

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN**



**Pemodelan Desain Purwarupa Emergency Medical Shelter untuk Lokasi  
Bencana**

**TIM PENGUSUL**

**Gregorius Sri WPU, ST, March, Dr. Ing  
Adimas Kristiadi, S.T., M.Sc.**

**DUTA WACANA**

**Magister Arsitektur**

**UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

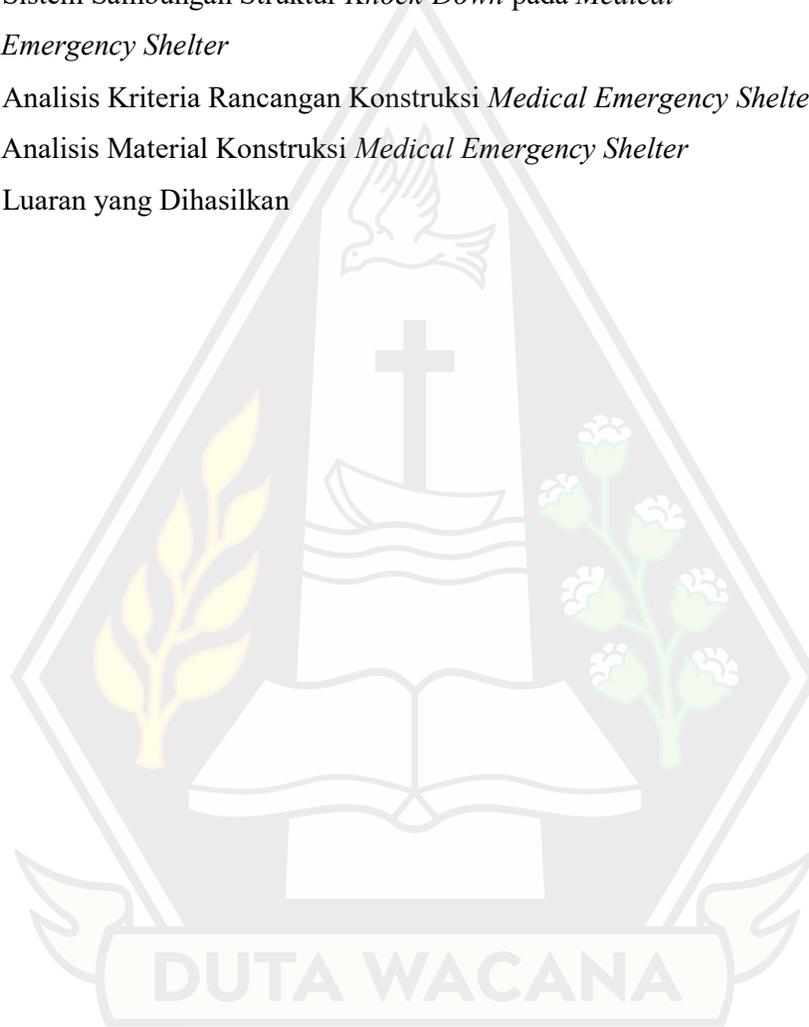
**November 2021**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	0
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	1
<b>DAFTAR ISI</b>	2
<b>DAFTAR TABEL</b>	3
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	4
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	5
<b>RINGKASAN</b>	7
<b>PRAKATA</b>	8
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	9
1.1. Latar Belakang	9
1.2. Perumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian	10
1.4. Kontribusi Penelitian	10
1.5. Batasan Penelitian	10
1.6. Biaya dan Jadwal Penelitian	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	12
2.1. Prinsip Desain Ruang Tindakan Medis Gawat Darurat di Konteks Kebencanaan	12
2.2. Analisis Studi Preseden <i>Emergency Shelter</i>	13
2.3. Analisis Struktur dan Konstruksi Skeletal	18
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	22
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	23
3.1. Metode Penyusunan Kerangka Teori dan Instrumen Analisis	23
3.2. Metode Pengambilan Data	23
3.3. Metode Analisis	24
3.4. Lokasi Penelitian	48
<b>BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI</b>	49
<b>BAB VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA</b>	52
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b>	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	54
<b>LAMPIRAN</b>	57

