

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Hunian Sementara

Palang Merah Indonesia (2019) menjelaskan hunian sementara adalah tempat berlindung sementara. Pada dasarnya *shelter* pasca bencana dibagi menjadi 3 tahap, yaitu *shelter* darurat, *shelter* sementara, dan *shelter* permanen. *Shelter* sementara atau hunian sementara biasanya dirancang untuk bertahan tidak lebih dari beberapa tahun, sehingga biasanya tidak terikat peraturan dan prasyarat pembangunan yang rumit ketika ingin dirancang dan dibuat di lokasi.

#### 2.1.1. Klasifikasi dan Bentuk Hunian Sementara

Palang Merah Indonesia (2019) menjelaskan bentuk hunian sementara dapat memengaruhi kekuatan dan kesatuan struktur. Denah bangunan dengan geometris bujur sangkar dan persegi lebih kuat daripada berbentuk persegi panjang.



Gambar 2.1 Bentuk *shelter* atau hunian sementara

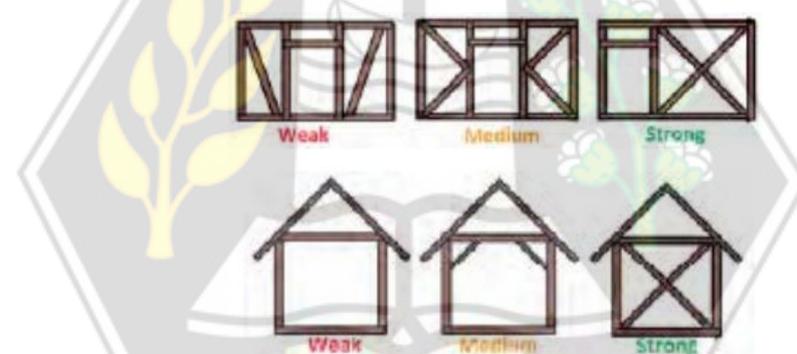
Sumber: Palang Merah Indonesia, 2019

Dinding penahan beban di bagian dalam harus tidak boleh terputus di antara jarak pengikat kolom penjepit dinding. Dinding lantai atas dan bawah harus menerus. Kurangi bentuk bangunan yang berbentuk lancip atau

sudut. Peletakan jendela dan pintu juga dapat berpengaruh pada kekuatan struktur bangunan hunian sementara. Pintu atau jendela tidak boleh memotong di tengah kolom atau balok yang menahan beban atap.

### 2.1.2. Kerangka Struktur Hunian Sementara

Palang Merah Indonesia (2019) menjelaskan hunian sementara seharusnya memiliki kerangka struktur yang dapat memperkuat rumah melalui gaya tekanan atau tarikan. Bentuk hunian sementara yang dinilai baik adalah yang memiliki struktur kotak persegi dengan dilengkapi penguat di setiap sisinya.



**Gambar 2.2** Kerangka struktur *shelter* atau hunian sementara

Sumber: Palang Merah Indonesia, 2019

Kerangka ‘Siku’ seperti yang terlihat pada gambar di atas bertujuan untuk mengurangi pembebanan balok yang menahan beban atap. Kerangka penguat sangat penting pada struktur atap karena beban massa atap akan mengalir dari atas ke bawah. Dinding dan atap sebaiknya memiliki penguat pada bagian hunian sementara.

## 2.2. Material Hunian Sementara

Palang Merah Indonesia (2019) menjelaskan seharusnya hunian sementara dirancang dan dibuat menggunakan material yang aman dan baik bagi lingkungan dan bagi penghuninya. Material juga harus aman dari serangan penyakit yang diakibatkan hama. Material yang dipilih adalah yang memiliki kekuatan struktur dan ketahanan yang layak untuk tujuan hunian sementara.

Material hunian sementara minimal harus:

- a. Tahan api sesuai standar resmi nasional.
- b. Tidak beracun bagi manusia.
- c. Tidak beracun bagi lingkungan secara umum.
- d. Dirancang untuk meminimalkan sudut-sudut yang tajam.
- e. Material bangunan harus cukup kuat untuk mendukung perkiraan beban.

### 2.2.1. Cara Memilih Material Hunian Sementara

Palang Merah Indonesia (2019) menjelaskan material pada hunian sementara dapat dipilih dengan cara dengan kriteria sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Cara memilih material hunian sementara**

Jenis Material	Deskripsi Cara Pemilihan Material
Air	<ul style="list-style-type: none"><li>• Air sebaiknya tidak payau atau asin.</li><li>• Harus bebas dari tanaman atau sampah.</li></ul>
Pasir	<ul style="list-style-type: none"><li>• Idealnya adalah pasir kasar yang tajam dibandingkan pasir kali karena akan memiliki lebih memiliki daya cengkram yang baik.</li><li>• Diayak sebelum digunakan.</li></ul>

Baja	• Batang baja biasa, umumnya 10 cm, penting untuk pondasi dan kekuatan kolom.
Semen	Semen harus disimpan dengan aman dan dijaga agar tetap kering sampai waktu penggunaan.
Batu	Batu pondasi harus dipilih berdasarkan konsultasi dengan para tukang ahli dan insinyur setempat, untuk memastikan batu tersebut tidak remuk ketika digunakan sembarangan.
Batu Kerikil	Kerikil yang dibuat dari pecahan batu yang akan digunakan dalam campuran beton berukuran antara 10-50 mm.

Sumber: Palang Merah Indonesia, 2019

### 2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Material Kerangka Hunian Sementara

Palang Merah Indonesia (2019) menjelaskan material kerangka pada hunian sementara yang digunakan harus diseleksi agar cocok dengan keterampilan dan kapasitas setempat dan teknologi baru yang diperkenalkan, sedangkan adanya pelatihan mendalam kemungkinan besar dibutuhkan untuk memastikan para pekerja setempat memahami cara kerja material.

**Tabel 2.2 Kelebihan dan kekurangan material hunian sementara**

Jenis Material	Deskripsi Kelebihan dan Kekurangan Material
Kayu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tingkat kelembaban minimal kayu diukur khusus. Ketika kayu yang belum dikeringkan dan digunakan dalam sambungan atau persendian, ada kemungkinan penyusutan dan retakan.</li> <li>• Sangat penting untuk kayu tidak menyentuh tanah dan terlindung dari hujan kecuali jika jenis kayunya berdaya tahan tinggi.</li> </ul>
Bambu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bambu dapat menjadi alternatif kayu yang sangat ramah lingkungan.</li> <li>• Rumpun bambu umumnya mencapai usia matang setelah 12 tahun, dan berbunga lalu mati pada usia antara 50-100 tahun.</li> </ul>

Kerangka Baja	Sangat tahan lama, tahan hama, dan kuat membuat kerangka baja sangat ideal ketika material bangunan harus dibawa dari jauh.
---------------	---

Sumber: Palang Merah Indonesia, 2019

### 2.2.3. Material Batu

Stulz & Mukerji (1993) menjelaskan bahwa batu alam adalah material paling melimpah dan paling tahan lama, dan ditemukan terutama di daerah perbukitan. Berbagai jenis dan bentuk batu alam bisa digunakan untuk menghasilkan bahan bangunan lainnya. Ekstraksi batu dimungkinkan dengan alat sederhana seperti bor, baji dan palu, tetapi keterampilan sangat penting untuk memastikan pemotongannya baik dan akurat. Batu utama yang digunakan dalam bangunan dibagi menjadi tiga kategori geologis:

1. Batuan beku, umumnya kristal, terbentuk oleh pendinginan magma cair retakan di kerak bumi. Oleh karena itu, tidak dapat mengandung fosil atau cangkang.
2. Batuan sedimen, umumnya ditemukan berlapis-lapis yang terbentuk oleh disintegrasi dan dekomposisi batuan beku karena pelapukan.
3. Batuan metamorf, yaitu batuan beku atau batuan sedimen yang berubah secara struktural, disebabkan oleh panas dan tekanan yang sangat besar.

Keunggulan batu sebagai material konstruksi sudah tidak diragukan lagi, antara lain:

- a. Biasanya berlimpah dan mudah didapat di daerah perbukitan.
- b. Kekuatan dan daya tahan yang luar biasa dari sebagian besar jenis batu.
- c. Impermeabilitas atau kestabilannya baik.
- d. Dapat bertahan dari segala iklim.

#### 2.2.4. Material Bambu

Stulz & Mukerji (1993) menjelaskan bahwa penggunaan bambu sebagai bahan bangunan sudah ada sejak penemuan awal alat konstruksi. Bambu telah menghasilkan banyak sekali bentuk dan teknik konstruksi, yang mampu bertahan dari berbagai jenis iklim, lingkungan, dan sebagainya. Bambu memiliki potensi yang hampir tak terbatas untuk pengembangan bentuk-bentuk baru dan metode konstruksi, serta sifat karakteristiknya.

Keunggulan bambu sebagai material konstruksi sudah tidak diragukan lagi, antara lain:

- a. Bambu tersedia melimpah, murah dan cepat diganti setelah panen.
- b. Penanganan selama pekerjaan penebangan, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan konstruksi dapat dilakukan dengan sederhana menggunakan alat tradisional.
- c. Tidak ada limbah yang dihasilkan: semua bagian batang dapat digunakan; daunnya bisa digunakan.
- d. Permukaan halus dan tidak memerlukan perawatan permukaan.
- e. Rasio kekuatan tarik terhadap berat yang tinggi membuat bambu menjadi bahan yang ideal untuk konstruksi rangka dan struktur atap.
- f. Rumah bambu nyaman untuk kondisi hidup di iklim panas.
- g. Fleksibilitas dan bobotnya yang ringan mmebuat struktur bambu dapat bertahan bahkan dari gempa bumi yang kuat, dan jika terjadi keruntuhan

menyebabkan kerusakan yang lebih sedikit daripada kebanyakan material lainnya.

- h. Konstruksi dari bambu dapat dikerjakan dalam waktu singkat dan dengan biaya rendah.

#### **2.2.5. Material Kayu**

Stulz & Mukerji (1993) menjelaskan bahwa kayu adalah bahan yang sangat kompleks, tersedia dalam berbagai spesies dan bentuk, cocok untuk semua jenis aplikasi. Keragaman produk dan aplikasi kayu ini membutuhkan pengetahuan yang baik tentang sifat dan keterbatasan serta keterampilan dan pengalaman untuk memperoleh manfaat maksimal dari penggunaan kayu. Karena kayu tidak bisa sepenuhnya digantikan oleh bahan lain, kayu akan tetap menjadi salah satu bahan bangunan yang paling penting, dan karenanya diperlukan upaya besar untuk memelihara serta memperbaharui sumber daya kayu secara berkelanjutan.

Keunggulan kayu sebagai material konstruksi sudah tidak diragukan lagi, antara lain:

- a. Kayu cocok untuk konstruksi di semua zona iklim.
- b. Kayu dapat diperbarui asalkan penghijauan direncanakan dan dilaksanakan dengan baik.
- c. Sebagian besar jenis kayu memiliki kekuatan yang sangat tinggi untuk konstruksi.

- d. Kayu dapat dikerjakan dengan keterampilan tradisional dan jarang membutuhkan peralatan yang canggih.
- e. Produksi dan pengolahan kayu membutuhkan jumlah energi yang lebih sedikit daripada kebanyakan material bangunan lainnya.
- f. Kayu memberikan insulasi termal dan penyerapan suara yang baik.
- g. Menggunakan kayu dapat menghemat biaya dalam hal pengerjaan konstruksi.

### 2.3. Standar Dalam Hunian Sementara

Terdapat beberapa standar dalam hunian sementara yang harus diperhatikan, baik perencanaan dalam lingkungan dan perancangan bentuk hunian semmentaranya, standar yang ada antara lain:

**Tabel 2.3 Standar hunian sementara**

Sumber	Aspek	Indikator	Keterangan
United Nations High Commissioner for Refugees (2019)	Kriteria umum	Pemilihan lokasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mempertimbangkan latar belakang sosial dan budaya calon pengungsi.</li> <li>b. Kemiringan lahan &gt;10% tidak disarankan karena membutuhkan persiapan yang kompleks serta biaya tinggi.</li> <li>c. Hindari lahan berawa atau lahan yang</li> </ul>

			cenderung tergenang saat musim hujan.
	Pertimbangan umum perencanaan tapak	Perencanaan modul	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Modul keluarga : 1 keluarga (4-6 orang)</li> <li>b. Modul 1 komunitas : 16 keluarga (80 orang)</li> <li>c. Modul 1 blok : 16 komunitas (1.250 orang)</li> <li>d. Modul 1 sektor : 4 blok (5.000 orang)</li> </ul>
International Rescue Committee (2020)	Perencanaan tapak	Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kebutuhan luas ruang 3-4 m<sup>2</sup> per orang (belum termasuk ruang luar).</li> <li>b. Terdapat sumber material lokal dan berkelanjutan untuk bahan bangunan dan bahan bakar.</li> <li>c. Kemiringan lahan maksimal 10%.</li> <li>d. Menghindari penataan hunian dengan deretan yang terlalu memanjang.</li> <li>e. Bukaan minimal yang ada dalam hunian sementara adalah 20% dari luasan bidang.</li> </ul>
Purnomo, H (2013)	Antropometri manusia	Perabot dan ruang	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>single bed</i> berukuran 100x200 centimeter.</li> </ul>

United Nations High Commissioner for Refugees (2019) menjelaskan bahwa terdapat aspek dalam hunian sementara, seperti pemilihan lokasi yang mempertimbangkan sosial dan budaya, tidak tergenang, terdapat vegetasi, dan kemiringan lahan tidak lebih besar dari 10%. Kemudian terkait perencanaan modul yang dapat menampung per keluarga, komunitas, blok, hingga sektor. Sedangkan Purnomo, H (2013) menjelaskan keterkaitan perabot ruang tempat tidur dengan kapasitas *single bed* berukuran 100x200 centimeter, sela sirkulasi bagi dapur minimal 1 meter.

#### **2.4. Sistem Modular**

Menurut Ervianto (2008), Sistem modular adalah metoda pelaksanaan pembangunan dengan memanfaatkan material atau komponen pabrikasi yang dibuat di luar lokasi proyek atau di dalam lokasi proyek namun perlu disatukan lebih dahulu antar komponennya (*erection*) ditempat yang seharusnya/posisi dari komponen tersebut.

Dari proses tahapannya, penerapan sistem modular terdapat beberapa kegiatan yang harus dilakukan, antara lain:

1. *Planning* : Pada tahap perencanaan ini dimulai dengan tahap konseptual sampai selesainya pelaksanaan pekerjaan.
2. Pengendalian Proyek : Proses pengendalian mencakup perencanaan anggaran biaya awal sampai dengan pembiayaan proyek keseluruhan.
3. Perencanaan Modul : Pada tahap konseptual ini dilakukan penelitian terkait pemilihan dimensi ukuran, jenis material dan berat dari setiap modul. Tahap

ini menjadi dasar pemikitan modul memungkinkan untuk dipindahkan dari lokasi pembuatan ke lokasi proyek atau membuat modul di lokasi langsung.

4. Pengadaan : Dalam proses pengadaan mencakup hal-hal antara lain *design engineering*, pabrikasi, transportasi, *handling* dan *erection*.

5. Transportasi : Transportasi pemindahan modul pracetak adalah kegiatan yang membutuhkan beberapa peralatan yang spesifik.

6. Perencanaan Lokasi : Perencanaan di lokasi proyek disesuaikan dengan beberapa hal seperti, adanya akses jalan masuk dan adanya fasilitas.

Apabila dibandingkan dengan metode sistem konstruksi seperti biasa yang dilakukan pada umumnya, sistem modular memiliki beberapa keunggulan yang dapat dijadikan hal positif apabila diterapkan pada situasi khusus atau darurat. Dari beberapa perbandingan berikut, sistem modular dinilai lebih efisien dalam hal pengadaan dan waktu serta pengerjaan dibandingkan metode konstruksi konvensional.

**Tabel 2.4 Perbandingan sistem konvensional dan sistem modular**

Penjelasan	Sistem Konvensional	Sistem Modular
Perancangan		
Kompleksitas	Lebih sederhana.	Mendalami sistem produksi, transportasi, <i>erection</i> dan <i>connection</i> .
Bentuk dan Ukuran		
Bentuk bangunan	Lebih efisien untuk bentuk bangunan yang tidak teratur.	Lebih efisien untuk bentuk bangunan yang teratur.
Volume dan sifat pekerjaan	Kecil dan tidak berulang.	Lebih besar dan berulang.
Pelaksanaan		

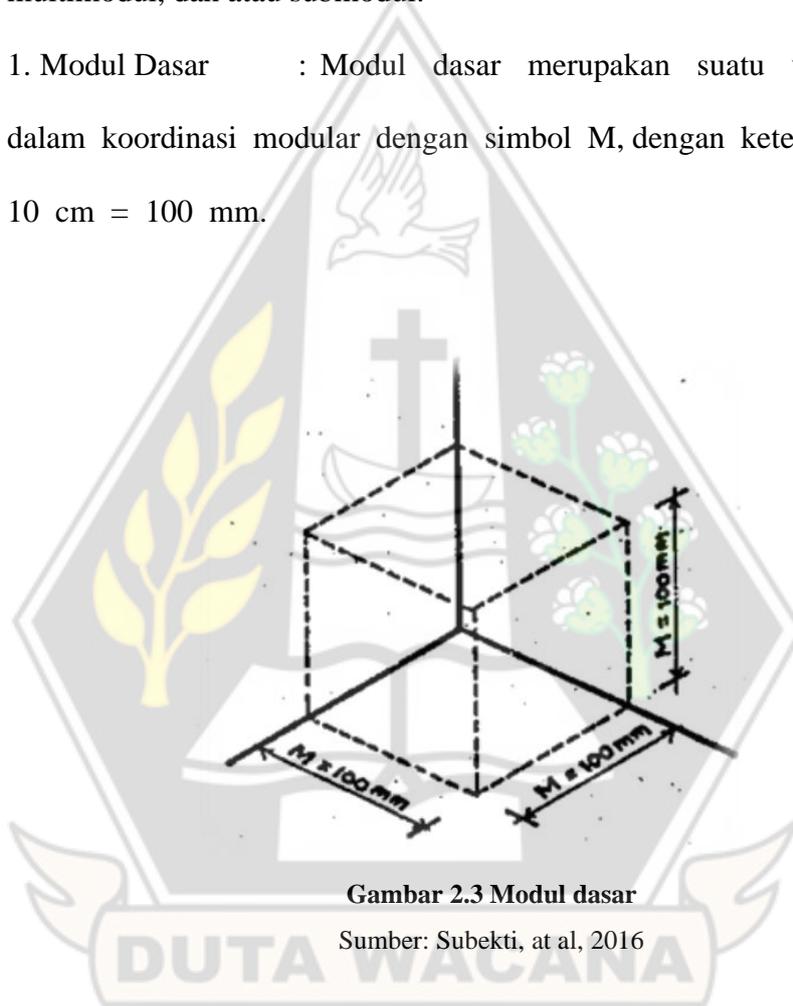
Waktu	Lebih lama.	Lebih cepat $\pm$ 25% karena pekerjaan dapat dilaksanakan secara paralel.
Biaya	Lebih murah jika : bentuk bangunan tidak teratur, volume kecil dan tidak repetitif.	Lebih murah jika : Bentuk bangunan teratur (maksimum 6 type komponen), volume pekerjaan $\geq$ 2200 m <sup>3</sup> .
Teknologi	Teknologi konvensional.	Keahlian khusus.
Tenaga kerja	Lebih banyak.	Lebih sedikit karena sebagian pekerjaan dilaksanakan di pabrik.
Koordinasi pelaksanaan	Struktur organisasi lapangan lebih rumit.	Lebih sederhana.
Pengawasan dan pengendalian	Jumlah item pekerjaan lebih banyak.	Lebih sederhana.
Sarana kerja	Jumlah dan komposisi lebih banyak.	Jumlah dan komposisi lebih sedikit.
Kondisi lapangan	Memerlukan ruang kerja lebih luas untuk bekerja dan penumpukan material.	Relatif lebih kecil karena produksi dilakukan di pabrik.
Kondisi cuaca	Pengaruh cuaca terhadap pelaksanaan dilapangan besar.	Relatif kecil karena produksi komponen di pabrik.
Pekerjaan finishing	Harus menunggu proses pelaksanaan selesai.	Dapat dikerjakan di pabrik.
Hasil Pekerjaan		
Ketepatan dimensi	Hasil kerja sangat dipengaruhi oleh skill pekerja.	Sistem dan metoda produksi dibuat tidak tergantung dari skill pekerja.
Mutu	Tergantung pekerja dan pengawasan.	Lebih terjamin.
Finishing	Resiko biaya tak terduga tinggi.	Resiko biaya tak terduga relatif rendah.

