dan perumusan masalah yang akan diuji, diselidiki, dijawab, dan diselesaikan dalam penelitian adalah mengenai ‘Mencari faktor-faktor penentu **efisiensi** pada berbagai tipe rancangan *emergency shelter*, terkait aspek *constructability* dan *packability*’.

1.2.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan persoalan masalah yang ada, didapat pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Rancangan *emergency shelter* apa yang paling **efisien**, terkait aspek *constructability* dan *packability*?
2. **Faktor-faktor** apakah yang menentukan **efisiensi** pada rancangan *emergency shelter*, terkait aspek *constructability* dan *packability*?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Ditinjau dari permasalahan yang telah dibatasi dan dirumuskan dalam rumusan masalah di atas, berikut akan dijabarkan dan diperinci garis garis besar hasil pokok yang ingin dicapai yang terkategoriikan sebagai keluaran penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi **rancangan *emergency shelter*** yang paling efisien terkait aspek *constructability* dan *packability*.
2. Mengidentifikasi **faktor-faktor penentu efisiensi** pada rancangan *emergency shelter*, terkait aspek *constructability* dan *packability*.

1.3.2 Manfaat Penelitian

1.3.2.1 Manfaat Akademik

Penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu arsitektur secara global, khususnya dalam mendesain fungsi serupa, yaitu bangunan Tempat Evakuasi Sementara.

1.3.2.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini bermanfaat bagi Bangunan Tempat Evakuasi Sementara sendiri karena membahas tipologi dan prinsip-prinsip yang dapat berguna untuk menciptakan rancangan yang efisien.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

1.4.1 Ruang Lingkup Substansial

Ruang lingkup substansial menitikberatkan pada berbagai tipologi rancangan dan sistem teknologi konstruksi Tempat Evakuasi Sementara yang mempengaruhi tingkat efisiensi dalam batas disiplin ilmu arsitektur. Efisiensi yang dibahas mencakup waktu dan tenaga yang dibutuhkan selama proses pengiriman, pembangunan, dan penyimpanan (*packability* dan *constructability*). Efisiensi terkait biaya belum dapat dibahas karena merupakan persoalan yang sangat tertutup, sedangkan efisiensi terkait *reusability* perlu diuji berdasarkan waktu dan durabilitas shelter sehingga tidak memungkinkan pada penelitian ini. Hal-hal di luar efisiensi akan dibahas seperlunya sepanjang masih memiliki kaitan dan mendukung permasalahan utama.

1.4.2 Ruang Lingkup Objek

Segala jenis *emergency shelter* dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks, serta dari yang manual hingga yang menggunakan teknologi.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah dan pertanyaan riset, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika pembahasan.

BAB II KAJIAN *SHELTER* DARURAT BENCANA

Berisi pengertian dan konsepsi, aspek-aspek penelitian, pendekatan teori, serta kerangka teoritik yang digunakan pada penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi mengenai metode dalam penelitian, mulai dari langkah-langkah penelitian, skenario pengumpulan data, instrumen pengumpulan data yang digunakan, serta metode analisa data.

BAB IV TIPOLOGI RANCANGAN *SHELTER* DARURAT BENCANA

Memuat data-data yang berhasil dikumpulkan melalui berbagai instrumen pengumpulan data yang kemudian diolah dan dianalisa sehingga dapat dikelompokkan ke dalam tipe-tipe tertentu yang berguna bagi analisa selanjutnya.

BAB V EFISIENSI *PACKABILITY* PADA *SHELTER* DARURAT BENCANA

Memuat kajian efisiensi pada tahap pengemasan melalui analisa dan perbandingan dari data yang ada mengenai aspek penyimpanan, bongkar-muat, dan pengiriman, sehingga ditemukan tingkat efisiensi pada masing-masing tempat evakuasi sementara.

BAB VI EFISIENSI *CONSTRUCTABILITY* PADA *SHELTER* DARURAT BENCANA

Memuat kajian efisiensi pada tahap konstruksi melalui analisa dan perbandingan dari data yang ada mengenai aspek *unpack*, instalasi, pembongkaran, dan *packing*, sehingga ditemukan tingkat efisiensi pada masing-masing tempat evakuasi sementara.

BAB VII PERBANDINGAN EFISIENSI *PACKABILITY* DAN *CONSTRUCTABILITY*

Memuat perbandingan efisiensi *packability* dan *constructability* pada masing-masing kasus, sehingga didapat kesimpulan berupa hubungan masing-masing tipologi dan efisiensi.

BAB VIII PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang berguna bagi pengembangan rancangan tempat evakuasi sementara.