## DAFTAR TABEL

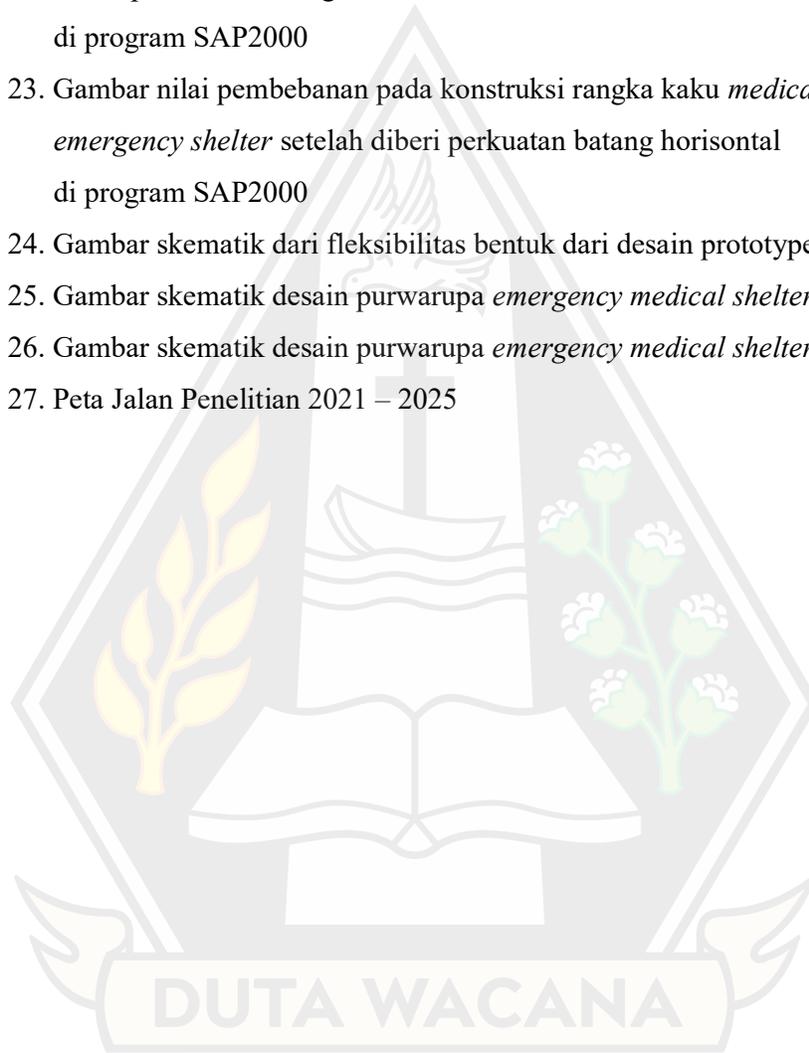
Tabel 1. Anggaran Biaya Penelitian	10
Tabel 2. Jadwal Penelitian	10
Tabel 3. Variabel Indikator Efisiensi Elemen Fisik pada Medical Emergency Shelter	27
Tabel 4. Sistem Sambungan Struktur <i>Knock-Down</i> pada <i>Medical Emergency Shelter</i>	29
Tabel 5. Analisis Kriteria Rancangan Konstruksi <i>Medical Emergency Shelter</i>	34
Tabel 6. Analisis Material Konstruksi <i>Medical Emergency Shelter</i>	34
Tabel 7. Luaran yang Dihasilkan	48