Sumber: Ervianto, 2008

### 2.4.1. Penerapan Koordinasi Sistem Modular

Menurut Subekti, et al (2016), koordinasi modular adalah suatu sistem koordinasi dimensional dari berbagai produk bahan, komponen dan elemen bangunan dalam suatu bangunan yang didasarkan atas modul dasar, multimodul, dan atau submodul.

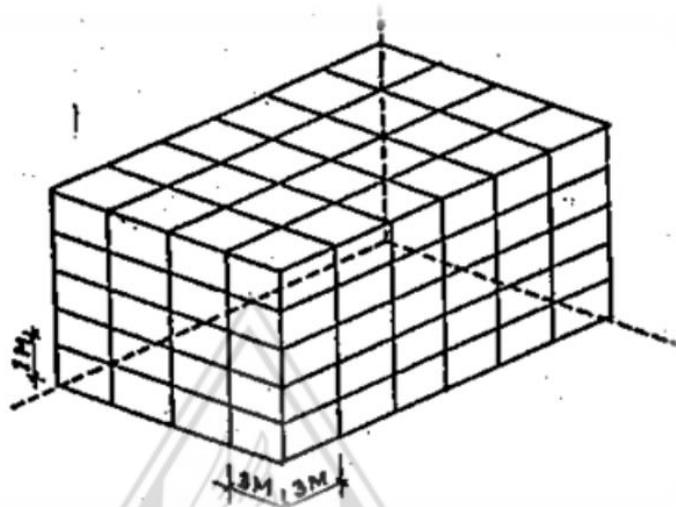
1. Modul Dasar : Modul dasar merupakan suatu ukuran dasar dalam koordinasi modular dengan simbol M, dengan ketentuan  $1 M = 10 \text{ cm} = 100 \text{ mm}$ .



Gambar 2.3 Modul dasar

Sumber: Subekti, et al, 2016

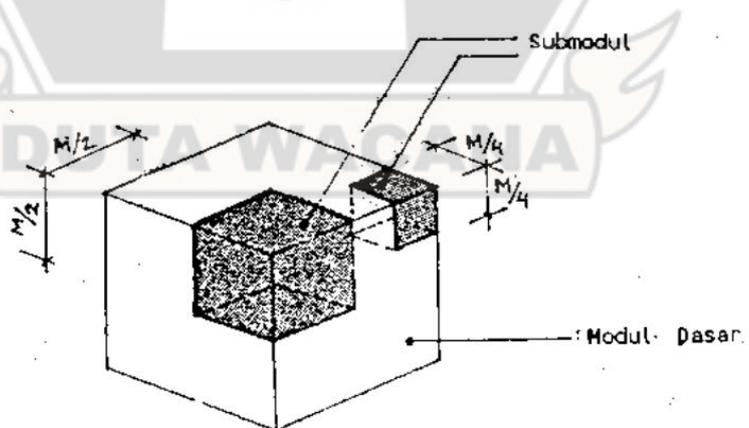
2. Multimodul : Multimodul merupakan modul yang ukurannya ditentukan berdasarkan kelipatan bilangan bulat dari modul dasar. Dasar kelipatan modul dasar tersebut dipilih beberapa multi modul sebagai multimodul standar.



**Gambar 2.4 Multimodul**

Sumber: Subekti, at al, 2016

3. Submodul : Submodul merupakan pecahan terpilih yaitu  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  atau modul dasar. Sub modul digunakan jika dibutuhkan dimensi yang lebih kecil dari modul dasar. Ukuran submodul tidak boleh dipergunakan untuk jarak antara dua bidang acuan vertikal yang modular.

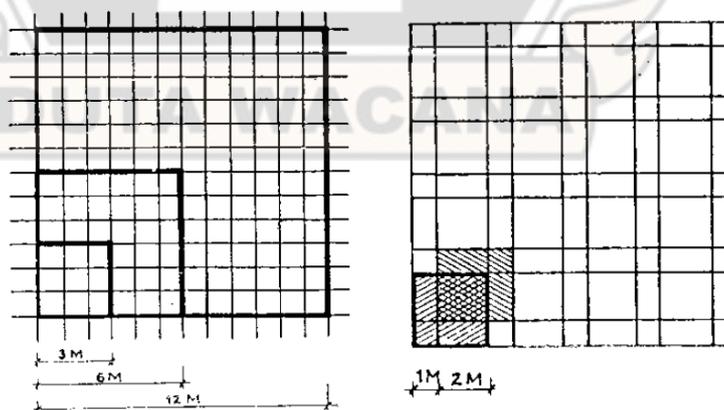


**Gambar 2.5 Submodul**

Sumber: Subekti, at al, 2016

Ketentuan dasar dari sistem modul terdiri dari: ukuran arah horizontal dan atau ukuran arah vertikal harus berdasarkan multimodul, ukuran bangunan sesuai dengan standar-standar mengenai koordinasi modular, ukuran komponen dan elemen bangunan sesuai dengan standar-standar mengenai koordinasi modular, ukuran-ukuran berguna dari setiap produk komponen bangunan non struktural dan elemen bangunan non struktural, penggunaan standar-standar mengenai koordinasi modular tidak mengurangi ketentuan-ketentuan teknis.

Penerapan Koordinasi Modul dalam perencanaan teknis dapat dilakukan dengan membuat sistem acuan berupa sistem garis dan bidang yang dijadikan dasar pada tahap perencanaan teknis sebagai dasar ukuran dan perletakan komponen-komponen dan elemen-elemen. Serta juga dengan membuat jaringan ruang modul yang merupakan sistem acuan tiga dimensional.

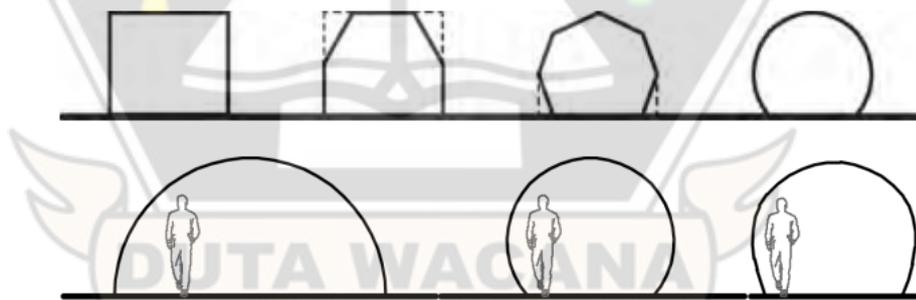


**Gambar 2.6 Penerapan modul 1M, 3M, dan 6M**

Sumber: Subekti, at al, 2016

#### 2.4.2. Sistem Modular Hunian Sementara

Sistem modular bertujuan untuk mengurangi masalah kekurangan tenaga kerja, rendahnya produktivitas, dan pencemaran lingkungan. (Hyun, Kim, Lee H., Park, & Lee J., 2020) Sistem modular yang diterapkan pada hunian sementara memiliki beberapa kelebihan, seperti desain yang sama dan struktur yang sederhana sehingga mudah didistribusikan, proses perakitan yang mudah, waktu perakitan yang cepat, dan fungsi yang menyesuaikan dengan kebutuhan individu ketika dalam pengungsian. Geometri spasial yang sederhana dan sama merupakan salah satu keunggulan dari sistem struktur modular, yang tentunya menyesuaikan dengan dimensi dari hunian semmentaranya. (Farrokhsiar, Mirhosseini & Saeedfar, 2020)

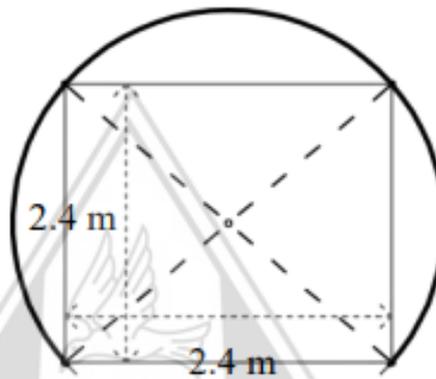


**Gambar 2.7 Transformasi dan kriteria dimensi modular hunian sementara**

Sumber: Farrokhsiar, Mirhosseini & Saeedfar, 2020

Lebar setiap modul ditentukan oleh ruang yang dibutuhkan ketika digunakan oleh individu pengguna dalam aktivitas sehari-hari. Bentuk lingkaran atau kubus harus menyesuaikan dengan standar standar

pergerakan manusia dari pengguna, seperti minimal ketinggian modul yang harus tinggi bagi orang dewasa dan lebar 2,4 meter.



**Gambar 2.8 Dimensi minimal modular hunian sementara**

Sumber: Farrokhsiar, Mirhosseini & Saeedfar, 2020

Bentuk sistem modular memiliki sistem struktur yang menyambung yang menutupi bagian dalam, yang tentunya menggunakan sistem diagonal bracing untuk memperkuat strukturnya. Pemilihan bentuk juga menyesuaikan material dan teknik konstruksi yang akan digunakan pada lokasi, sebab tidak jarang material dan teknik konstruksi yang digunakan lebih mengarah ke bahan lokal penduduk setempat. Penduduk setempat lebih mengenal material dan teknik konstruksi sistem modular yang sering digunakan di daerahnya sehingga nantinya dapat mudah dan cepat dibuat.

## **2.5. Pengertian Kearifan Lokal**

Diem (2012) menjelaskan bahwa kearifan merupakan pengetahuan yang dikembangkan oleh kelompok masyarakat setempat dari pengalaman panjang

dalam berinteraksi dengan alam dalam ikatan hubungan yang saling menguntungkan kedua belah pihak secara berkelanjutan. Kearifan lokal sebagai sumber energi potensial dari sistem pengetahuan kolektif masyarakat untuk hidup bersama secara dinamis. Dalam hal ini kearifan lokal tidak hanya sebagai acuan tingkah laku seseorang, tetapi juga mampu mendinamisasi kehidupan masyarakat yang penuh fenomena lokalitas.

Menurut Syarif (2020), terdapat 2 jenis kearifan lokal yang berkembang hingga saat ini, antara lain:

1. Kearifan Lokal Tradisional : Kearifan lokal ini merupakan nilai yang telah diteruskan secara turun-temurun dalam waktu yang sangat panjang dan masih ada hingga saat ini.
2. Kearifan Lokal Kontemporer : Kearifan lokal ini merupakan nilai yang muncul karena adanya beberapa hal baru seperti adanya perkembangan teknologi.

Menurut Syarif (2020), terdapat 2 aspek bentuk kearifan lokal, antara lain:

1. Kearifan lokal nyata, yang dapat berupa benda cagar budaya, tekstual, dan bangunan atau arsitektural.
2. Kearifan lokal tidak berwujud, yang dapat berupa petuah secara verbal, ajaran nilai tradisional, dan sebagainya.

### **2.5.1. Kearifan Lokal dan Arsitektur**

Menurut Ronald (2005) menjelaskan bahwa ilmu arsitektur pada umumnya berpijak pada unsur konsep, cara membangun dan wujud

nyata dari bangunan sebagai lingkungan buatan dan lingkungan di sekelilingnya. Antara budaya lokal dengan arsitektur sangat berkaitan karena karya arsitektur merupakan bentuk fisik bangunan yang dihuni oleh manusia, dan manusia itu sendiri adalah pelaku dari budayanya. Arsitektur berkaitan dengan lingkungan tempat tinggal yang diciptakan untuk melindungi dirinya dari pengaruh alam. Arsitektur dan budaya lokal dari perilaku masyarakat tidak dapat dipisahkan, karena telah menjadi suatu kebiasaan yang akhirnya membentuk suatu budaya yang berlaku secara turun-temurun.

## **2.6. Teknik Konstruksi *Joint* Hunian Sementara**

Teknik konstruksi *joint* dapat menjadi bidang kekuatan dan kelemahan terhadap besarnya gayatekan dan tarik pada bangunan bergantung pada material yang digunakan. Penempatan *joint* yang tepat dapat membantu pengurangan resiko terjadinya retakan pada material yang disambungkan. (Pfeiffer & Darwin, 1987). Di daerah khusus rawan berangin kencang dan gempa bumi, *joint* harus dipasang mulai dari pondasi hingga atap dengan baik (Palang Merah Indonesia, 2019).

### **2.6.1. Bentuk Teknik Konstruksi *Joint* Hunian Sementara**

Palang Merah Indonesia (2019) menjelaskan bahwa teknik konstruksi *joint* memiliki sejumlah prinsip sederhana yang dapat diterapkan ketika bekerja dengan kayu dan bambu yang akan meningkatkan kekuatan dan ketahanan hunian sementara.



**Gambar 2.9** Salah satu jenis *joint* kayu hunian sementara

Sumber: <https://issuu.com>, diakses 10 Mei 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat beberapa contoh jenis *joint* dengan cara memaku, menyekrup, atau memasang baut dua bagian kayu menjadi satu, pengikat harus dipasang sepertiga bagian dari masing-masing sisi agar ikatannya maksimal.



**Gambar 2.10** Salah satu jenis *joint* bambu hunian sementara

Sumber: Palang Merah Indonesia, 2019

Fleksibilitas bambu yang tinggi membuat bambu menjadi material yang ideal untuk menyebarkan beban konstruksi bangunan. Bambu pada

umumnya dapat disambung dengan efektif menggunakan rentang material tali, kawat, paku pantek, paku atau baut & beton. Ketika menyambung bambu, penting untuk menggunakan metode yang mencegah bambu pecah karena faktanya bambu lebih mudah pecah daripada material kayu.

### 2.6.2. Spesifikasi Teknik Konstruksi *Joint* Hunian Sementara

Bangladesh Shelter Cluster (2015) menjelaskan bahwa teknik konstruksi *joint* memiliki rekomendasi spesifikasi standar ukuran sebagai berikut:

**Tabel 2.5 Spesifikasi teknik konstruksi *joint* hunian sementara**

Titik <i>Joint</i>		Spesifikasi
Atap	Penutup atap ke rangka atap	Kait 'J' panjang 6 mm diameter 75 mm + tutup baja + karet + baut + mur.
	Rangka ke balok	Baut + mur.
Dinding	Plat dinding	50 x 50 x 3 mm.
	Kolom ke dinding	Kawat (disambungkan ke lubang 12 mm di kolom).
	Kolom ke partisi	Kawat (disambungkan ke lubang 12 mm di kolom).
	Bracing ke kolom	Baut + mur.
	Dinding ke partisi	Kawat.
Pondasi	Kolom ke pondasi	Dibuat padat.

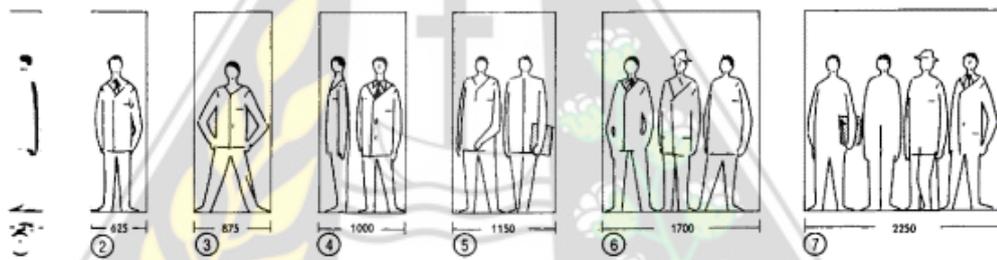
Sumber: Bangladesh Shelter Cluster, 2015

### 2.7. Ergonomi dan Pergerakan Manusia

Sunarmi (2014) menjelaskan bahwa ergonomi adalah ilmu terkait menyalurkan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang ataupun sebaliknya yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya

melalui pemanfaatan manusia dan lingkungannya secara optimal. Hal yang mempengaruhi ergonomi adalah pendidikan, postur badan, pengalaman kerja, umur dan lainnya. Sehingga akan terdapat hubungannya antara manusia dengan lingkungannya, baik lokasi, pencahayaan, sirkulasi udara, desain peralatan, dan sebagainya.

Neufert (1996) menjelaskan bahwa terdapat beberapa standar jarak dalam pergerakan manusia, baik secara individu maupun berdampingan, seperti pada gambar di bawah ini:



**Gambar 2.11 Pergerakan manusia**

Sumber: Neufert, 1996

Dalam bergerak pada suatu tempat atau area, manusia secara individu maupun berkelompok memiliki standar ukuran ruang yang dapat diberlakukan. Secara individu dimensi yang diperlukan manusia dalam bergerak dapat berukuran 500 milimeter hingga 875 milimeter. Dalam keadaan berdua berdampingan, ukuran ruang yang diperlukan untuk nyaman di antara 1000 milimeter hingga 1150 milimeter. Sedangkan untuk bertiga berdampingan diperlukan ruang 1700 milimeter, dan berempat diperlukan ruang 2250 milimeter.



## 2.8. *Software SAP 2000*

Sholeh (2021) menjelaskan bahwa SAP 2000 adalah software teknik sipil yang digunakan untuk menganalisa struktur bangunan dan telah dipakai secara luas di seluruh dunia. Program SAP 2000 ini memiliki beberapa kelebihan, terutama dalam perancangan struktur baja dan beton, dalam perancangan struktur baja SAP 2000 dapat merancang elemen struktur dengan menggunakan profil baja yang optimal dan seekonomis mungkin, sehingga dalam penggunaannya tidak perlu menentukan elemen awal dengan profil pilihannya, tetapi cukup memberikan data profil dari database yang ada pada SAP2000.

Dalam SAP 2000 terdapat hal yang harus diperhatikan dan menjadi komponen penting dalam melakukan simulasi penghitungan struktur, yaitu restraints yang merupakan adalah sifat-sifat dari titik *joint*. Setiap titik buhul (*joint*) mempunyai 6 (enam) komponen perpindahan, 3 (tiga) pergeseran global X, Y dan Z, dan 3 (tiga) perputaran global RX, RY dan RZ. Dalam penentuan penghitungan struktur, terdapat hal yang harus ditentukan dan dihitung sebelum simulasi dapat dilakukan, seperti jenis material, frame sections, pembebanan mati dan hidup.

Tahapan simulasi *software SAP 2000* yang akan dilakukan oleh peneliti antara lain:

1. Memasukkan bentuk geometri desain model yang mencakup bentuk, dimensi, dan jumlah grid.
2. Menentukan jenis material yang akan digunakan yang mencakup data material seperti kuat tekan, kuat tarik, dan elastisitas.

3. Menentukan teknik konstruksi *joint* yang akan digunakan seperti titik lokasi penempatan dan bentuk dari *joint* tersebut.
4. Menentukan tipe beban yang akan digunakan seperti beban hidup dan beban mati.
5. Memulai analisis dan dirumuskan hasil dari perhitungan strukturnya.

## **2.9. Software Design Builder**

Pawar & Kanade (2018) menjelaskan bahwa *design builder* adalah software canggih yang telah dikembangkan secara khusus untuk menjalankan simulasi energi plus. *Design builder* digunakan untuk memeriksa energi bangunan, CO<sub>2</sub>, kinerja pencahayaan dan kenyamanan termal. *Design builder* dapat membandingkan fungsi dan kinerja dengan cepat desain bangunan dan memberikan hasil tepat waktu dan sesuai anggaran. Fitur produktivitasnya yang inovatif memungkinkan bangunan yang kompleks untuk dimodelkan dengan cepat oleh pengguna non-ahli. Wasilowski & Reinhart (2009) menjelaskan bahwa dalam penggunaan *design builder* terdapat beberapa hal yang harus diperhitungkan seperti lokasi model diletakkan, geometri bentuk model, dan jenis material yang digunakan.

Tahapan simulasi *software Design Builder* antara lain:

1. Memasukkan bentuk geometri desain model yang mencakup bentuk, dimensi, bukaan, dan orientasi.
2. Menentukan jenis material yang akan digunakan yang mencakup data material seperti dimensi ketebalanan koefisien nilainya.

3. Menentukan lokasi penempatan model yang mencakup orientasi, suhu temperatur udara luar, dan kecepatan angin.
4. Memulai analisis dan dirumuskan hasil dari perhitungan kenyamanan termalnya.

### **2.10. Standar Kenyamanan Termal Pada Ruang Dalam**

Dalam Standar National Indonesia (2001) tentang tata cara perencanaan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung, dijelaskan bahwa kenyamanan termal pada sebuah ruang mempunyai beberapa standar, antara lain:

#### **1. Temperatur udara**

Temperatur udara merupakan factor utama dari kenyamanan termal walaupun hal ini tergantung pada ciri perasaan subjektif dan kenyamanan berperilaku. Standar kenyamanan termal untuk kategori hangat nyaman menurut SNI 03-6572-2001 adalah 25,8 °C – 27,1 °C.

#### **2. Kelembaban udara**

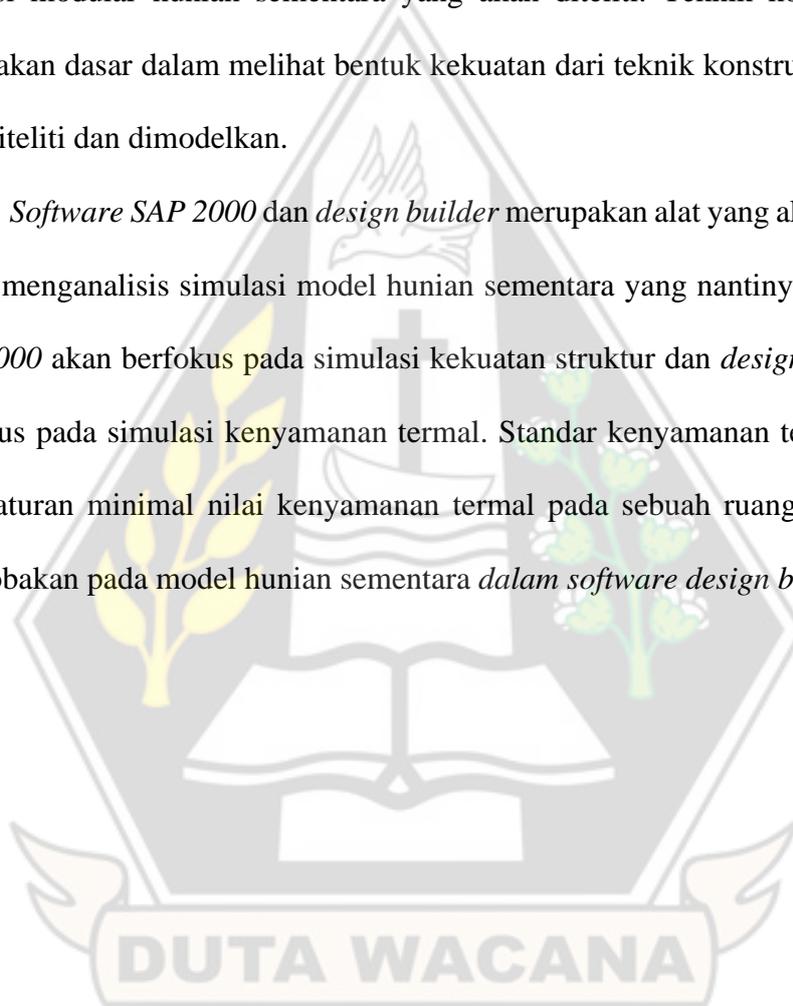
Kelembaban udara relatif untuk daerah tropis menurut SNI 03-6572-2001 adalah sekitar 40% - 50%. Untuk ruangan yang memiliki kapasitas padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif yang dianjurkan adalah antara 55%-60%.

### **2.11. Kesimpulan Tinjauan Pustaka**

Dari keseluruhan tinjauan pustaka yang sudah didapatkan, peneliti mengelompokkan beberapa dasar teori sebagai landasan acuan dalam penelitian ini. Hunian sementara yang berisi mengenai klasifikasi, bentuk, kerangka merupakan

acuan dalam dasar klasifikasi hunian sementara yang dibutuhkan dalam data awal, terutama dalam hal konteks teknologi dan kearifan lokal. Material hunian sementara akan menjadi acuan dalam penelitian mengenai potensi material lokal di sekitar lokasi penelitian. Sistem modular adalah dasar dalam menciptakan bentuk dan dimensi modular hunian sementara yang akan diteliti. Teknik konstruksi *joint* merupakan dasar dalam melihat bentuk kekuatan dari teknik konstruksi *joint* yang akan diteliti dan dimodelkan.

*Software SAP 2000* dan *design builder* merupakan alat yang akan digunakan dalam menganalisis simulasi model hunian sementara yang nantinya akan dibuat. *SAP 2000* akan berfokus pada simulasi kekuatan struktur dan *design builder* akan berfokus pada simulasi kenyamanan termal. Standar kenyamanan termal menjadi dasar aturan minimal nilai kenyamanan termal pada sebuah ruangan yang akan diujicobakan pada model hunian sementara *dalam software design builder*.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang akan digunakan dalam penulisan ini merupakan penelitian kualitatif untuk menentukan jenis *sampling*, pengumpulan data, dan analisis data. Menurut Yusuf (2014), penelitian kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi dan memahami sejumlah individu atau kelompok orang yang dianggap berasal dari masalah sosial atau kemanusiaan. Hal ini berarti dapat diartikan bahwa penelitian kualitatif merupakan jenis penelitian yang berfokus pada manusia itu sendiri yang menjadi sasaran penelitian tanpa memandang statusnya. Apabila dikaitkan dengan topik penelitian ini yang mengangkat tentang bencana, hunian sementara sebagai wadah atau tempat manusia untuk tinggal sementara setelah terjadinya bencana tanah longsor dinilai tepat sasaran. Adanya masalah di pengungsian massal saat terjadi bencana tanah longsor, membuat masyarakat merasa tidak nyaman terkait zona privasinya, sehingga dibutuhkan tempat tinggal sementara berupa hunian sementara agar masyarakat terdampak dapat tinggal dengan nyaman selama rumah tinggalnya diperbaiki atau dibangun ulang. Keterkaitan masyarakat sebagai pengguna hunian sementara juga menentukan bentuk dan komposisi dari hunian sementara yang akan dirancang, sebab masyarakat akan ikut terlibat dalam perencanaan dan proses pembangunannya apabila penelitian ini dapat dilanjutkan. Keinginan peneliti dalam merumuskan bentuk hunian sementara yang sesuai dengan kondisi tapak di lingkungan Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo memerlukan data dari lokasi yang dikolaborasikan dengan

teori dan akan dilakukan rancangan berupa simulasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan hunian sementara pada bencana tanah longsor.

Penelitian ini menggunakan jenis metode deskriptif yang diartikan untuk memberikan metode penelitian yang ditujukan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, yang berlangsung pada saat ini atau lampau. Menurut Yusuf (2014), penelitian deskriptif mempunyai karakteristik yang cenderung menggambarkan suatu fenomena apa adanya dengan cara menelaah secara teratur-tertetap, mengutamakan obyektivitas, dan dilakukan secara cermat. Apabila dikaitkan dengan tulisan ini, diperlukan gambaran sejelas mungkin dengan penyajian data sebaik mungkin.

Untuk mendapatkan data dan hasil yang diinginkan, metode penelitian yang digunakan adalah *simulation and modeling research*. Menurut Groat & Wang (2002), metode ini merupakan cara untuk mendapatkan pengalaman berupa proposal desain secara virtual (menggunakan teknologi komputer) sebelum digunakan di dunia nyata. Dalam proses simulasi nantinya akan menggunakan tipe *relationship of simulation research to logical argumentation*, yang berarti hubungan antara hasil simulasi akan dapat digunakan sebagai konsep untuk membentuk informasi yang dapat diperbandingkan dengan teori logikal. Terkait dengan penelitian ini, sistem simulasi yang dilakukan terhadap model hunian sementara menggunakan bantuan *software* komputer. Dalam mendapatkan data primer dan sekunder, digunakan beberapa sumber. Data primer didapatkan dari pengamatan langsung dan wawancara kepada responden terpilih. Data primer yang dimaksud terkait dengan nilai kearifan lokal (material atau teknik konstruksi *joint*)

dan pengalaman empiris dalam mengungsi bencana tanah longsor. Sedangkan data sekunder didapatkan dari sumber media dan buku yang menjelaskan tentang teori. Data sekunder yang dimaksud terkait dengan penghitungan sistem modular dan penghitungan *software*.

Penelitian ini menggunakan data lapangan secara nyata berupa data dari wawancara responden untuk menentukan permasalahan dan kebutuhan ruang darurat yang diperlukan, yang kemudian akan disimulasikan menggunakan *software* untuk menentukan bentuk modular yang sesuai dengan konteks lokasi. Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, penelitian deskriptif kualitatif ini dibuat bertahap menjadi dua bagian, yaitu tahapan penelitian dan tahapan perancangan. Pada tahap penelitian akan menggunakan data primer dan sekunder untuk membentuk dasar model hunian sementara, sedangkan pada tahap perancangan akan dilakukan pengujian simulasi dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan *software*. menggunakan proses sebagai berikut:

- a. Mencari dan mengidentifikasi kondisi lokasi penelitian baik dari kependudukan masyarakat dan fisik lingkungan Desa Hargotirto.
- b. Mencari dan mengidentifikasi potensi material lokal yang terdapat di sekitar Desa Hargotirto, baik dari jenis, ukuran, dan harga.
- c. Mencari dan mengidentifikasi tipologi bangunan Desa Hargotirto dari aspek konstruksi termasuk jenis teknik konstruksi *joint*.
- d. Membuat kesimpulan sementara dari analisis penelitian yang telah dilakukan dari segi kependudukan masyarakat dan lingkungan, jenis material lokal yang tersedia, dan jenis konstruksi *joint* yang diaplikasikan di Desa Hargotirto.

- e. Merumuskan pemodelan awal terkait dimensi modular, jenis material, dan teknik konstruksi *joint* yang akan dianalisis pada tahap selanjutnya.
- f. Merumuskan modul dari model hunian sementara berdasarkan konsteks arsitektural.
- g. Membuat spesifikasi yang akan digunakan pada simulasi konstruksi struktur menggunakan *software SAP 2000*.
- h. Membuat spesifikasi yang akan digunakan pada simulasi kenyamanan termal menggunakan *software design builder*.
- i. Merumuskan hunian sementara yang nyaman dan sesuai dengan kondisi tapak Desa Harogotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo.

### **3.2. Variabel dan Komponen Penelitian**

Penentuan variabel yang dilakukan dalam penelitian ini berasal dari klasifikasi bentuk modular hunian sementara, *software SAP 2000*, dan *software design builder* pada bab Tinjauan Pustaka. Variabel penelitian ini merupakan dasar awal dari tahap penelitian ini. Variabel ini menggunakan observasi secara berulang pada konteks lokasi penelitian, serta ada tahap wawancara yang dilakukan kepada beberapa responden untuk mencari lebih dalam bentuk hunian sementara yang akan dirancang. Sehingga nantinya akan diketahui hasil pengolahan observasi dan wawancara sesuai dengan bab tinjauan pustaka atau tidak. Variabel penelitian dibagi menjadi tiga, yaitu hunian sementara, simulasi menggunakan *software SAP 2000*, dan simulasi menggunakan *software design builder*.

Dalam penulisan ini, terdapat 2 jenis tahapan penelitian yang berbeda, yaitu tahap penelitian dan tahap perancangan. Pada tahap penelitian akan berfokus pada pembentukan bentuk modular hunian sementara yang didapat dari hasil survey dan perbandingan teori. Tahap penelitian ini berawal dari identifikasi lokasi penelitian hingga rumusan pemodelan awal hunian sementara. Pada tahap penelitian terdapat variabel yang komponennya berisi antara lain:

**Tabel 3.1 Variabel dan komponen dalam penelitian**

Variabel	Sumber	Hunian Sementara	Komponen
Hunian Sementara	Hyun, Kim, Lee H., Park, & Lee J., (2020), Farrokhsiar, Mirhosseini & Saeedfar (2020)	Sistem Modular	a. Bentuk b. Kerangka c. Dimensi
	Palang Merah Indonesia (2019)	Jenis Material	a. Alam b. Buatan
	Bangladesh Shelter Cluster (2015), Palang Merah Indonesia (2019)	Jenis Konstruksi <i>Joint</i>	a. Peletakan b. Jenis sambungan

Sumber: Peneliti, 2022

Sedangkan dalam tahap perancangan akan berfokus pada uji simulasi dari hasil penelitian bentuk hunian sementara yang sudah didapatkan sebelumnya. Tahap perancangan ini berawal dari merumuskan modul hunian sementara hingga uji simulasi kekuatan struktur dan kenyamanan termal. Pada tahap perancangan terdapat variabel yang komponennya berisi antara lain:

**Tabel 3.2 Variabel dan komponen dalam perancangan**

Variabel	Sumber	<i>SAP 2000/ Design Builder</i>	Komponen
<i>Software SAP 2000</i>	Sholeh (2021)	Geometri	a. Grid struktur b. Dimensi c. Bentuk
		Jenis <i>Joint</i>	a. Titik lokasi b. Bentuk
		Jenis Material	a. Kuat tekan b. Kuat tarik c. Elastisitas d. Poisson ratio e. Berat jenis
		Tipe Beban	a. Mati b. Hidup c. Gempa d. Angin
<i>Software Design Builder</i>	Pawar & Kanade (2018), Wasilowski & Reinhart (2009), Design Builder (2009)	Lokasi	a. Orientasi b. Suhu temperatur c. Kecepatan angin
		Geometri	a. Bentuk b. Dimensi c. Bukaan d. Orientasi
		Jenis Material	a. Dimensi ketebalan b. Koefisien nilai

Sumber: Peneliti, 2022

Namun dengan berbagai variabel yang ada, peneliti nantinya akan menentukan variabel yang sudah ditentukan komponennya, sehingga dalam proses simulasi nantinya terdapat komponen software yang tidak diubah-ubah. Pada dasarnya penelitian ini berfokus pada bentuk pemodelan desain modular hunian sementara, sehingga aspek simulasi berupa *software SAP 2000* dan *design builder*

hanya sebagai tambahan, sehingga tidak akan dibahas terlalu detail dalam penelitian ini. Kemudian dalam pembahasan nantinya hasil simulasi setiap software juga hanya akan membahas secara sederhana dari 1 atau 2 bagian dari setiap model yang disimulasikan.

### 3.3. Sampel Penelitian

Penelitian deskriptif kualitatif memerlukan beberapa sasaran amatan agar dapat dideskripsikan ke dalam topik penelitian ini, sasaran dari amatan ini adalah masyarakat terdampak bencana tanah longsor di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo. Untuk mendapatkan keakuratan dalam hasil wawancara, teknik pengambilan sampel adalah *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* ini merupakan salah satu cara untuk mendapatkan hasil wawancara yang akurat dan merata pada masyarakat terdampak bencana tanah longsor dan industri tukang lokal. Peneliti menentukan beberapa responden yang memiliki peran penting ataupun mempunyai wewenang dalam lokasi penelitian. Responden yang dipilih dalam penelitian ini antara lain:

**Tabel 3.3 Target responden dalam penelitian**

No.	Responden	Peran
1	BPBD Kabupaten Kulonprogo	Pihak yang memiliki peran penting dalam mengelola status kebencanaan tanah longsor di seluruh kabupaten.
2	Camat Kecamatan Kokap	Pihak yang kenal dengan kondisi kecamatannya, baik dari kondisi fisik maupun non fisik di setiap desa di dalam kecamatannya.

3	Kepala Kelurahan Desa Hargotirto	Pihak yang mengetahui asal-usul dan seluk beluk desa secara mendalam, baik dari segi lingkungan dan masyarakat desanya.
4	Masyarakat Desa Hargotirto	Pihak-pihak yang mengetahui dengan jelas dan akurat mengenai kondisi asli dari Desa Hargotirto.
5	Tukang lokal atau industri lokal Kecamatan Kokap	Pihak yang mengetahui tentang material lokal dan teknik ketukangan material lokal di Kecamatan Kokap.
6	Pemilik rumah Desa Hargotirto	Pemilik rumah Desa Hargotirto yang memiliki rumah dengan kriteria mayoritas bangunan berbahan material alam lokal (kayu atau bambu), berkonstruksi jenis <i>joint</i> tradisional, berada di daerah rawan (dekat tebing atau jurang), dan masih berbentuk rumah tradisional atau kampung.