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Material bambu dan proses perakitan struktur <i>emergency shelter</i> dengan sistem ikat	15
Gambar 2. Konfigurasi batang-batang saling menyilang diagonal dan membentuk bidang persegi	15
Gambar 3. Bentuk dari <i>Accordion reCover Shelter</i> yang menyerupai lipatan-lipatan pada alat musik akordeon	16
Gambar 4. Detail produk dari <i>Inflatable Medical Tent</i>	18
Gambar 5. Proses tahap 1 dalam mengoperasikan program SAP2000	20
Gambar 6. Proses tahap 2 dalam mengoperasikan program SAP2000	21
Gambar 7. Proses tahap 2 dalam mengoperasikan program SAP2000	22
Gambar 8. Analisis Ergonomi Ruang Tindakan	27
Gambar 9. Modul standar <i>Emergency Medical Shelter</i>	28
Gambar 10. <i>The Steel-Root Foundation Deger</i>	29
Gambar 11. Contoh tenda sarnafil dengan bahan material pre-fabrikasi	34
Gambar 12. Gambar model 3D konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> dengan 3 (tiga) bentuk fleksibilitas ruang	39
Gambar 13. Dimensi tampak atas konstruksi <i>medical emergency shelter</i> etika diperpanjang dan diperpendek	39
Gambar 14. Dimensi tampak depan konstruksi <i>medical emergency shelter</i> ketika diperpanjang dan diperpendek	39
Gambar 15. Gambar konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> sebelum diberi beban di program SAP2000	40
Gambar 16. Gambar konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> setelah diberi beban di program SAP2000	41
Gambar 17. Gambar nilai pembebanan pada konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> di program SAP2000	42
Gambar 18. Gambar konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> setelah diberi perkuatan tumpuan di program SAP2000	43
Gambar 19. Gambar konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> setelah diberi perkuatan tumpuan dan diberi beban di program SAP2000	44
Gambar 20. Gambar nilai pembebanan pada konstruksi rangka kaku <i>medical</i>	

<i>emergency shelter</i> setelah diberi perkuatan tumpuan di program SAP2000	45
Gambar 21. Gambar konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> setelah diberi tambahan perkuatan batang horisontal di program SAP2000	47
Gambar 22. Gambar konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> setelah diberi perkuatan batang horisontal dan diberi beban di program SAP2000	48
Gambar 23. Gambar nilai pembebanan pada konstruksi rangka kaku <i>medical emergency shelter</i> setelah diberi perkuatan batang horisontal di program SAP2000	49
Gambar 24. Gambar skematik dari fleksibilitas bentuk dari desain prototype	50
Gambar 25. Gambar skematik desain purwarupa <i>emergency medical shelter</i>	51
Gambar 26. Gambar skematik desain purwarupa <i>emergency medical shelter</i>	52
Gambar 27. Peta Jalan Penelitian 2021 – 2025	53



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Draft Naskah Publikasi di Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

Lampiran 2. Draft Naskah Modul Bahan Ajar Pengayaan Materi Mata Kuliah Studio  
Perancangan Arsitektur I