Sumber: Peneliti, 2022

### 3.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Metode yang digunakan tersebut antara lain:

#### a. Metode pengumpulan data primer

Untuk mendapatkan data primer dalam penelitian ini, dilakukan pengamatan secara langsung pada lokasi penelitian serta wawancara pada responden yaitu masyarakat terdampak bencana tanah longsor di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo. Metode pengumpulan data primer ini ditujukan untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi asli di lokasi penelitian, baik dari lingkungan maupun masyarakat. Metode pengumpulan data primer yang akan digunakan antara lain:

#### 1. Observasi atau pengamatan

Jenis observasi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode observasi partisipasi. Observasi partisipasi adalah metode pengumpulan data yang digunakan untuk menghimpun data penelitian melalui pengamatan dan penginderaan di mana peneliti terlibat dalam keseharian informan (Sutabri, 2012). Jenis observasi tersebut memiliki makna bahwa pengamat selaku peneliti harus ikut terjun langsung ke dalam keseharian lingkungan di masyarakat Desa Hargotirto Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, untuk mendapatkan hasil akurat mengenai kondisi asli di sana. Hasil observasi yang didapatkan akan dituangkan ke dalam dokumentasi.

## 2. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa wawancara adalah suatu kejadian atau suatu proses interaksi antara pewawancara dan sumber informasi atau orang yang di wawancarai melalui komunikasi langsung (Yusuf, 2014). Model wawancara yang dilakukan adalah wawancara mendalam, yang dimana semua pertanyaan yang diajukan kepada responden sudah dipilih di awal oleh peneliti. Dalam hal ini, seluruh responden memiliki kesempatan yang sama untuk menjawab pertanyaan peneliti, baik masyarakat terdampak Desa Hargotirto dan tukang lokal atau industri lokal di Kecamatan Kokap.

b. Metode pengumpulan data sekunder

Proses pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang terdapat dalam gambar peta, standar, pedoman, dan peraturan yang didapatkan dari beberapa literatur atau instansi pemerintahan. Metode pengumpulan data sekunder yang akan digunakan yaitu dengan *survey* pada beberapa instansi terkait. *Survey* yang dilakukan adalah pada instansi terkait kebencanaan serta lokasi penelitian dilakukan untuk mendapatkan data yang bersifat pendukung dalam tahap analisis nantinya. pada penelitian ini *survey* pada instansi terkait dilakukan pada pihak yang berkecimpung dengan Desa Hargotirto dan kebencanaan pada bencana tanah longsor, Seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Kulonprogo, Kelurahan Desa Hargotirto, dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulonprogo.

### 3.5. Metode Analisis

Untuk mencapai tujuan penelitian yang sudah ditentukan, diperlukan metode analisis yang sesuai dalam mengolah data yang sudah didapatkan peneliti, baik data primer dan data sekunder. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian yang dimaksud antara lain:

Langkah pertama yang dilakukan dalam proses penelitian ini adalah mengidentifikasi kependudukan dan lingkungan di Desa Hargotirto. Kondisi lingkungan akan menjadi dasar penelitian terkait kearifan lokal di Desa Hargotirto. Kearifan lokal yang dimaksud merupakan nilai lokal ketukangan yang ada di Desa

Hargotirto yang dapat digunakan sebagai data primer awal penelitian sebagai tambahan indikator variabel penelitian yang bersifat konteks lapangan pendukung.

Langkah selanjutnya dilakukan proses wawancara terhadap responden yang merupakan masyarakat terdampak bencana tanah longsor di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo. Peneliti menggunakan wawancara untuk mendapatkan hasil mengenai lokasi penelitian lebih dalam. Teknik wawancara yang dilakukan adalah wawancara mendalam, yang artinya peneliti menggali informasi secara mendalam dengan cara terlibat langsung dengan kehidupan informan dan bertanya jawab secara bebas tanpa pedoman pertanyaan yang disiapkan sebelumnya sehingga suasanaanya hidup, dan dilakukan berkali-kali (Yusuf, 2014). Masyarakat terdampak bencana tanah longsor di Desa Hargotirto dapat memberikan gambaran penuh mengenai kondisi pada saat pengungsian yang membuat dirinya merasa tidak nyaman yang pada akhirnya membutuhkan hunian sementara. Peneliti akan mendapatkan hasil yang baik apabila keterlibatannya dalam mencari informasi dengan responden juga dilakukan dengan terlibat langsung.

Langkah lanjutannya adalah mencari dan mengklasifikasikan jenis material lokal dan jenis konstruksi *joint* yang terdapat di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo. Untuk mencari jenis material dan jenis konstruksi *joint* yang tersedia di lokasi, perlu dilakukan teknik observasi dan teknik wawancara seperti langkah sebelumnya di atas, termasuk melakukan beberapa identifikasi bentuk dan denah rumah tinggal masyarakat di Desa Hargotirto. Setelah mendapatkan data primer yang ada akan diklasifikasikan dengan menggunakan data

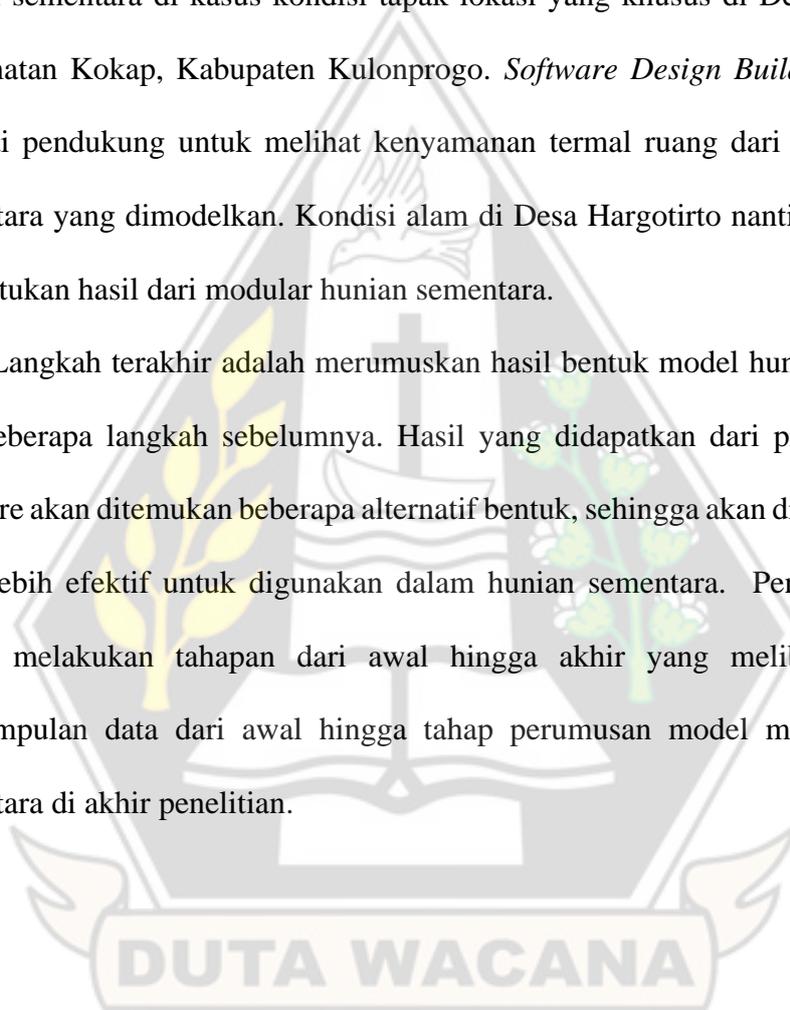
sekunder yang sudah didapatkan sesuai dengan variabel dan indikator yang sudah dibuat. Pada nantinya variabel dan indikator tersebut menjadi dasar dalam mengklasifikasikan dan menyaring kebutuhan dalam penelitian ini.

Langkah selanjutnya adalah mencari tipologi bangunan masyarakat Desa Hargotirto baik secara keruangan dan struktural. Nantinya bangunan masyarakat akan mencerminkan bentuk dan material yang dipakai pada konstruksi rumahnya, terutama pada aspek teknik konstruksi *joint*nya. Langkah keempat adalah membuat kesimpulan sementara dari penelitian yang telah dilakukan yang kemudian akan dilanjutkan dengan proses pemodelan awal sebelum lanjut ke dalam proses perancangan pemodelan hunian sementara.

Langkah selanjutnya setelah pemodelan awal dilakukan, didalami lagi terkait bentuk, dimensi, material, titik konstruksi *joint* dari modul hunian sementara yang akan diteliti. Setelah modul hunian sementara ditemukan selanjutnya terdapat simulasi menggunakan *software* khusus untuk mendapatkan hasil atau gambaran mengenai bentuk dan ukuran serta kekuatan dari hunian sementara yang sudah tersaring dari tahap sebelumnya. *Software* khusus yang dimaksud adalah dibidang arsitektur dan teknik sipil, seperti *autocad*, *sketchup* *SAP 2000*, dan *Design Builder*. *Software autocad* digunakan untuk menggambarkan lokasi asli, gambar model, gambar informasi dalam bentuk dua dimensi yang membantu memberikan informasi awal dalam penelitian ini. *Software sketchup* digunakan untuk menggambarkan bentuk dari hunian sementara yang sudah didapatkan dari proses sebelumnya yang akan dilakukan pengolahan berkali-kali sebagai bentuk pilihan alternatif hunian sementara. *Software SAP 2000* digunakan terakhir sebagai pilihan

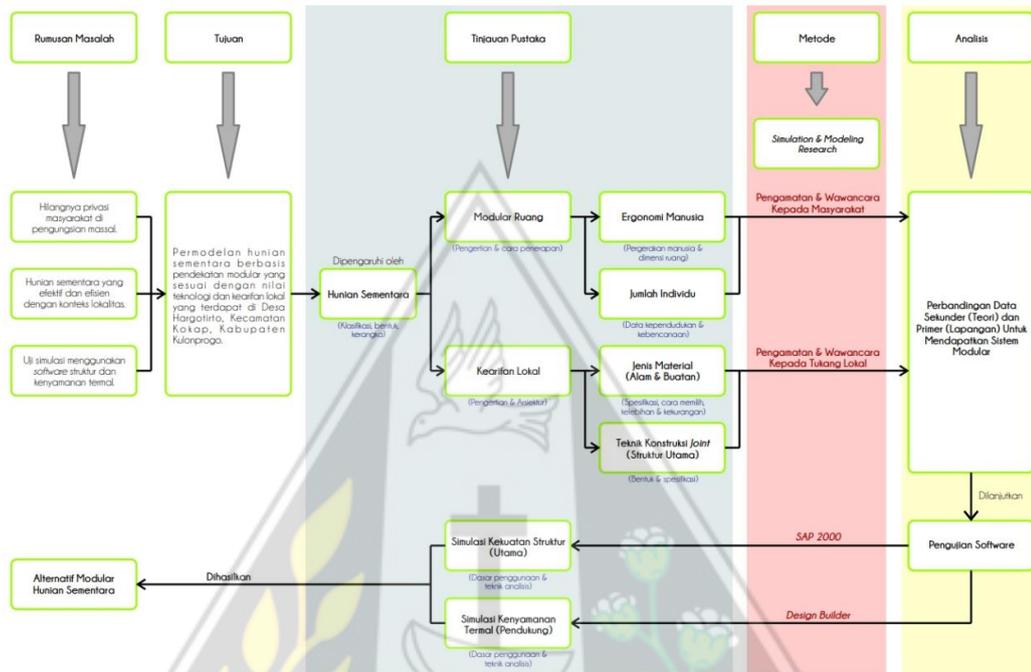
untuk meyakinkan bentuk dan ukuran dari model hunian sementara yang sudah dirancang, yang kemudian akan disimulasikan dengan berfokus pada kekuatan strukturnya. Penambahan penggunaan *software SAP 2000* ditujukan untuk membantu mendapatkan keakuratan hasil dari kekuatan struktur model bangunan hunian sementara di kasus kondisi tapak lokasi yang khusus di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo. *Software Design Builder* digunakan sebagai pendukung untuk melihat kenyamanan termal ruang dari modul hunian sementara yang dimodelkan. Kondisi alam di Desa Hargotirto nantinya juga akan menentukan hasil dari modular hunian sementara.

Langkah terakhir adalah merumuskan hasil bentuk model hunian sementara dari beberapa langkah sebelumnya. Hasil yang didapatkan dari proses simulasi software akan ditemukan beberapa alternatif bentuk, sehingga akan dilihat alternatif yang lebih efektif untuk digunakan dalam hunian sementara. Peneliti berperan dalam melakukan tahapan dari awal hingga akhir yang melibatkan proses pengumpulan data dari awal hingga tahap perumusan model modular hunian sementara di akhir penelitian.



### 3.6. Tahapan Penelitian

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:



Gambar 3.1 Tahapan analisis penelitian

Sumber: Peneliti, 2022

#### a. Perumusan masalah

Pada perumusan masalah, diangkat mengenai permasalahan yang dialami oleh pengungsi bencana tanah longsor di zona pengungsian massal selama ini beberapa kali terulang, seperti pengungsi merasa tidak mempunyai privasi dan kurangnya fasilitas yang layak. Kemudian tidak inginnya masyarakat terdampak untuk pindah jauh dari lokasi bekas tanah longsor karena kedekatan emosional, sosial, ekonomi, dan budaya dengan rumah atau lingkungan tinggalnya menjadi masalah dalam pengungsian. Padahal diketahui bahwa jenis tanah aluvial yang terdiri dari satuan andesit dan diorit porfiri di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo,

merupakan jenis tanah yang mudah bergerak atau labil. Ketika terjadi tanah longsor tanah sekitar di dekat lokasi juga akan ikut bergerak, sehingga membuat zona pengungsian massal dibuat cukup jauh. Oleh karena itu diperlukan hunian sementara yang dapat menampung privasi masyarakat terdampak yang dapat menyesuaikan konteks lokasi tapak penelitian dengan mempertimbangkan *kearifan lokal*, jenis material lokal, dan jenis konstruksi *joint* di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo.

b. Studi literatur

Studi literatur yang digunakan akan membantu untuk menganalisis pada tahap selanjutnya. Jenis literatur yang diambil berkaitan dengan pengertian, standar, aturan, dan lainnya yang berhubungan dengan topik penelitian. Sumber literatur yang diambil antara lain berasal dari artikel, berita, makalah, jurnal, dan buku, yang tentunya keakuratan sumber dapat dipertanggungjawabkan. Data studi literatur ini akan digunakan dalam menganalisis bentuk hunian sementara, jenis material, dan jenis konstruksi *joint* yang didapatkan dari data lokasi asli penelitian.

c. Pengumpulan data

Data menjadi bahan dasar dalam pengolahan dalam tahap analisis nantinya, oleh karena itu diperlukan teknik pengumpulan data yang sesuai dan akurat sesuai yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Jenis data yang diperlukan perlu sesuai dengan variabel dan indikator yang sudah disebutkan sebelumnya yang juga diambil dari kondisi asli lokasi penelitian, yakni data jenis kearifan lokal ketukangan, data responden terkait bentuk hunian sementara, serta jenis

material dan jenis konstruksi *joint*. Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, antara lain data primer yang diambil langsung dari observasi dan wawancara di lokasi penelitian, dan data sekunder yang didapatkan dari media internet dengan mempertimbangkan keakuratan dari sumber data tersebut.

d. Analisis

Dalam penelitian ini, terdapat enam tahapan analisis sebagai berikut:

1. Mencari dan mengidentifikasi kondisi lokasi penelitian baik dari kependudukan masyarakat dan fisik lingkungan Desa Hargotirto.
2. Mencari dan mengidentifikasi material lokal yang terdapat di sekitar Desa Hargotirto, baik dari jenis, ukuran, dan harga.
3. Mencari dan mengidentifikasi tipologi bangunan Desa Hargotirto dari aspek konstruksi termasuk jenis teknik konstruksi *joint*.
4. Membuat kesimpulan sementara dari analisis penelitian yang telah dilakukan dari segi kependudukan masyarakat dan lingkungan, jenis material lokal yang tersedia, dan jenis konstruksi *joint* yang diaplikasikan di Desa Hargotirto.
5. Merumuskan pemodelan awal terkait dimensi modular, jenis material, dan teknik konstruksi *joint* yang akan dianalisis pada tahap selanjutnya.
6. Merumuskan modul dari model hunian sementara berdasarkan konsteks arsitektural.
7. Membuat spesifikasi yang akan digunakan pada simulasi konstruksi struktur menggunakan *software SAP 2000*.

8. Membuat spesifikasi yang akan digunakan pada simulasi kenyamanan termal menggunakan *software design builder*..
9. Merumuskan hunian sementara yang nyaman dan sesuai dengan kondisi tapak Desa Harogotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo.

e. Penarikan kesimpulan

Menjawab dari rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya berdasarkan hasil proses analisis yang dilakukan oleh peneliti. Dalam proses ini kesimpulan ini, diharapkan dapat menjadi salah satu jawaban terbaik dari tujuan yang ingin dicapai peneliti. Hal yang ingin dicapai adalah mencari alternatif model modular hunian sementara berdasarkan pemilihan material dan teknik konstruksi *joint* yang sesuai dengan kearifan lokal di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo.

### **3.7. Kesimpulan Metode Penelitian**

Pada penelitian ini peneliti menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan metode *simulation and modeling research* yang terdiri dari dua tahapan yaitu tahap penelitian dan tahap perancangan. Pada tahap penelitian dilakukan dengan mencakup pengumpulan data lapangan dan tinjauan pustaka terkait kependudukan dan lingkungan Desa Hargotirto, jenis material Desa Hargotirto, dan jenis teknik konstruksi *joint* pada bangunan Desa Hargotirto, dan hingga terbentuk evaluasi sementara dari data tersebut untuk merumuskan bentuk pemodelan awal hunian sementara. Sedangkan pada tahap perancangan dilakukan dengan mencakup pemodelan hunian sementara, spesifikasi dan simulasi software SAP 2000 dan

design builder, dan merumuskan pemodelan yang sesuai dengan konsteks lokasi Desa Hargotirto.

Dalam pengumpulan data, ditentukan target responden dan variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Target responden meliputi wawancara dan pengambilan data dari pihak lembaga terkait bencana Kabupaten Kulonprogo, masyarakat Desa Hargotirto, tukang industri lokal di Kecamatan Kokap, dan pemilik rumah di Desa Hargotirto. Variabel penelitian yang dipilih berfokus pada jenis metode penelitian yang sudah ditentukan, yaitu terkait hunian sementara, *software SAP 2000*, dan *software design builder*. Hunian sementara mencakup sistem modular, jenis material, dan jenis konstruksi *joint*. *Software SAP 2000* mencakup geometri, jenis *joint* jenis material, dan tipe beban. *Software design builder* mencakup lokasi, geometri, dan jenis material. Peneliti menjabarkan setiap komponen variabel dari aspek hunian sementara, namun untuk aspek *software SAP 2000* dan *design builder* komponen variabel tidak keseluruhan dijabarkan karena lebih dimasukkan ke dalam *input* data dalam *software* secara langsung. Nantinya model yang ditemukan hanya ruang penting saja yang disimulasikan, sedangkan ruang pendukung tidak akan disimulasikan. Kemudian dikarenakan fokus penelitian ini adalah pemodelan modular dalam nilai teknologi dan kearifan lokal, penambahan proses simulasi *software* bersifat tambahan dan tidak dibahas terlalu detail. nantinya dalam pembahasan tidak akan membahas hasil simulasi terlalu detail, karena keterbatasan peneliti dalam menguasai keseluruhan aspek *software*. Oleh karena itu hasil dan pembahasan akan membahas secara sederhana dari contoh 1 atau 2 bagian pada hasil simulasi model setiap di *software*.

## BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam analisis yang dilakukan oleh peneliti didasarkan dari metode penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, seperti jenis penelitian, pengambilan sampel untuk dianalisis, jenis variabel penelitian, dan tahapan penelitian. Beberapa data yang didapat akan dianalisis secara kualitatif sehingga menghasilkan kesimpulan sementara yang kemudian akan digunakan dalam teknik pemodelan yang disimulasikan dari kekuatan struktur secara keseluruhan dan kenyamanan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

### 4.1. Identifikasi Lingkungan dan Kependudukan Desa Hargotirto

Desa Hargotirto dengan terletak di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, yang terdiri dari 14 dusun, seperti Sekendal, Keji, Segajih, Soropati, Teganing I, Teganing II, Teganing III, Tirto, Ceragah, Sungapan I, Sungapan II, Menguri, Sebatang, dan Nganti. Secara administratif Desa Hargotirto berada di antara Kecamatan Girimulyo (sebelah utara), Desa Hargowilis (sebelah selatan), Waduk Sermo (sebelah timur), dan Kabupaten Purworejo (sebelah selatan).

Tabel 4.1 Data pembagian tanah Desa Hargotirto

No	Status Tanah	Jumlah Per Tahun (Hektar)		
		1998	2004	2013
1	Tanah Sawah	0	0	0
2	Tanah Kering	161,60	160,70	159,20
3	Pekarangan/Bangunan	705,70	671,70	840,60
4	Hutan Rakyat	550	515	396,10
5	Lainnya	124,33	124,33	120,40

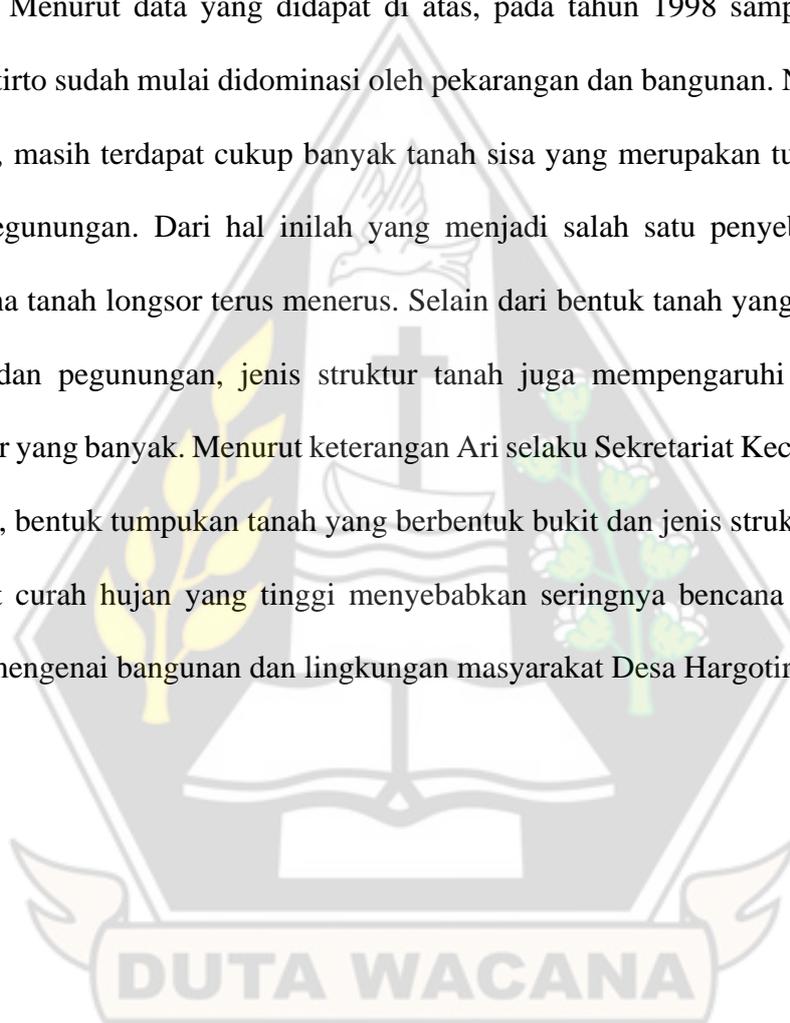
Jumlah	1471,3	1471,3	1471,3
--------	--------	--------	--------

Keterangan:

- Banyak mempengaruhi data
- Cukup mempengaruhi data
- Sedikit mempengaruhi data

Sumber: Kantor Kelurahan Desa Hargotirto, 1998-2013

Menurut data yang didapat di atas, pada tahun 1998 sampai 2013 Desa Hargotirto sudah mulai didominasi oleh pekarangan dan bangunan. Namun apabila dilihat, masih terdapat cukup banyak tanah sisa yang merupakan tumpukan bukit dan pegunungan. Dari hal inilah yang menjadi salah satu penyebab terjadinya bencana tanah longsor terus menerus. Selain dari bentuk tanah yang masih berupa bukit dan pegunungan, jenis struktur tanah juga mempengaruhi jumlah tanah longsor yang banyak. Menurut keterangan Ari selaku Sekretariat Kecamatan Kokap (2022), bentuk tumpukan tanah yang berbentuk bukit dan jenis struktur tanah serta tingkat curah hujan yang tinggi menyebabkan seringnya bencana tanah longsor yang mengenai bangunan dan lingkungan masyarakat Desa Hargotirto.





**Gambar 4.1 Kondisi bangunan sekitar bukit di Desa Hargotirto**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Pada kenyataannya, saat ini kondisi Desa Hargotirto kurang lebih hampir sama dengan beberapa tahun lalu apabila dilihat dari bentuk fisik lingkungannya. Beberapa rumah masih dikelilingi dan terjepit oleh tumpukan tanah yang berupa bukit dan pegunungan, sehingga berpotensi terkena bencana tanah longsor secara langsung. Dalam hal ini masyarakat juga tidak punya pilihan lain karena memang pada dasarnya tanah yang mereka beli dari awal sudah berada di sana sejak lama, sehingga sampai saat ini belum ada tindakan untuk mengantisipasi bencana tanah longsor apabila datang secara tiba-tiba.

**Tabel 4.2 Data jenis Rumah Desa Hargotirto**

No	Jenis Rumah	Jumlah Rumah		
		1998	2004	2013
1	Rumah Permanen	186	225	402
2	Rumah Semi Permanen	416	536	852
3	Rumah Kayu/Papan	508	421	233
4	Rumah Bambu/Gedhek	343	258	151
	Jumlah	1453	1470	1638

Keterangan:

- Banyak mempengaruhi data
- Cukup mempengaruhi data
- Sedikit mempengaruhi data

Sumber: Kantor Kelurahan Desa Hargotirto, 1998-2013

Menurut data yang didapat di atas, pada tahun 1998 sampai 2013 Desa Hargotirto memiliki jumlah bangunan rumah semi permanen yang lebih banyak dari rumah permanennya. Namun apabila dilihat lebih detail, jumlah rumah kayu dan rumah bambu juga tidak sedikit. Faktor masyarakat yang lebih memilih menggunakan banyak material alam lebih didominasi daripada rumah menggunakan material buatan. Hal ini tidak terlepas dari masih cukup banyak material alam lokal yang mendominasi di sekitar Desa Hargotirto. Salah satu faktor inilah yang mendasari peneliti menggunakan pendekatan kearifan lokal berupa material dan struktur dari material alam di Desa Hargotirto. Menurut keterangan Suardi selaku Seksi Keamanan Kecamatan Kokap (2022), mayoritas masyarakat Desa Hargotirto masih menggunakan material tradisional dalam membuat rumahnya, yakni menggunakan material alam lokal berupa kayu dan bambu. Hal ini dikarenakan faktor ekonomi masyarakat yang tidak terlalu baik seperti di daerah kota.



**Gambar 4.2 Kondisi bangunan Desa Hargotirto**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Dapat dilihat pada gambar di atas bahwa sebagian bangunan rumah pribadi ataupun bangunan publik berupa sekolah masih menggunakan material alam lokal sebagai bahan konstruksi. Mayoritas bangunan masih menggunakan kayu sebagai material struktur dan penutup, baik dari kolom, balok, hingga atap. Bangunan dengan material alam lokal ini masih ditemukan di sepanjang jalan utama di dalam Desa Hargotirto. Dari hal ini dapat diidentifikasi bahwa material alam lokal di sekitar Desa Hargotirto masih banyak dan berpotensi untuk diolah daripada menggunakan material buatan, seperti bata merah, batako, dan sebagainya. Model hunian sementara nantinya akan mengambil referensi dari data terkait material mayoritas lokal yang masih dipakai pada bangunan Desa Hargotirto saat ini.

Tabel 4.3 Data bencana tanah longsor Desa Hargotirto

NO	TANGGAL KEJADIAN	TEMPAT KEJADIAN	JENIS KEJADIAN	IDENTITAS PENCERITA MUSIBAH			RINCIAN KEJADIAN	URAIAN KEJADIAN	TINDAKAN PEMERINTAH	PILAFOR		
				NAMA	UMUR	PEKERJAAN						
1	3/1/2022	Subatang (04/17)	Tanah Longsor	Sumarta, DMS	54	PHK	terbatalang	Tembok beton rumah rusak (20 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Menghancurkan rumah yang ada di evakuasi dan dipindahkan sementara untuk menunggu di tempat yang lebih aman	Sungai	Dukuh
2	3/1/2022	Sungapan 1 (05/17)	Tanah Longsor	Nabi	57	Petani	Sungapan	Tembok dasar rumah rusak (25 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Menghancurkan rumah yang ada di evakuasi dan dipindahkan sementara untuk menunggu di tempat yang lebih aman	Dukuh	Dukuh
3	3/1/2022	Sungapan 1 (05/17)	Tanah Longsor	Kumidi	45	Petani	Sungapan	Tembok dasar rumah rusak (25 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Menghancurkan rumah yang ada di evakuasi dan dipindahkan sementara untuk menunggu di tempat yang lebih aman	Dukuh	Dukuh
4	3/1/2022	Sungapan 1 (05/17)	Tanah Longsor	Ngadim	62	Petani	Sungapan	Tali yang rusak (20 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Menghancurkan rumah yang ada di evakuasi dan dipindahkan sementara untuk menunggu di tempat yang lebih aman	Hutan	Dukuh
5	3/1/2022	Sungapan 2 (05/17)	Tanah Longsor	Prami Sema/0/ Prandi	50	Petani	Sungapan 1	Tanah longsor merusak garasi rumah (1 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Menghancurkan rumah yang ada di evakuasi dan dipindahkan sementara untuk menunggu di tempat yang lebih aman	Dukuh	Dukuh
6	3/1/2022	Sungapan 1 (05/17)	Tanah Longsor	Iswati	80	Petani	Sungapan 1	Tanah longsor merusak rumah (5 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Mendatangi rumah, mendistribusikan makanan dan perlengkapan yang sudah disiapkan	Tanah	Dukuh
7	3/1/2022	Sungapan 1 (05/17)	Tanah Longsor	Sugriyadi	59	Petani	Sungapan 1	Tanah longsor merusak rumah (5 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Mendatangi rumah, mendistribusikan makanan dan perlengkapan yang sudah disiapkan	Tanah	Dukuh
8	3/1/2022	Ngawi (04/12)	Tanah Longsor	Widi Prayoga	47	Petani	Ngawi	Tanah longsor merusak rumah (1 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Abadi	Marabak
9	3/1/2022	Ngawi (07/16)	Tanah Longsor	Semp	48	Petani	Ngawi	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Luruh hujan sehabis hujan lebat	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Abadi	Marabak
10	3/1/2022	Ngawi (07/16)	Tanah Longsor	Agus Mulyanto	33	Petani	Ngawi	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Abadi	Marabak
11	3/1/2022	Ngawi (08/12)	Tanah Longsor	Savitri	89	Petani	Ngawi	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Abadi	Marabak
12	3/1/2022	Tingging 1 (04/17)	Tanah Longsor	M. Elu Saputra	31	Wirawacana	Tingging 1	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Abadi	Bumoro
13	3/18/2022	Sungapan 2 (05/17)	Tanah Longsor	Sarno	51	Petani	Sungapan 2	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Tanah	Dukuh
14	3/1/2022	Situ (04/17)	Tanah Longsor	K. Suwanto	67	Pemulaan	Situ	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Suri	Dukuh
15	3/1/2022	Situ	Paksa Tumbang	Sitan	50	Petani	Situ	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Suri	Dukuh
16	3/1/2022	Tingging 1 (02/17)	Tanah Longsor	Mulyana	61	Petani	Tingging 1	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Sungai	Dukuh
17	3/1/2022	Tingging 1	Tanah Longsor	Savitri	46	Petani	Tingging 1	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Sungai	Dukuh
18	3/1/2022	Tingging 1	Tanah Longsor	Mahesa	48	Petani	Tingging 1	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Sungai	Dukuh
19	3/1/2022	Sungapan (04/17)	Paksa Tumbang	Wagran	58	Petani	Sungapan	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Allen 5	Dukuh
20	3/1/2022	Ngawi	Tanah Longsor	Mulyana	50	Petani	Ngawi	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Sugriyadi	Dukuh
21	3/1/2022	Ngawi	Tanah Longsor	Wagran	49	Petani	Ngawi	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Sugriyadi	Dukuh
22	3/1/2022	Tingging 1 (02/17)	Tanah Longsor	Sugriyadi	54	Petani	Tingging 1	Ruang rumah rusak (2 jiwa)	Tanah longsor merusak rumah (2 jiwa)	Mendatangi TSP dan mendistribusikan makanan	Abadi	Bumoro

Keterangan:

- Banyak mempengaruhi data
- Cukup mempengaruhi data
- Sedikit mempengaruhi data

Sumber: BPBD Kulonprogo, 2022

Pada data di atas dapat dilihat bahwa pada bulan Januari hingga April tahun 2022, sudah sempat terjadi 22 kasus bencana tanah longsor yang menimpa masyarakat Desa Hargotirto. Jenis masyarakat yang mengalami dampak bermacam-macam, seperti bangunan rumah yang rusak ringan hingga rusak parah (*major damaged* atau *fully collapsed*). Bagi masyarakat yang mengalami kerusakan parah pada bangunan rumah tinggalnya, secara terpaksa masyarakat terdampak tersebut harus mengungsi ke pengungsian yang sudah disediakan atau menumpang di rumah tetangganya. Mayoritas masyarakat terdampak bencana tanah longsor yang menimpa keluarga bervariasi, yakni terdapat 2 orang per keluarga, 3 orang per keluarga dan 5 orang per keluarga.

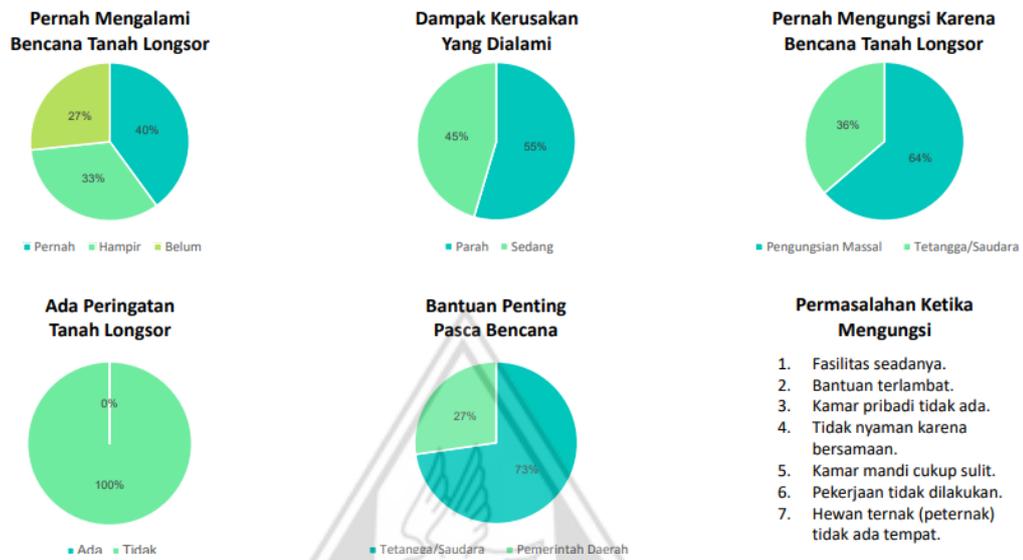
**Tabel 4.4 Data jumlah masyarakat Desa Hargotirto**

No	Umur	Jumlah Warga		
		1998	2004	2013
1	0-10	981	992	1011
2	11-20	1224	1285	1309
3	21-30	1355	1400	1419
4	31-40	1270	1282	1340
5	41-50	1166	1179	1194
6	51-60	702	689	733
7	61-70	356	425	416
8	>75	90	89	82
	Jumlah	7144	7341	7504

Keterangan:  
■ Banyak mempengaruhi data  
■ Cukup mempengaruhi data  
■ Sedikit mempengaruhi data

Sumber: Kantor Kelurahan Desa Hargotirto, 1998-2013

Pada data di atas dapat dilihat bahwa masyarakat Desa Hargotirto pada setiap tahun mengalami kenaikan dalam jumlah warganya. Apabila dilihat dari situasi kondisi lingkungan saat ini, berarti potensi adanya masyarakat terdampak bencana tanah longsor di Desa Hargotirto juga semakin meningkat. Dalam data statistik kependudukan dan data bencana tanah longsor, peneliti mengelompokkan jenis keluarga yang akan dimodelkan dalam modular hunian sementara dengan modul inti yang berisi 1-2 orang berbentuk modular yang nantinya dapat digabungkan dan dijejerkan tergantung dari kebutuhan penggunaannya. Dari data yang didapat terkait jumlah masyarakat berdasarkan usia, mayoritas masih berada dalam usia produktif. Jumlah ini dianalisis untuk menentukan kebutuhan dimensi dari kebutuhan hunian sementara nantinya.



**Gambar 4.3** Identifikasi hasil survey wawancara

Sumber: Peneliti, 2022

Hasil survey yang dilakukan oleh peneliti dapat dilihat dari gambar di atas. Dari 11 responden yang dilakukan survey, sebanyak 40 persen mengatakan pernah mengalami bencana tanah longsor dan terkena rumahnya sehingga harus pergi dari rumahnya. Sebanyak 33 persen responden mengatakan bahwa hampir terkena bencana tanah longsor di rumahnya, dan 27 persen mengatakan tidak pernah mengalami bencana tanah longsor sama sekali. Dampak kerusakan yang dialami oleh masyarakat terdampak cukup besar, sebanyak 55 persen dari total responden yang pernah mengalami bencana tanah longsor mengalami kerusakan rumah tinggal yang besar, sedangkan 45 persen responden hanya mengalami rusak ringan di bagian rumah tinggalnya.