Lampiran 3. Justifikasi Anggaran Penelitian

Lampiran 4. Biodata Peneliti

Lampiran 5. Surat Pernyataan Ketua Peneliti

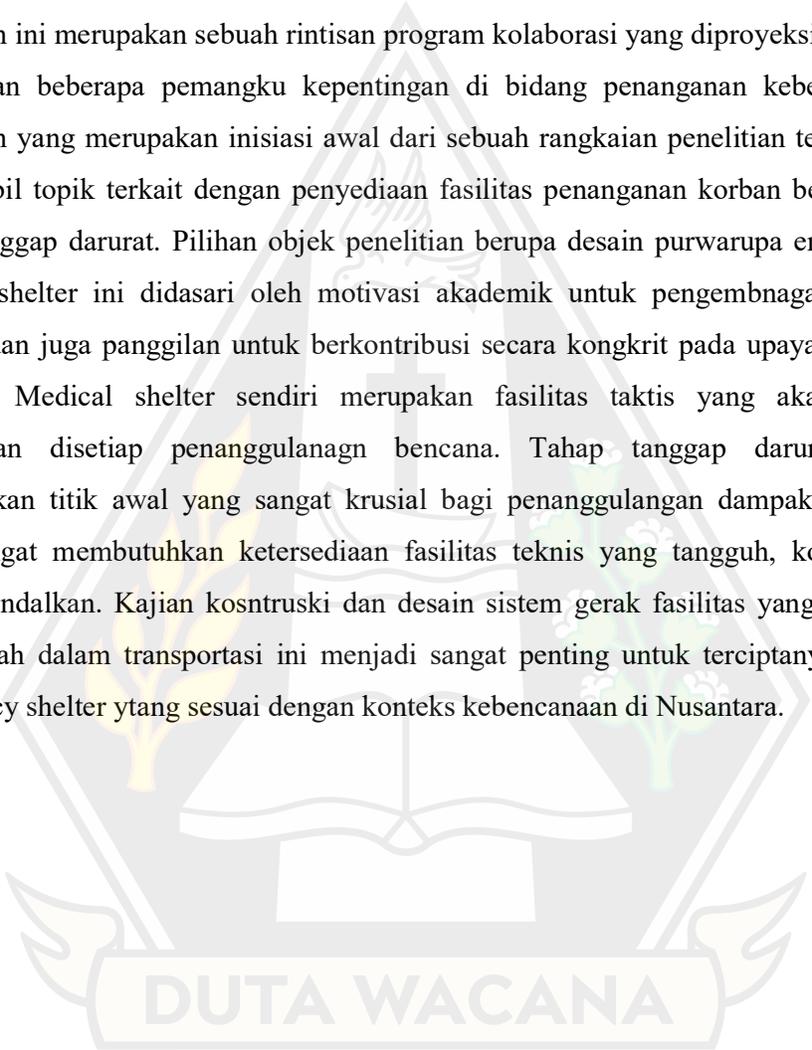


## RINGKASAN

*Emergency Medical Shelter* merupakan salah satu fasilitas yang sangat mendesak dibutuhkan dalam proses tanggap darurat, terutama untuk tindakan pertolongan medis di lokasi bencana (alam). Penelitian desain purwarupa untuk *emergency shelter* jenis ini dimaksudkan untuk membuat kajian teknis tentang kebutuhan desain shelter yang fleksibel (mudah dalam bongkar-pasang), mudah dalam transportasi sekaligus mampu mengakomodasi kebutuhan ruang untuk tindakan medis dalam dimensi yang ergonomis tetapi efisien. Substansi utama penelitian ini adalah mengintegrasikan aspek teknis berupa desain sistem konstruksi berikut analisis perilaku strukturnya dengan software aplikasi SAP2000 dengan aspek ergonomi ruang yang didasarkan pada kebutuhan dasar ruang untuk tindakan medis. Situasi kebencanaan menjadi konteks besar untuk penelitian lanjutan yang berorientasi pada kajian desain purwarupa hunian tangguh bencana dalam berbagai tipologi jenis fungsinya. Penelitian ini sendiri menjadi penelitian terintegrasi dari *roadmap* penelitian yang telah mendahului, yaitu *roadmap* penelitian yang berbasis kajian tektonika bangunan tangguh bencana dengan *roadmap* yang mengkaji tipologi rumah sakit atau fasilitas kesehatan. Metode yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah metode penelitian berbasis desain. Sebuah pendekatan penelitian terapan dengan menggunakan desain sebagai substansi analisis terhadap pencapaian kualitas hasil dari penelitian. Instrumen analisis sendiri ditekankan pada instrumen pengukuran kekuatan struktur konstruksi dan analisis kualitas ergonomi ruang berdasarkan standar dimensi ruang untuk tindakan medis.

## PRAKATA

Situasi kebencanaan yang disebabkan oleh faktor alam merupakan sebuah keniscayaan yang tidak bisa dihindari oleh daerah-daerah di kepulauan Nusantara. Upaya mitigasi bencana merupakan sebuah sistem yang menjadi bagian terintegrasi dari perencanaan wilayah, terutama yang berada pada titik-titik rawan bencana. Penelitian ini merupakan sebuah rintisan program kolaborasi yang diproyeksikan akan melibatkan beberapa pemangku kepentingan di bidang penanganan kebencanaan. Penelitian yang merupakan inisiasi awal dari sebuah rangkaian penelitian terapan ini mengambil topik terkait dengan penyediaan fasilitas penanganan korban bencana di tahap tanggap darurat. Pilihan objek penelitian berupa desain purwarupa emergency medical shelter ini didasari oleh motivasi akademik untuk pengembangan desain terapan dan juga panggilan untuk berkontribusi secara kongkrit pada upaya mitigasi bencana. Medical shelter sendiri merupakan fasilitas taktis yang akan selalu dibutuhkan disetiap penanggulangan bencana. Tahap tanggap darurat yang merupakan titik awal yang sangat krusial bagi penanggulangan dampak bencana alam sangat membutuhkan ketersediaan fasilitas teknis yang tangguh, kokoh dan dapat diandalkan. Kajian kosntruski dan desain sistem gerak fasilitas yang portabel dan mudah dalam transportasi ini menjadi sangat penting untuk terciptanya desain emergency shelter yang sesuai dengan konteks kebencanaan di Nusantara.