Bagi masyarakat yang mengalami kerusakan rumah yang parah, terpaksa harus mengungsi sementara selama beberapa minggu (6-8) minggu untuk menunggu bangunan rumahnya dibangun kembali. Dari hasil survey sebanyak 64

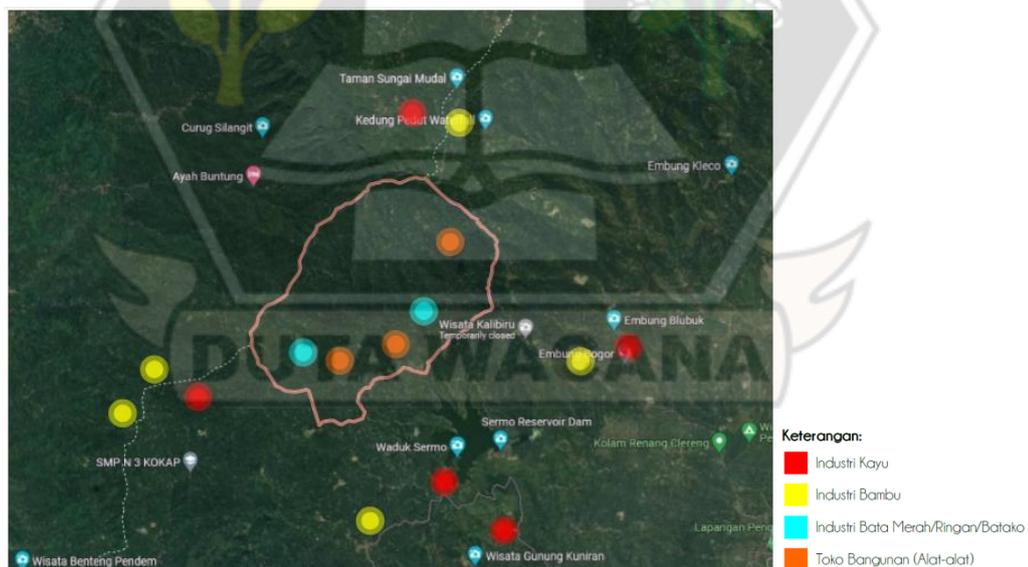
persen dari total respon mengatakan bahwa harus mengungsi di tempat pengungsian massal, sedangkan 36 persen mengatakan dapat mengungsi di rumah tetangga ataupun di rumah saudaranya. Masyarakat yang pernah terdampak bencana tanah longsor mengatakan ketika tinggal di dalam pengungsian massal atau di rumah tetangga, terdapat berbagai masalah bagi mereka, seperti kurangnya fasilitas, bantuan yang datang terlambat, kamar pribadi yang tidak ada, kurang nyaman karena tidak ada privasi, kamar mandi yang sulit diakses bebas, pekerjaan yang kurang terlaksana dengan baik, dan tidak ada tempat bagi hewan ternak untuk tinggal.

Dari hasil survey yang telah dilakukan, dapat diidentifikasi bahwa tidak sedikit masyarakat Desa Hargotirto yang pernah mengalami bencana tanah longsor. Setelah bencana tanah longsor terjadi dan mengenai bangunan rumah pribadinya, sebagian masyarakat terdampak harus pergi mengungsi ke rumah tetangganya ataupun mengungsi ke tempat pengungsian massal di dekatnya. Apabila masyarakat terdampak tanah longsor menumpuk, maka disediakan tempat pengungsian massal oleh BPBD Kabupaten Kulonprogo. Segala jenis bantuan yang diterima oleh masyarakat terdampak bencana tanah longsor sebagian besar lebih cepat ketika diberikan oleh tetangga sekitarnya daripada pemerintah daerah. masalah tidak hanya berasal dari bencana tanah longsor, tetapi juga timbul masalah ketika mengungsi, seperti kurangnya fasilitas untuk berkehidupan sehari-hari, bantuan pemerintah yang kurang cepat, tidak adanya kamar pribadi yang cukup untuk keluarga, kurang nyaman dalam melakukan beberapa hal karena kurangnya privasi, keadaan kamar mandi dan air bersih yang seadanya, dan sebagainya. Dalam hal ini

keberadaan hunian sementara menjadi salah satu alternatif untuk menangani kebutuhan masyarakat terdampak bencana tanah longsor di Desa Hargotirto.

#### 4.2. Identifikasi Potensi Material Desa Hargotirto

Desa Hargotirto dikenal sebagai desa dengan mayoritas penduduk bekerja sebagai penghasil gula kelapa. Namun masih terdapat beberapa pengerajin industri kecil material konstruksi baik eksterior dan interior. Namun untuk lebih memperkaya material lokal yang dapat dipakai sebagai nilai kearifan lokal, peneliti memperluas potensi sumber keberadaan material alam dan buatan lokal di sekitar Desa Hargotirto, tetapi masih berada di dalam Kecamatan Kokap. Peneliti melihat bahwa potensi di sekitar Desa Hargotirto terkait kekayaan material alam lokal dapat diaplikasikan ke dalam pemodelan hunian sementara berbentuk modular.



**Gambar 4.4 Identifikasi material lokal sekitar Desa Hargotirto**

Sumber: Peneliti, 2022

Dari hasil survey yang telah dilakukan, di sekitar Desa Hargotirto terdapat beberapa jenis sumber penyedia material konstruksi lokal, seperti material kayu, bambu, industri berbagai jenis bata, dan toko bangunan. Material yang disediakan oleh beberapa industri dapat berupa material mentah yang belum diolah sama sekali, dan juga terdapat material alam yang sudah diolah. Sumber material yang didapat oleh para penjual merupakan material yang dikembangkan sendiri seperti kebun pribadi.



**Gambar 4.5 Material pohon kayu**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Material alam yang di dapat dapat berupa seperti gambar di atas. Potongan pohon yang diambil dari kebun sendiri yang diletakkan di sekitar tempat penjualan untuk langsung dijual dalam bentuk mentah atau dijual dalam bentuk olahan. Jenis pohon kayu yang banyak dikembangkan antara lain kayu sengon, glugu, dan sebagainya.



**Gambar 4.6 Material bambu**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Tidak hanya material kayu dari pohon, terdapat pula banyak material bambu yang disediakan dan siap untuk digunakan sebagai bahan konstruksi bagi yang membutuhkan. Bambu yang disediakan dapat dari berbagai jenis, seperti bambu apus, bambu wulung, dan sebagainya.



**Gambar 4.7 Material batu**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Material batu tidak kalah banyak tersedia di Desa Hargotirto. Batu yang tersedia merupakan jenis batu kali yang melimpah. Batu kali ini diambil dari lokasi sungai. Para masyarakat selama ini dapat memanfaatkan potensi batu kali ini untuk digunakan dalam berbagai bentuk konstruksi.

**Tabel 4.5 Data material Kecamatan Kokap**

Jenis	Material	Dimensi (cm)	Ketersediaan	Harga Pasaran
Kayu	Sengon	300(P) x 6(L) x 12(T)	Banyak	Rp 18.000,00
		300(P) x 5(L) x 7(T)	Banyak	Rp 25.000,00
		300(P) x 4(L) x 6(T)	Banyak	Rp 19.500,00
	Kalimantan	300(P) x 2(L) x 3(T)	Cukup	Rp 24.000,00
		300(P) x 4(L) x 6(T)	Cukup	Rp 25.000,00
		300(P) x 5(L) x 7(T)	Cukup	Rp 55.000,00
		300(P) x 6(L) x 12(T)	Cukup	Rp 167.000,00
	Glugu	300(P) x 5(L) x 7(T)	Banyak	Rp 30.000,00
		300(P) x 6(L) x 12(T)	Banyak	Rp 70.000,00
	Meranti	400(P) x 20(L) x 0,2(T)	Cukup	Rp 12.000,00
	Bangkirai	400(P) x 20(L) x 0,2(T)	Sedikit	Rp 20.000,00
	Triplek	240(P) x 112(L) x 0,3(T)	Banyak	Rp 43.000,00
		240(P) x 112(L) x 0,4(T)	Banyak	Rp 53.000,00
		240(P) x 112(L) x 0,6(T)	Banyak	Rp 66.000,00
		240(P) x 112(L) x 0,9(T)	Banyak	Rp 97.000,00
240(P) x 112(L) x 1,2(T)		Banyak	Rp 140.000,00	
Plepet	200(P) x 3(L) x 1(T)	Banyak	Rp 3.500,00	
	200(P) x 4(L) x 1(T)	Banyak	Rp 4.000,00	
Besi	Hollow Galvanis	400(P) x 4(L) x 2(T)	Cukup	Rp 20.000,00
		400(P) x 4(L) x 4(T)	Cukup	Rp 25.000,00
	Siku Lobang	400(P) x 4(L) x 4(T)xTipis	Sedikit	Rp 45.000,00
		400(P) x 4(L) x 4(T)xTebal	Sedikit	Rp 68.000,00
Kawat	Beton	Per Kilogram	Sedikit	Rp 17.000,00
	No. 12	Per Kilogram	Sedikit	Rp 25.000,00
	No. 14	Per Kilogram	Sedikit	Rp 25.000,00
Baut	Dinabol	1(D) x 5(P)	Banyak	Rp 1.000,00
		1(D) x 6,5(P)	Banyak	Rp 1.000,00
		1(D) x 7,7(P)	Banyak	Rp 2.000,00
		1(D) x 9,7(P)	Banyak	Rp 2.500,00
		1,2(D) x 6(P)	Sedikit	Rp 3.000,00
		1,2(D) x 7(P)	Rendah	Rp 6.000,00
		1,2(D) x 9,4(P)	Banyak	Rp 3.500,00

		1,6(D) x 14,7(P)	Banyak	Rp 7.00,00
	Bangunan	10(P)	Banyak	Rp 3.000,00
		12(P)	Banyak	Rp 3.500,00
		15(P)	Banyak	Rp 4.500,00
		18(P)	Banyak	Rp 4.000,00
		20(P)	Banyak	Rp 4.000,00
		25(P)	Banyak	Rp 7.000,00
		30(P)	Banyak	Rp 7.000,00
		50(P)	Banyak	Rp 10.000,00
	Baja Ringan	-	Sedikit	Rp 18.000,00
	Hitam	3/8x3	Cukup	Rp 1.000,00
		3/8x1 1/2	Cukup	Rp 2.500,00
		3/8x1 3/4	Cukup	Rp 3.000,00
		3/8x3/4	Cukup	Rp 3.500,00
		3/8x1	Cukup	Rp 2.500,00
		3/8x6	Cukup	Rp 4.000,00
		3/8x2 1/2	Sedikit	Rp 4.000,00
	Seng	1/4x3/4	Banyak	Rp 150,00
		3/16x1 1/2	Banyak	Rp 150,00
		1/4x5/8	Banyak	Rp 300,00
		1/4x2 1/2	Banyak	Rp 500,00
		3/16x2	Sedikit	Rp 600,00
	Sekrup	6x1/2	Sedikit	Rp 100,00
Paku	Baja	2(P)	Banyak	Rp 200,00
		3(P)	Banyak	Rp 300,00
		6(P)	Banyak	Rp 500,00
		7(P)	Sedikit	Rp 600,00
		10(P)	Banyak	Rp 1.000,00
	GRC	Per Kilogram	Cukup	Rp 23.000,00
	Payung	Per Kilogram	Banyak	Rp 20.000,00
	Sekrup	3"	Cukup	Rp 250,00
	Bambu	1,5 Per Kilogram	Sedikit	Rp 15.000,00
	Bengkirai	2" Per Kilogram	Banyak	Rp 16.000,00
		4" Per Kilogram	Banyak	Rp 16.000,00
	Plafon	3" Per Kilogram	Cukup	Rp 14.000,00
	Usuk	4" Per Kilogram	Cukup	Rp 14.000,00

Strimin	Kain	150(P) x 100(L)	Sedikit	Rp 10.000,00
Plank	Kalsiplank PL	300(P) x 20(L)	Banyak	Rp 39.000,00
	Kalsiplank JT	300(P) x 20(L)	Banyak	Rp 40.000,00
	Timberplank PL	240(P) x 20(L)	Banyak	Rp 48.000,00
	GRC	300(P) x 20(L) x 4(T)	Cukup	Rp 50.000,00
	Kalsiboard	244(P) x 122(L) x 3,5(T)	Sedang	Rp 52.000,00
Plafon	Asbes	100(P) x 100(L) x 3(T)	Banyak	Rp 15.000,00
		240(P) x 120(L) x 3(T)	Banyak	Rp 50.000,00
Pintu	Galvalum	Per Buah	Banyak	Rp 210.000,00
	PVC	Per Buah	Banyak	Rp 210.000,00
Semen	Berbagai Merk	Per 40 Kg	Banyak	Rp 41.000,00
Atap	Genteng	Per Buah	Banyak	Rp 1.500,00
	Genteng Kaca	Per Buah	Banyak	Rp 12.000,00
	Seng Gelombang	45(P)	Banyak	Rp 15.000,00
		50(P)	Banyak	Rp 18.000,00
		60(P)	Banyak	Rp 19.000,00
		70(P)	Banyak	Rp 35.000,00
		80(P)	Banyak	Rp 38.000,00
		90(P)	Banyak	Rp 40.000,00
		180(P)	Banyak	Rp 50.000,00
		210(P)	Banyak	Rp 66.000,00
		240(P)	Banyak	Rp 89.000,00
		300(P)	Banyak	Rp 93.000,00
	Bambu	Tirai	200(P) x 100(L)	Cukup
200(P) x 150(L)			Cukup	Rp 65.000,00
250(P) x 200(L)			Cukup	Rp 70.000,00
300(P) x 200(L)			Cukup	Rp 75.000,00
Gedhek		300(P) x 200(L)	Banyak	Rp 150.000,00
Apus		6(D) x 600(P)	Banyak	Rp 28.000,00
		8(D) x 600(P)	Banyak	Rp 31.000,00
Petung		14(D) x 600(P)	Banyak	Rp 150.000,00
		16(D) x 600(P)	Banyak	Rp 180.000,00
Wulung		8(D) x 600(P)	Cukup	Rp 32.000,00
		10(D) x 600(P)	Cukup	Rp 35.000,00

Keterangan:  
■ Banyak mempengaruhi data  
■ Cukup mempengaruhi data  
■ Sedikit mempengaruhi data

Sumber: Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan survey oleh peneliti, 2022

Untuk menambah data material lokal yang dapat digunakan, peneliti menambah data jenis material yang disediakan di Kecamatan Kokap sebagai tambahan referensi, baik dari dimensi, jumlah tersedianya, dan harga pasaran di Kecamatan Kokap. Material lokal yang disediakan seperti olahan kayu, bambu, berbagai olahan besi, dan sebagainya. Dengan data material yang didapatkan ini, peneliti dapat memilih jenis material yang dapat untuk pemodelan sehingga dapat dihitung ke dalam simulasi dan perkiraan harga totalnya. Terkhusus untuk material yang ditemukan pada data di atas, kemudian jenis material tersebut dibandingkan dengan data teori yang sudah ditemukan untuk mengetahui aspek khusus yang nantinya akan digunakan dalam proses simulasi *software SAP 2000* dan *Design Builder*.

Dari keseluruhan jenis material yang sudah didapatkan pada data di atas, peneliti merangkum lebih spesifik material yang akan digunakan pada pemodelan yang akan disimulasikan pada analisis simulasi nantinya. Jenis material yang dipilih antara lain:

**Tabel 4.6 Rangkuman data material Kecamatan Kokap**

Jenis	Material	Dimensi	Ketersediaan	Harga Pasaran
Kayu	Glugu	300(P) x 6(L) x 12(T)	Banyak	Rp 70.000,00
	Glugu	300(P) x 5(L) x 7(T)	Banyak	Rp 30.000,00
Bambu	Petung	16(D) x 600(P)	Banyak	Rp 180.000,00
	Petung	14D) x 600(P)	Banyak	Rp 150.000,00

Kayu	Merantai	400(P) x 20(L) x 0,2(T)	Cukup	Rp 12.000,00
Bambu	Gedhek	300(P) x 200(L)	Banyak	Rp 150.000,00
Plank	Kalsiboard	300(P) x 20(L) x 4(T)	Cukup	Rp 50.000,00
Atap	Genteng	Per Buah	Banyak	Rp 1.500,00
	Seng	300(P)	Banyak	Rp 93.000,00
	Gelombang			

Sumber: Peneliti, 2022

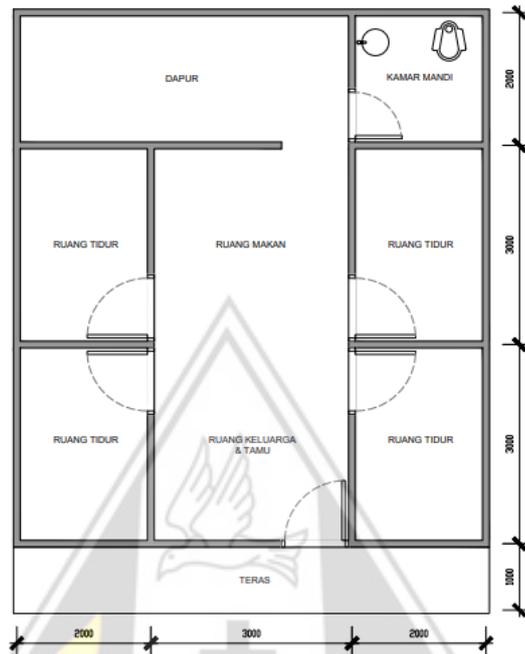
Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa mayoritas material yang dipilih pada setiap bagian konstruksi dipertimbangkan dari pengambilan jumlah produksi siap pakai yang tersedia di Kecamatan Kokap dan dimensi jenis material yang dipilih adalah rata-rata dimensi paling besar dan berjumlah cukup besar. Untuk menghitung simulasi kekuatan struktur menggunakan *software SAP 2000*, peneliti memilih material lokal kayu dan bambu yang akan digunakan sebagai konstruksi utama, seperti pondasi, kolom, balok, dan struktur atap dikarenakan dari jumlah produksi yang lebih banyak daripada material lainnya dan menurut mayoritas kondisi rumah masyarakat Desa Hargotirto juga menggunakan material ini sebagai konstruksi utama. Sedangkan untuk menghitung simulasi kenyamanan termal, peneliti memiliki banyak pilihan dalam material penutup model bangunan, seperti papan kayu, anyaman bambu, dan kalsiboard. Apabila dilihat dari mayoritas kondisi rumah masyarakat Desa Hargotirto, masih banyak yang menggunakan papan kayu sebagai bahan penutup rumahnya.

### 4.3. Identifikasi Tipologi Bangunan Desa Hargotirto

Desa Hargotirto merupakan salah satu desa di dalam Kecamatan Kokap yang masih memiliki mayoritas bentuk rumah tinggal atau bangunan lain yang kental akan unsur kearifan lokal, baik dari aspek material bahan konstruksi dan teknik membangun. Hal tersebut dapat dilihat pada jalan sepanjang Desa Hargotirto yang masih mayoritas bermaterialkan kayu atau bambu, menonjolkan jenis *joint* tradisional, dan lokasi rumah yang ada di lokasi rawan longsor.

#### 4.3.1. Tipologi Ruang

Pada dasarnya setiap bangunan memiliki tipologi tatanan ruang yang berbeda-beda tergantung dari pemilik bangunan, termasuk bangunan rumah tinggal. Peneliti mengambil 5 contoh rumah tinggal dari masyarakat Desa Hargotirto sebagai referensi untuk dianalisis pola tatanan ruang dari masing-masing rumah. Pola tatanan ruang yang dianalisis dari setiap rumah tinggal nantinya akan menjadi dasar dalam pemodelan bentuk dan dimensi dari hunian sementara yang akan dibuat. Dalam membentuk pemodelan hunian sementara, akan didasarkan dari pola ruang yang paling penting dan paling sering digunakan oleh masyarakat Desa Hargotirto dalam berkehidupan sehari-hari.