DUTA WACANA

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Wilayah Nusantara yang terletak pada pertemuan dua sabuk gempa pasifik yang sekaligus merupakan gugusan kawasan *Pacific Ring of Fire* menjadikan wilayah kepulauan ini sebagai kawasan rawan bencana alam, terutama gempa bumi dan aktivitas gunung berapi. Selain beberapa tipe bencana alam lainnya seperti banjir, tanah longsor, tsunami ataupun angin puting beliung. Fakta ini menjadikan kebencanaan merupakan sebuah keniscayaan bagi masyarakat yang berdiam di kepulauan Nusantara.

Berpijak pada realitas ini, maka kajian tentang desain bangunan atau fasilitas akomodasi untuk korban bencana alam menjadi isu yang selalu signifikan. Hal ini mengingat beragamnya tipe bencana dan konteks lokasi kebencanaan yang membutuhkan desain spesifik dan kontekstual. Disamping itu, kebutuhan akomodasi selain untuk menampung korban bencana alam, juga terdapat beberapa kebutuhan khusus terkait dengan situasi bencana. *Emergency medical shelter* merupakan salah satu fasilitas tanggap darurat yang khusus dibutuhkan untuk tindakan medis di lokasi bencana. Dari tipologi fungsinya, tenda tanggap darurat ini sudah mengisyaratkan sebuah kebutuhan desain khusus yang mampu mengakomodasi kebutuhan ruang untuk tindakan medis.

Penelitian ini menitikberatkan pada metode penelitian berbasis desain yang merupakan tipe penelitian terapan dengan menggunakan aspek desain untuk menguji kualitas capaian dari hasil analisis terhadap permasalahan yang ada. Desain menjadi instrumen analisis yang terintegrasi dari rumusan permasalahan terkait dengan aspek teknis konstruksi shelter dengan aspek ergonomi ruang yang berdasarkan kebutuhan ruang bagi tindakan medis.

### 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan penelitian difokuskan pada tiga perkara utama, yaitu: (1) desain ergonomi ruang portabel yang mampu mengakomodasi standar tindakan medis gawat darurat dalam penanganan korban di situasi lokasi bencana alam; (2) bentuk dan sistem konstruksi rangka portabel dari *emergency medical shelter*; (3) komposisi jenis material yang memenuhi kriteria desain *knocked-down emergency shelter*.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pemodelan desain purwarupa *emergency medical shelter* yang sesuai dengan situasi bencana, terutama konteks bencana alam yang terjadi di daratan yang kering (gempa bumi, erupsi gunung berapi, dan bencana kekeringan). Konteks situasi bencana ini sangat penting didefinisikan karena sangat memengaruhi desain bentuk dan sistem konstruksi shelter yang dimaksudkan.

### **1.4. Kontribusi Penelitian**

Luaran (*output*) hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi pada beberapa hal, yaitu:

1. Penyediaan desain purwarupa fasilitas tindakan medis untuk situasi tanggap darurat di lokasi bencana yang fleksibel, mudah dalam transportasi dan mudah dibongkar pasang.
2. Penyusunan model penelitian berbasis desain dengan sistematika dan instrumen analisis berupa studi ergonomi untuk desain bentuk dan ruang serta analisis sistem konstruksi dengan program SAP (*Structural Analysis Program*) 2000.
3. Pemodelan desain bentuk dan sistem konstruksi bangunan *emergency shelter* bisa menjadi modul pengayaan bahan ajar untuk mata kuliah Studio Perancangan Arsitektur dan Studio Struktur Konstruksi, serta Program Magister Arsitektur Kebencanaan.

### **1.5. Batasan Penelitian**

Kajian penelitian difokuskan pada analisis desain bentuk dan ruang ergonomis *emergency shelter* bagi tindakan medis dalam situasi tanggap darurat di lokasi bencana dengan sistem konstruksi *knocked-down* yang fleksibel dan mudah dalam transportasi. Konteks lokasi bencana difokuskan pada lokasi daratan yang kering, bukan lokasi perairan, karena keduanya memiliki pengaruh yang berbeda pada sistem konstruksi *shelter*.

### **1.6. Biaya dan Jadwal Penelitian**

#### **a. Anggaran Biaya Penelitian**

Mengacu pada metode penelitian serta proses analisis yang digunakan dalam penelitian ini, maka dibutuhkan biaya-biaya sebagai berikut:

**Tabel 1.**  
Anggaran Biaya Penelitian

No	Jenis Pengeluaran	Total (Rp)
1	Honorarium (30%)	4,500,000
2	Peralatan Penunjang (20%)	3,000,000
3	Bahan Habis Pakai (10%)	1,500,000
4	Perjalanan (10%)	1,500,000
5	Lain-lain (koleksi dan analisis data, cetak, seminar, publikasi) (30%)	4,500,000
<b>TOTAL</b>		<b>15,000,000</b>

Sumber: Analisis Penulis, 2021

**b. Jadwal Penelitian**

Rincian kegiatan penelitian dijelaskan secara rinci dalam tabel jadwal penelitian sebagai berikut:

**Tabel 2.**  
Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	BULAN KE							
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	Studi Pustaka	■	■						
2	Penyusunan Instrumen Penelitian		■	■					
3	Observasi data primer dan sekunder		■	■	■				
4	Kompilasi Data			■	■	■			
5	Analisis					■	■	■	
6	Penyusunan Laporan							■	■
7	Pelaporan dan Publikasi								■

Sumber: Analisis Penulis, 2021

## VII. KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1. Kesimpulan

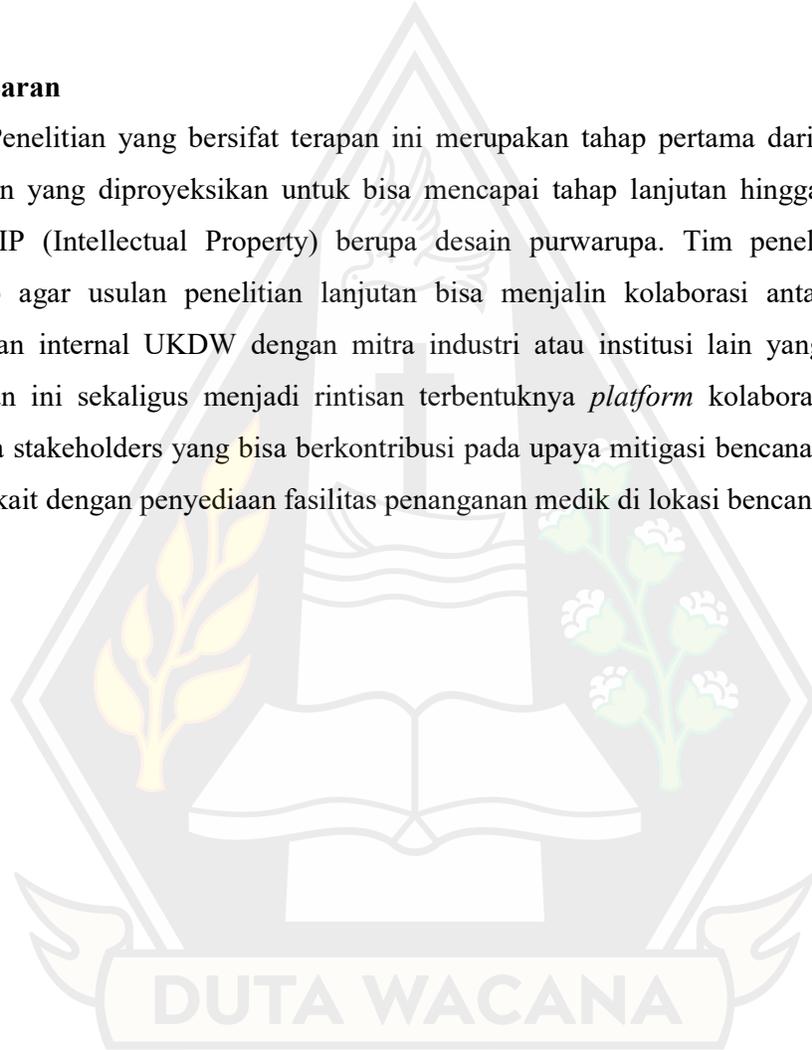
Hasil kesimpulan analisis permasalahan penelitian yang difokuskan pada tiga perkara utama, yaitu: (1) desain ergonomi ruang portabel yang mampu mengakomodasi standar tindakan medis gawat darurat dalam penanganan korban di situasi lokasi bencana alam; (2) bentuk dan sistem konstruksi rangka portabel dari *emergency medical shelter*; (3) komposisi jenis material yang memenuhi kriteria desain *knocked-down emergency shelter*; telah menunjukkan beberapa hal yang telah menjadi catatan penting hasil penelitian :