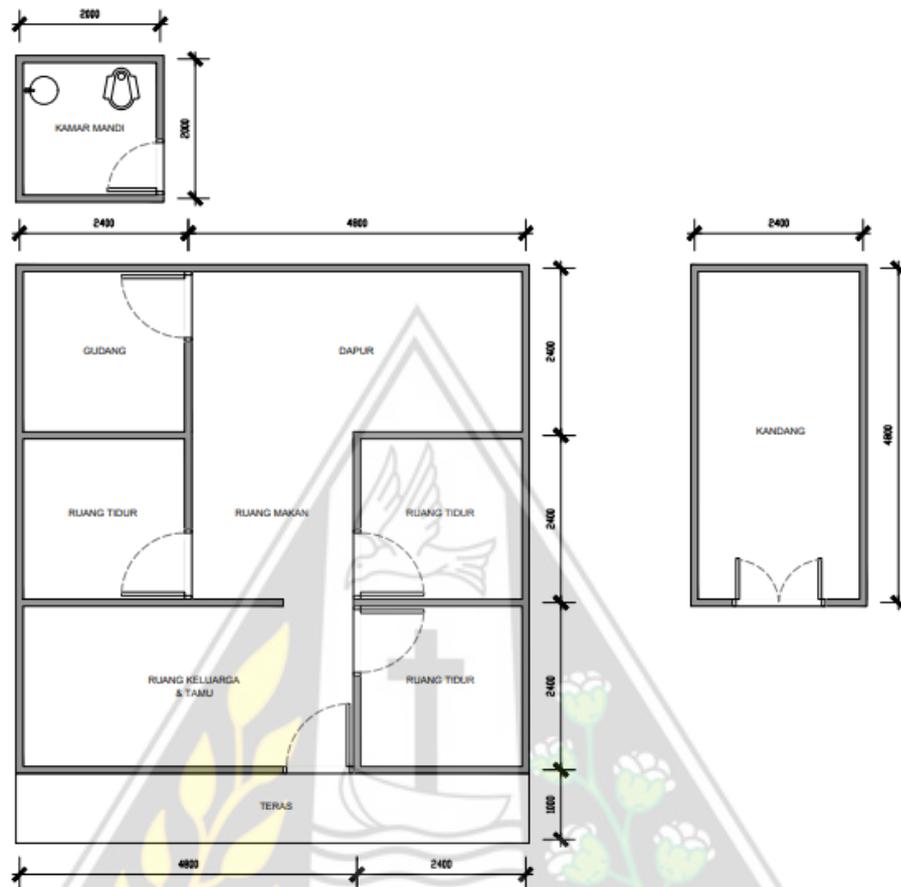
**Gambar 4.8 Rumah tinggal Pak Suji**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat denah dan kondisi rumah tinggal milik Pak Suji yang merupakan salah satu masyarakat Desa Hargetirto. Rumah tinggal Pak Suji didominasi dengan material konstruksi kayu sebagai konstruksi utama, material penutup rumah berbahan anyaman bambu (gedhek) pada dinding yang di dalam dilapisi oleh papan kayu meranti, dan genteng sebagai penutup atap. Menurut wawancara Pak Suji (2022), rumah tinggal miliknya sudah berusia 20 tahun lebih dengan tidak pernah dilakukan renovasi rumah sedikit pun. Pada konstruksi utama rumah tinggal, banyak digunakan kayu glugu karena memiliki sifat yang tahan lama

dan kuat. Kayu glugu dipilih sebagai material konstruksi utama seperti kolom, balok, dan struktur atap. Pada bagian pondasi, rumah tinggal ini tidak menancapkan kolom ke dalam tanah, namun titik kolom hanya ditumpangkan saja di atas tumpukan batu. Konstruksi rumah tinggal bermaterial kayu ini dipilih oleh Pak Suji karena dinilai lebih murah dalam aspek biaya.

Pada pola tatanan ruang, rumah tinggal Pak Suji memiliki beberapa ruang dengan ukuran luas ruang yang berbeda-beda. Pada bagian depan rumah, terdapat 1 ruang keluarga dan tamu berukuran 3x3 meter, 4 ruang tidur berukuran 2x3 meter, dapur berukuran 2x5 meter, 1 ruang makan 3x3 meter, kamar mandi berukuran 2x2 meter, dan teras berukuran 1x7 meter. Pak Tukiyo memiliki anggota keluarga berjumlah 5 orang, yaitu dirinya, 1 orang istri, dan 3 orang anak. Menurut penjelasan Pak Suji (2022), ruang yang paling sering digunakan dalam kehidupan keluarga sehari-hari adalah ruang tidur dan ruang keluarga. Sedangkan ruangan lainnya digunakan apabila memang diperlukan, seperti teras apabila ada tamu, kamar mandi, dan dapur. Bentuk rumah yang dipilih adalah bentuk persegi dengan bentuk atap pelana kampung dengan tambahan tritisan pada bagian depan rumah.



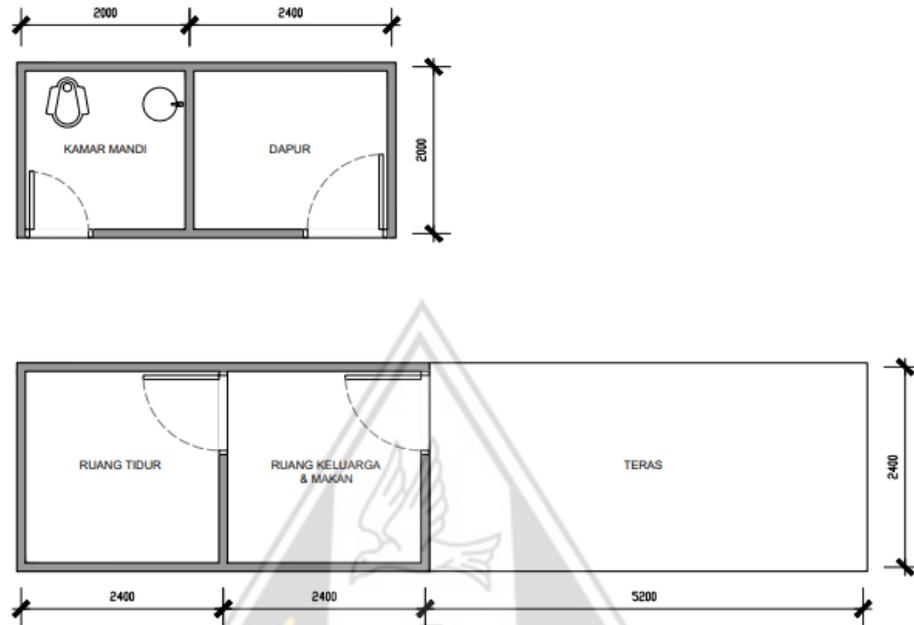
**Gambar 4.9 Rumah tinggal Pak Ngatdi**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat denah dan kondisi rumah tinggal milik Pak Ngatdi. Rumah tinggal Pak Ngatdi berbentuk rumah tinggal pada umumnya dengan bentuk rumah persegi dan bentuk atap pelana. Rumah tinggal ini didominasi dengan material konstruksi kayu sebagai konstruksi utama, material penutup rumah berbahan kalsiboard pada dinding, keramik pada lantai, serta genteng dan seng

gelombang sebagai penutup atap. Menurut wawancara Pak Ngatdi (2022), rumah tinggal miliknya sudah berusia lebih dari 30 tahun dengan pernah dilakukan renovasi rumah pada bagian penutup atap. Pada konstruksi utama rumah tinggal, banyak digunakan kayu glugu pada struktur kolom, balok, dan struktur atap. Pada bagian pondasi, rumah tinggal ini tidak menancapkan kolom ke dalam tanah, namun titik kolom hanya ditumpangkan saja di atas cor beton. Konstruksi rumah tinggal bermaterial kayu ini dipilih oleh karena dinilai lebih ekonomis dalam aspek biaya dan lebih cepat dalam pengerjaan.

Pada pola tatanan ruang, rumah tinggal Pak Ngatdi memiliki beberapa ruang dengan ukuran luas ruang yang berbeda-beda. Terdapat 1 ruang keluarga dan tamu berukuran 2,4x4,8 meter, 3 ruang tidur berukuran 2,4x2,4 meter, 1 ruang makan berukuran 2,4x2,4 meter, dapur berukuran 4,8x2,4 meter, gudang berukuran 2,4x2,4 meter, dan teras berukuran 1x7,2 meter. Sedangkan terdapat kamar mandi berukuran 2x2 meter dan kandang berukuran 4,8x4,8 meter yang terpisah dari bangunan rumah utama. Pak Ngatdi memiliki anggota keluarga berjumlah 3 orang, yaitu dirinya, 1 orang istri, dan 1 orang anak. Menurut penjelasan Pak Ngatdi (2022), ruang yang paling sering digunakan sehari-hari adalah ruang tidur, ruang keluarga, dan teras rumah.



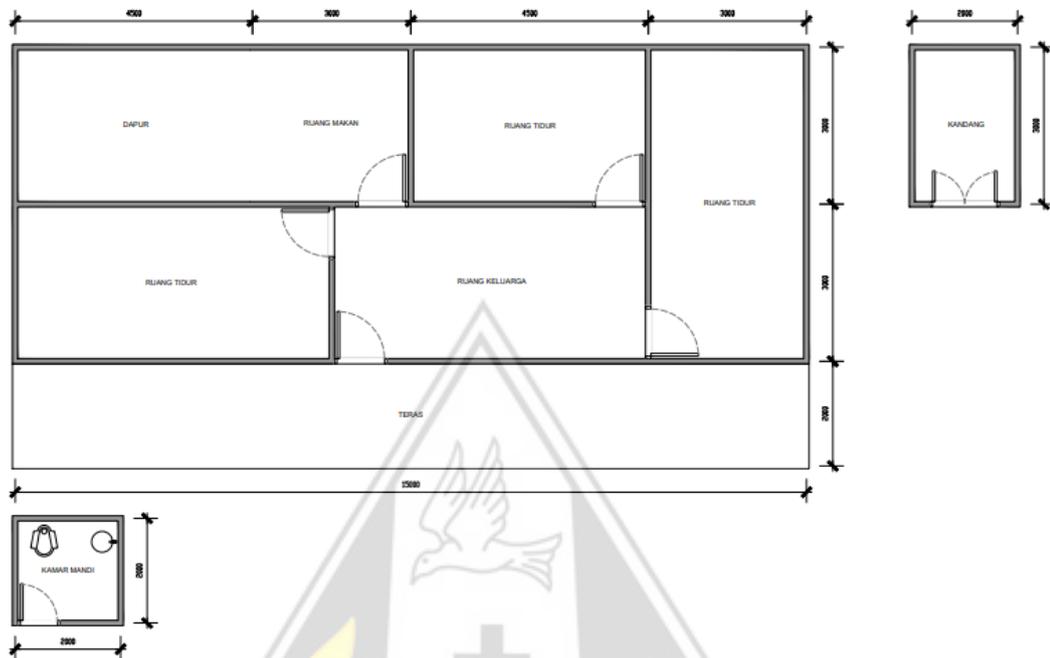
**Gambar 4.10 Rumah tinggal Pak Tukiyo**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat denah dan kondisi rumah tinggal milik Pak Tukiyo. Rumah tinggal Pak Tukiyo didominasi dengan material konstruksi kayu sebagai konstruksi utama, material penutup rumah berbahan papan kayu meranti pada dinding, dan genteng sebagai penutup atap. Menurut wawancara Pak Tukiyo (2022), rumah tinggal miliknya sudah berusia 20 tahun lebih dengan tidak pernah dilakukan renovasi rumah sama sekali. Pada konstruksi utama rumah tinggal, banyak digunakan kayu glugu karena memiliki sifat yang tahan lama dan kuat. Kayu glugu dipilih sebagai material konstruksi utama seperti kolom, balok, dan

struktur atap. Pada bagian pondasi, rumah tinggal ini tidak menancapkan kolom ke dalam tanah, namun titik kolom hanya ditumpangkan saja di atas tumpukan batu yang berdiri di atas tanah. Konstruksi rumah tinggal bermaterial kayu ini dipilih oleh Pak Tukiyo karena dianggap lebih murah untuk dibangun daripada material lain seperti bata merah atau batako. Sebab material kayu glugu yang dipakai di konstruksi rumah ini didapatkan dari kebun milik Pak Tukiyo sendiri.

Pada pola tatanan ruang, rumah tinggal Pak Tukiyo memiliki beberapa ruang dengan ukuran luas ruang yang berbeda-beda dengan 2 bangunan terpisah. Pada bagian rumah yang ada di depan, terdapat 1 ruang keluarga dan ruang makan berukuran 2,4x2,4 meter, 1 ruang tidur berukuran 2,4x2,4 meter, dan teras besar berukuran 5,2x2,4 meter. Menurut penjelasan Pak Tukiyo (2022), ruang yang paling sering digunakan dalam kehidupan keluarga sehari-hari adalah ruang tidur dan ruang keluarga atau ruang makan, sedangkan teras digunakan apabila terdapat tamu yang datang ke rumah. Pada bangunan terpisah, terdapat 1 dapur berukuran 2,4x2,4 meter, serta 1 kamar mandi berukuran 2x2 meter. Pak Tukiyo memiliki anggota keluarga berjumlah 2 orang, yaitu dirinya dan 1 orang istri. Bentuk rumah yang dipilih adalah bentuk persegi dengan bentuk atap pelana kampung pada 2 bangunan yang terpisah.



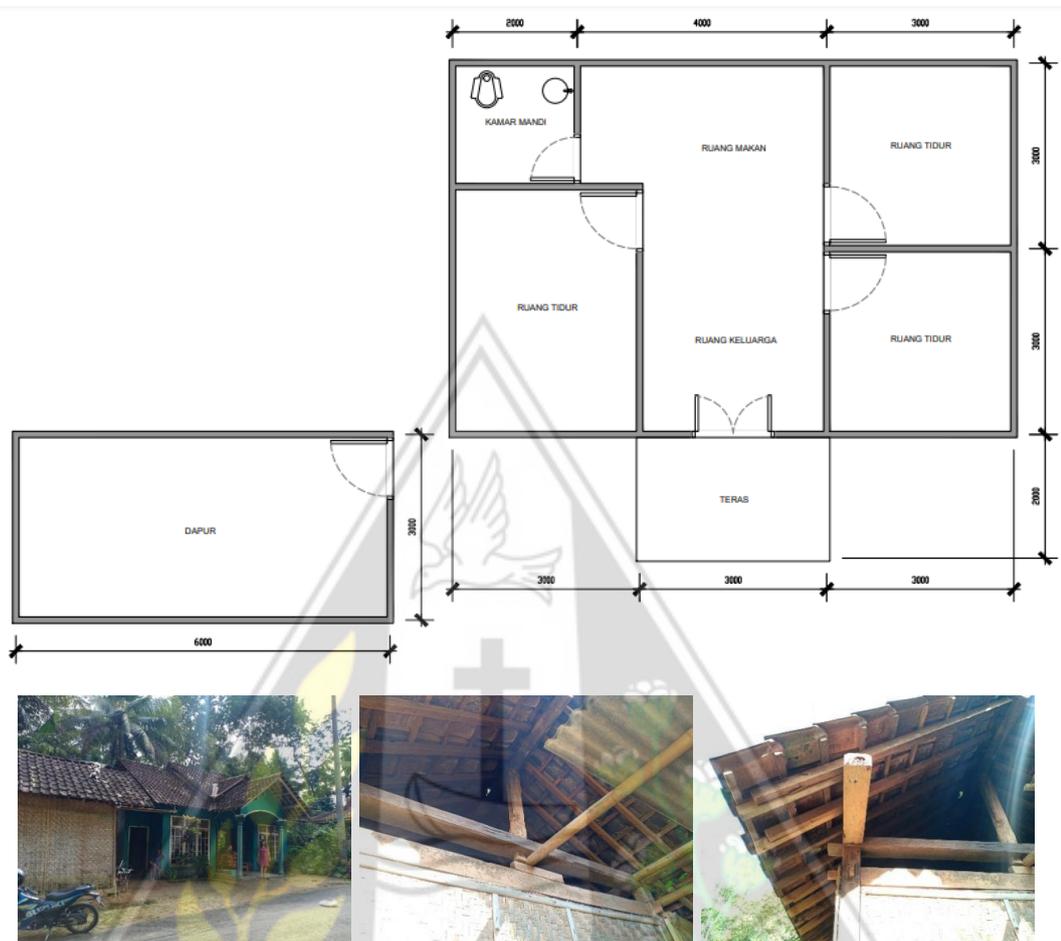
**Gambar 4.11 Rumah tinggal Bu Putri**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat denah dan kondisi rumah tinggal milik Bu Putri. Rumah tinggal Bu Putri berbentuk rumah tinggal pada umumnya dengan bentuk rumah persegi dan bentuk atap limasan pada rumah utama dan pelana pada bangunan kamar mandi dan kandang. Rumah tinggal ini dibagi menjadi 3 bangunan, yaitu bangunan utama dan pendukung (kamar mandi dan kandang). Rumah tinggal ini didominasi dengan material konstruksi kayu sebagai konstruksi utama, material penutup rumah berbahan papan kayu meranti dan dilapisi anyaman bambu (gedhek) pada dinding, plaster semen pada lantai, serta genteng sebagai

penutup atap. Menurut wawancara Bu Putri (2022), rumah tinggal miliknya sudah berusia lebih dari 40 tahun dengan belum pernah dilakukan renovasi rumah. Pada konstruksi utama rumah tinggal, banyak digunakan kayu glugu dan jati pada struktur kolom, balok, dan struktur atap. Pada bagian pondasi, rumah tinggal ini menancapkan kolom ke dalam cor beton sehingga konstruksi kolom ke tanah sudah kaku dan tidak bisa dipindah-pindah. Konstruksi rumah tinggal bermaterial kayu ini dipilih oleh karena dinilai lebih ekonomis dalam aspek biaya dan lebih cepat dalam pengerjaan.

Pada pola tatanan ruang, rumah tinggal Bu Putri memiliki beberapa ruang dengan ukuran luas ruang yang berbeda-beda. Terdapat 1 ruang keluarga berukuran 3x3 meter, 3 ruang tidur berukuran 3x6 meter, 1 ruang makan berukuran 3x3 meter, dapur berukuran 6x3 meter, dan teras berukuran 2x15 meter. Sedangkan terdapat 2 bangunan untuk kamar mandi berukuran 2x2 meter dan kandang berukuran 2x3 meter yang terpisah dari bangunan rumah utama. Bu Putri memiliki anggota keluarga berjumlah 4 orang, yaitu dirinya, 1 orang istri, dan 2 orang anak. Menurut penjelasan Bu Putri (2022), ruang yang paling sering digunakan sehari-hari adalah ruang tidur, ruang keluarga, dan teras rumah untuk menerima tamu di depan rumah.