1. Analisis desain ergonomi *emergency medical shelter* menunjukkan bahwa penentuan standar tindakan medis untuk jenis-jenis penanganan medis kegawatdaruratan di lokasi bencana alam menjadi variabel utama dalam penentuan dimensi ergonomi shelter. Satuan tindakan medis ini akan menentukan pula jumlah pengguna shelter yang bisa diakomodasi. Satuan aktivitas dan jumlah pengguna tersebut akhirnya akan menentukan jumlah berat beban hidup yang menjadi data beban pada analisis kapasitas daya dukung konstruksi shelter.
2. Analisis bentuk dan sistem konstruksi rangka portabel telah menunjukkan pilihan sistem rangka kaku sebagai alternatif sistem konstruksi rangka yang optimal menopang beban aktivitas. Analisis pembebanan pada konstruksi dengan software SAP2000 telah menunjukkan gejala perbaikan kekuatan dan kekakuan konstruksi pada desain yang menambahkan batang-batang pengaku pada bidang-bidang horisontal (alas dan atap) dan bidang vertikal (dinding shelter). Pilihan dilakukan dengan memperkuat bidang alas dan atap dengan batang pengaku yang sejajar. Pilihan posisi sejajar ini didasarkan pada kemudahan sistem pergeseran bentuk dengan sistem sliding. Untuk pengaku pada dinding memang akan lebih efektif jika menggunakan pengaku diagonal. Namun pilihan ini tidak diampill karena pertimbangan efisiensi dan estetika pada shelter. Kekakuan dinding sudah cukup dibentuk dengan rangka vertikal yang ada tanpa perlu adanya penambahan batang pengaku.
3. Analisis terhadap komposisi jenis material yang memenuhi kriteria desain *knocked-down emergency shelter* telah menunjukkan pilihan pada material fabrikasi yang ringan, kokoh dan mudah dalam perawatan. Untuk material

rangka digunakan rangka besi hollow dengan ketebalan minimal 3mm dalam beberapa variasi dimensi sesuai dengan letak rangka batangnya. Bahan penutup kulit shelter, baik dinding dan atap digunakan material plat aluminium/ galvalum dengan ketebalan 0.15 mm sampai dengan 0.25 mm. Sedangkan untuk alas digunakan plat baja dengan ketebalan 5-6 mm. Material dan bentuk roda untuk sistem sliding digunakan material produk fabrikasi yang diseusiakan dengan beban konstruksi.

## 7.2. Saran

Penelitian yang bersifat terapan ini merupakan tahap pertama dari beberapa penelitian yang diproyeksikan untuk bisa mencapai tahap lanjutan hingga tersusun produk IP (Intellectual Property) berupa desain purwarupa. Tim peneliti sangat berharap agar usulan penelitian lanjutan bisa menjalin kolaborasi antara skema pendanaan internal UKDW dengan mitra industri atau institusi lain yang relevan. Penelitian ini sekaligus menjadi rintisan terbentuknya *platform* kolaborasi antara beberapa stakeholders yang bisa berkontribusi pada upaya mitigasi bencana, terutama yang terkait dengan penyediaan fasilitas penanganan medik di lokasi bencana alam.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, A. G., & Fachruddin, P. A. (2008). Disain Rumah Tinggal Konstruksi “Knock Down” (Tinjauan Khusus Penggunaan Prefabrikasi Lokal). *Jurnal SMARTek*, 6(1), 18–28.
- Ayu, D. P; Prayitno, B; Haryadi, A. (2020). Fabrikasi Hunian Sementara pasca Bencana. *Jurnal Tesa Arsitektur*, Volume 18, Nomor 1, 32-43.
- Bell, P. A. (1996). *Environmental Psychology*. Fort Worth, Texas: Harcourt Brace College.
- Benjamin, B.S. (1984). *Structure for architect 2<sup>nd</sup> edition*. New York: Van Nostland Reinhold
- Dewi, N. I. K; Pratiwi, S. N; Fajria, M. N. (2019). Interlocking System pada Konstruksi Knock Down Bangunan Tradisional Jawa Tajug sebagai Teknologi Responsif Gempa. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, Volume 2, Nomor 3, 147-159.
- Ervianto, W. I. (2008). Potensi Penggunaan Sistem Modular Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 170–183.
- Fadilah, F. & Caturias, R. (2006). *Struktur bangunan*. Pendidikan Teknik Arsitektur, Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Faqih, N. (2008). *Analisis desain konstruksi dengan perhitungan manual dan program SAP2000 versi 9, studi kasus konstruksi portal dengan permodelan 3 dimensi*. Fakultas Teknik UNSIQ Wonosobo
- Gunawan, Y & Sari, W. E. (2019). Pengerbangan Detil Joinery Shelter Evakuasi Bencana. Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan.
- Katili, I. (2008). *Metode elemen hingga untuk skeletal*. Jakarta: Rajawali Press.
- Lin, B., Yu, Q., Li, Z., & Zhou, X. (2013). Research on parametric design method for energy efficiency of green building in architectural scheme phase. *Frontiers of Architectural Research*, 2(1), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2012.10.005>
- Noer, M & Sejati, M. N. (2019). Eksperimen Sistem Interlocking Self-Sustained pada Reconfigurable Flat Pack Furniture. *Jurnal Narada*, Volume 6, Edisi 2 September 2019. 241-254.

- Noverti, R. S., Purwono, E. H., & Martiningrum, I. (2014). Perancangan Bangunan Instan Fabrikasi. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, 2(2). Retrieved from <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/42>
- Pamungkas, A, & Harianti, E. (2013). *Desain Pondasi Tahan Gempa*, ISBN: 978-979-29-3569-1, Yogyakarta: Andi Offset.
- Putratama, Z. (2018). *Analisa Perbandingan Kekuatan Penggunaan Inline Bracket dengan Overlap Bracket*. Diploma Thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Rizal, F., & Taivo. (2014). *Desain Permodelan Sambungan Beton Precast Pada Perumahan Tahan Gempa Di Indonesia Berbasis Knockdown System*. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(1), 1–4.
- Royani, A. dkk. (2019). *Studi Korosi pada Baja Galvanis setelah Ekspos di lingkungan Perairan Sungai Cidaho, Sukabumi*. *Jurnal Teknik*, 40 (2), App. 1-5.
- Sekularac, N; Tovarovic, J. C. (2012). *Folded Structures in Modern Architecture*. *Facta Universitatis, series Architecture and Civil Engineering*, Vol 10. 1-16.
- Sukawi. *Struktur membran dalam bangunan bentang lebar*. *Jurnal MODUL Vol. 11 No. 1 Januari 2011*. Semarang: UNDIP.
- Wang, X., Altan, H., & Kang, J. (2015). *Parametric study on the performance of green residential buildings in China*. *Frontiers of Architectural Research*, 4(1), 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2014.06.007>
- Zacoeb, A. (2018). *Struktur Rangka Batang*. Materi perkuliahan PAT S2 Rekayasa Struktur TKS 6101 Statika, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.