**Gambar 4.12 Denah rumah tinggal Pak Trisno**

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat denah dan kondisi rumah tinggal milik Pak Trisno. Rumah Pak Trisno saat ini sudah termasuk rumah modern, namun pada 10 tahun lalu, rumah Pak Trisno masih berupa bangunan kayu. Saat ini rumah tinggal Pak Trisno dibagi menjadi 2 bangunan, yaitu bangunan utama dan bangunan pendukung. Bangunan utama didominasi dengan material batako, dan pada bangunan pendukung yang merupakan dapur didominasi dengan material konstruksi kayu sebagai konstruksi utama, material penutup berbahan anyaman bambu (gedhek) pada dinding, dan genteng sebagai penutup atap. Menurut

wawancara Pak Trisno (2022), bangunan dapur miliknya sudah berusia 30 tahun lebih dengan dilakukan renovasi beberapa kali pada bagian struktur atap yaitu gording dan usuk. Pada konstruksi utama bangunan dapur, banyak digunakan kayu glugu, kayu sengon, kayu nangka, bambu apus, dan bambu petung karena memiliki sifat yang kuat. Kayu ini dipilih sebagai material konstruksi utama seperti kolom, balok, dan struktur atap. Pada bagian pondasi, bangunan dapur ini hanya ditumpangkan saja di atas tumpukan batu yang berdiri di atas tanah. Material kayu glugu, kayu sengon, kayu nangka, bambu apus, dan bambu petung yang dipakai di konstruksi rumah ini didapatkan dari kebun milik Pak Trisno sendiri.

Pada pola tatanan ruang, rumah tinggal Pak Trisno memiliki beberapa ruang dengan ukuran luas ruang yang berbeda-beda dengan 2 bangunan terpisah. Pada bagian rumah utama, terdapat 1 ruang keluarga berukuran 3x3 meter, 3 ruang tidur berukuran 3x3 meter, ruang makan berukuran 4x3 meter, kamar mandi berukuran 2,2 meter dan teras berukuran 3x3 meter. Sedangkan dapur yang ada di bangunan terpisah berukuran 3x6 meter. Menurut penjelasan Pak Trisno (2022), ruang yang paling sering digunakan sehari-hari adalah ruang tidur dan ruang keluarga, sedangkan teras digunakan apabila terdapat tamu yang datang ke rumah. Pak Trisno memiliki anggota keluarga berjumlah 5 orang, yaitu dirinya, 1 orang istri dan 3 orang anak. Bentuk rumah yang dipilih adalah bentuk persegi dengan bentuk atap pelana kampung pada 2 bangunan yang terpisah.

#### 4.3.2. Tipologi Struktural

Selain analisis tipologi ruang dari contoh 5 rumah tinggal masyarakat Desa Hargotirto yang diteliti, peneliti menganalisis bentuk tipologi struktural dari setiap

rumah untuk dilihat jenis material dan jenis teknik konstruksi *joint* yang diterapkan dari setiap bangunan. Dari referensi rumah tinggal yang telah diteliti, didapatkan hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 4.7 Data teknik konstruksi bangunan Desa Hargotirto

Pemilik Rumah	Konstruksi Bangunan	Teknik Konstruksi <i>Joint</i>	Keterangan
Pak Suji			<p><b>Bentuk bangunan:</b> Berbentuk persegi dengan atap pelana dengan tambahan tritisan untuk mengantisipasi terpaan angin dan hujan.</p> <p><b>Sistem membangun:</b> Gotongroyong dengan masyarakat dari awal pembangunan sampai selesai konstruksi.</p> <p><b>Teknik konstruksi <i>joint</i>:</b> Menggunakan jenis tradisional yaitu coakan pada bagian kayu glugu yang saling dihubungkan dengan masuk ke sistem coakan tersebut.</p>
Pak Ngatdi			<p><b>Bentuk bangunan:</b> Berbentuk persegi dengan atap pelana untuk mengantisipasi terpaan angin dan hujan.</p> <p><b>Sistem membangun:</b> Gotongroyong dengan masyarakat untuk membangun namun memerlukan bantuan</p>

			<p>tukang kayu untuk memotong-motong material kayu glugu.</p> <p><b>Teknik konstruksi joint:</b> Menggunakan jenis tradisional yaitu coakan pada bagian kayu glugu yang saling dihubungkan dengan masuk ke sistem coakan tersebut.</p>
Pak Tukiyo			<p><b>Bentuk bangunan:</b> Berbentuk persegi dengan atap pelana untuk mengantisipasi terpaan angin dan hujan.</p> <p><b>Sistem membangun:</b> Menggunakan jasa tukang untuk membangun dari awal sampai selesai..</p> <p><b>Teknik konstruksi joint:</b> Menggunakan jenis tradisional yaitu coakan pada bagian kayu glugu yang saling dihubungkan dengan masuk ke sistem coakan tersebut.</p>
Bu Putri			<p><b>Bentuk bangunan:</b> Berbentuk persegi dengan atap limasan dengan tambahan tritisan untuk mengantisipasi terpaan angin dan hujan.</p> <p><b>Sistem membangun:</b> Gotongroyong dengan masyarakat dari awal pembangunan sampai selesai konstruksi.</p>

			<p><b>Teknik konstruksi <i>joint</i>:</b> Menggunakan jenis tradisional yaitu coakan pada bagian kayu glugu dan kayu jati yang saling dihubungkan dengan masuk ke sistem coakan tersebut.</p>
Pak Trisno			<p><b>Bentuk bangunan:</b> Berbentuk persegi dengan atap pelana untuk mengantisipasi terpaan angin dan hujan.</p> <p><b>Sistem membangun:</b> Menggunakan jasa tukang untuk membangun dari awal sampai selesai..</p> <p><b>Teknik konstruksi <i>joint</i>:</b> Menggunakan jenis tradisional yaitu coakan pada bagian kayu glugu, kayu nangka, dan bambu petung yang saling dihubungkan dengan masuk ke sistem coakan tersebut.</p>

Sumber: Peneliti, 2022

Pada tabel di atas dapat dilihat jenis material yang paling sering digunakan dari 5 contoh rumah adalah material kayu glugu dan bambu petung sebagai konstruksi utama bangunan rumah tinggal. Sedangkan pada material penutup atap digunakan genteng dan seng gelombang pada bagian rumah, papan kayu meranti, anyaman bambu (*gedhek*), dan kalsiboard. Jenis teknik konstruksi *joint* yang digunakan adalah jenis *joint* kaku pada sambungan kolom, balok dan struktur atap

berupa teknik coak dan paku. Sedangkan pada *joint* kolom dan pondasi menggunakan teknik tumpuan pada batu atau cor beton di atas tanah. Pada dasarnya jenis teknik konstruksi *joint* yang digunakan adalah jenis konstruksi tradisional, yang menurut keterangan pemilik rumah dapat dibangun oleh masyarakat lokal dengan gotong royong, namun pada pekerjaan potongan kayu memang memerlukan bantuan tukang kayu dan bambu untuk mengolahnya.

Data rangkuman ini nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dalam menentukan bentuk teknik konstruksi *joint* berbentuk modular yang dapat diproduksi dengan jumlah banyak dan dapat mudah diaplikasikan ketika sudah berada di lapangan sehingga lebih efisien dari segi waktu dan penyediaan. Material yang dapat digunakan selain dari data potensi sebelumnya juga dapat diambil dari material yang sering digunakan di rumah tinggal masyarakat Desa Hargotirto.

Untuk melihat lebih detail teknik konstruksi dari setiap material yang berpotensi digunakan nantinya (material bambu dan kayu), dilakukan beberapa wawancara terhadap tukang kayu dan bambu terkait cara penggunaan dan pengawetan material tersebut. Menurut hasil wawancara yang telah dilakukan kepada salah satu tukang konstruksi lokal di sekitar Desa Hargotirto, terdapat cara pengawetan terhadap material alam kayu dan bambu. Pada material bambu, pengawetan tradisional yang biasa dilakukan oleh tukang lokal adalah:

- a. Perendaman bambu : Perendaman bambu yang dilakukan adalah ke dalam kolam, sawah, atau sungai. Tujuan dari perendaman ini adalah untuk menahan bambu dari serangan hama dan pelapukan dari cuaca.

- b. Pengasapan bambu : Pengasapan bambu yang dilakukan adalah dengan diasap di tempat tertentu seperti di dapur atau tempat pembakaran lain. Tujuan pengasapan bambu ini adalah untuk meningkatkan daya tahan dari bambu tersebut.
- c. Pemanggangan bambu : Pemanggangan bambu yang dilakukan dengan cara dibakar atau dipanaskan. Tujuan dari pemanggangan bambu ini adalah untuk meluruskan bambu yang bengkok supaya dapat dilakukan serta agar tidak diganggu oleh kumbang dan jamur.

Sedangkan pada material kayu, terdapat pula jenis pengawetan tradisional agar kayu dapat bertahan lama ketika digunakan sebagai bahan konstruksi, antara lain adalah pelapisan kayu. Pelapisan kayu yang dilakukan adalah dengan melapis permukaan kayu dengan bahan pengawet seperti tir, minyak, dan solar. Tujuan pelapisan kayu ini adalah untuk menghindari serangan dari rayap. Namun cara ini memerlukan pengulangan karena bahan pengawet tersebut akan luntur pada lapisan permukaannya.

#### **4.4. Evaluasi Sementara Dari Data**

Dari pengumpulan dan rangkuman data yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya di atas, didapatkan evaluasi sementara yang akan menjadi dasar dalam pemodelan desain hunian sementara dan ujicoba simulasi kekuatan struktur serta simulasi kenyamanan termal. Kesimpulan sementara yang didapat antara lain:

- a. Jumlah anggota per kepala keluarga yang didapatkan untuk membentuk desain modular hunian sementara adalah 1-2 orang. Kemudian dari analisis tersebut

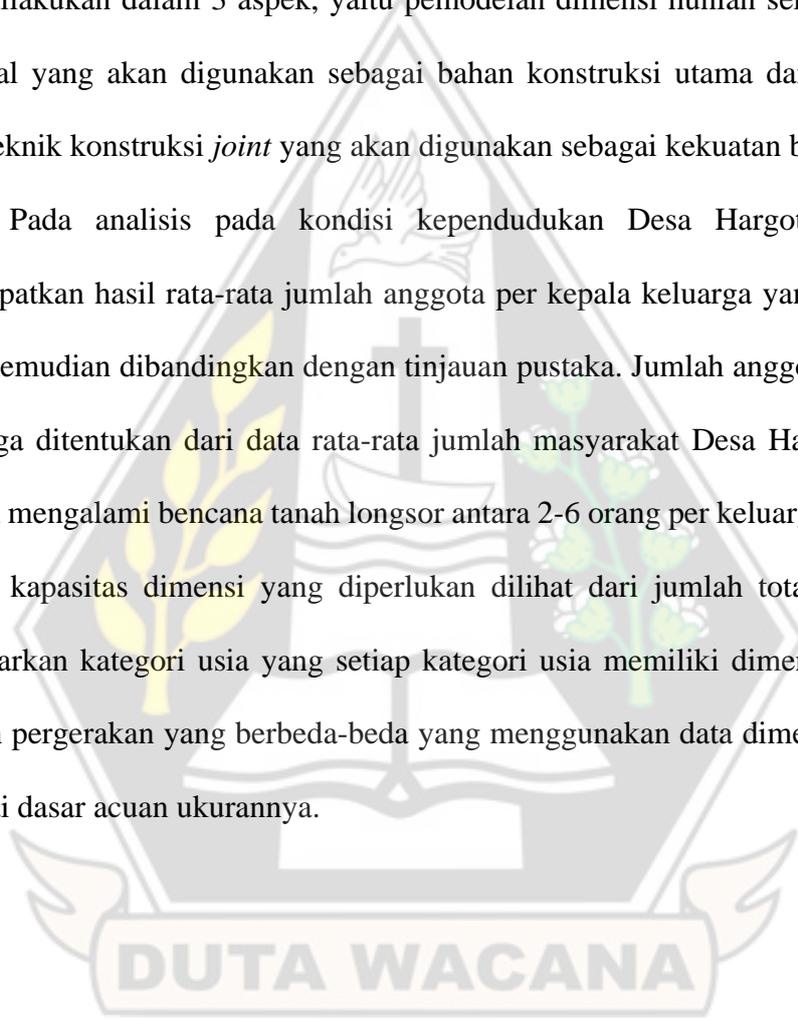
peneliti menentukan modul dasar yang diperoleh sebagai dimensi utama adalah untuk digunakan per 2 orang pengguna, dan dari bentuk modular tersebut dapat dilipatgandakan dengan beberapa *layout* yang tergantung dari kapasitas pengguna yang dibutuhkan. Jenis ruang yang dibutuhkan dalam hunian sementara seminimal mungkin diambil dari ruang paling penting dan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

- b. Jenis material lokal yang digunakan sebagai bahan konstruksi dianalisis dari potensi material di lingkungan dan referensi rumah masyarakat Desa Hargotirto yaitu jenis kayu glugu dan bambu petung sebagai material konstruksi utama, dan berbagai material lain sebagai penutup bangunan papan kayu meranti dan gedhek, kalsiboard pada dinding, serta genteng dan seng gelombang pada atap.
- c. Jenis konstruksi *joint* yang akan digunakan nantinya merupakan jenis *joint* yang dikembangkan oleh peneliti dari yang telah dianalisis pada jenis *joint* di Desa Hargotirto sebelumnya untuk pertimbangan efisiensi dalam hal sistem modular. Jenis *joint* yang akan diterapkan dalam pemodelan hunian sementara dikhususkan untuk menyambung material antar bambu dan antar kayu. Sebab dapat dilihat pada referensi rumah tinggal masyarakat sebelumnya, memerlukan usaha lebih untuk membentuk teknik konstruksi jointnya, sehingga diperlukan suatu bentuk konstruksi *joint* baru yang dapat dimodularkan dan lebih efisien diterapkan.

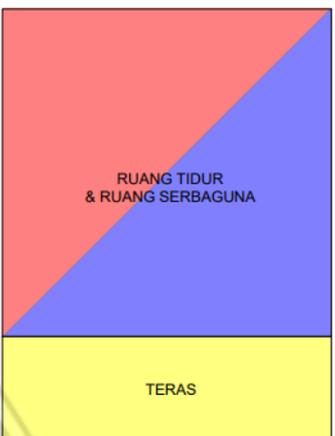
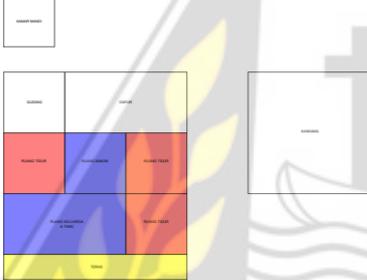
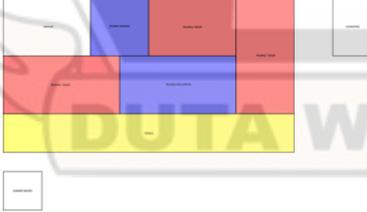
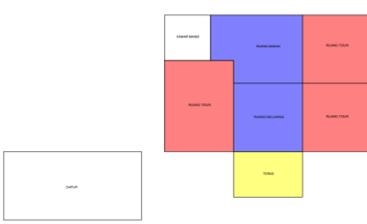
#### 4.5. Analisis Awal Pemodelan

Dari analisis yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang menghasilkan kesimpulan sementara, terdapat beberapa data inti yang akan digunakan untuk membuat pemodelan awal. Peneliti membagi pemodelan yang akan dilakukan dalam 3 aspek, yaitu pemodelan dimensi hunian sementara, jenis material yang akan digunakan sebagai bahan konstruksi utama dan pendukung, serta teknik konstruksi *joint* yang akan digunakan sebagai kekuatan bangunan.

Pada analisis pada kondisi kependudukan Desa Hargotirto, peneliti mendapatkan hasil rata-rata jumlah anggota per kepala keluarga yang didapatkan yang kemudian dibandingkan dengan tinjauan pustaka. Jumlah anggota per kepala keluarga ditentukan dari data rata-rata jumlah masyarakat Desa Hargotirto yang pernah mengalami bencana tanah longsor antara 2-6 orang per keluarga. Kemudian terkait kapasitas dimensi yang diperlukan dilihat dari jumlah total masyarakat berdasarkan kategori usia yang setiap kategori usia memiliki dimensi tubuh dan jumlah pergerakan yang berbeda-beda yang menggunakan data dimensi ergonomi sebagai dasar acuan ukurannya.



Tabel 4.8 Analisis tatanan pola ruang bangunan Desa Hargotirto

Pemilik Rumah	Pola Tataan Ruang Penting Dalam Rumah Tinggal	Usulan Pola Tataan Ruang Darurat Dalam Hunian Sementara
Pak Suji		
Pak Ngatdi		
Pak Tukiyo		 <p data-bbox="949 1355 1252 1512"> <b>Keterangan:</b>  <span style="color: red;">■</span> Penting &amp; Sering Dipakai  <span style="color: blue;">■</span> Penting &amp; Cukup Dipakai  <span style="color: yellow;">■</span> Cukup Dipakai         </p>
Bu Putri		<p data-bbox="837 1579 1356 1971">           Peneliti merangkum dan menganalisis jenis dan pola ruang yang ada pada beberapa contoh referensi rumah di Desa Hargotirto berdasarkan sering dan jarang nya sebuah ruang yang digunakan sehari-hari maupun dalam keadaan darurat. Pada data yang didapat, mayoritas ruang yang paling sering dipakai adalah ruang tidur untuk privasi, dan ruang keluarga dan teras sebagai ruang bersama. Analisis yang dilakukan         </p>
Pak Trisno		

		oleh peneliti merangkum dan memodelkan susunan pola ruang berdasarkan ketiga jenis ruang tersebut untuk dimodelkan dalam bentuk yang lebih detail nantinya.
--	--	---

Sumber: Peneliti, 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat pola ruang yang diolah dari hasil analisis oleh peneliti dari contoh 5 rumah tinggal masyarakat Desa Hargotirto. Untuk mendapatkan kebutuhan ruang yang diperlukan, pada analisis sebelumnya didapatkan ruang yang paling sering digunakan sehari-hari adalah ruang tidur, ruang keluarga, ruang makan. Hunian sementara merupakan bentuk bangunan darurat dengan kebutuhan ruang minimal yang memerlukan jenis ruang yang memang dibutuhkan ketika pengguna sedang mengungsi. Oleh karena itu peneliti merangkum jenis ruang yang terdapat di dalam model hunian sementara nantinya adalah ruang tidur dan ruang serbaguna (ruang makan, ruang bersama, dan sebagainya), serta teras pada bagian depan. Ketiga jenis ruang tersebut menjadi satu kesatuan karena sifat ruang yang pada kasus rumah tinggal berada saling berdekatan. Sedangkan ruang lainnya yang dapat ditambahkan pada modul terpisah adalah kamar mandi dan dapur yang dapat digunakan bergantian dan dapat dilipatgandakan bergantung dari jumlah pengguna nantinya. Kebutuhan ruang darurat yang didapat dalam penelitian ini akan digunakan sebagai dasar tatanan ruang, namun untuk dimensi tetap didasarkan dari standar hunian sementara yang ada yang disesuaikan dengan jenis material yang tersedia.

Dalam membentuk sistem modul, terdapat beberapa satuan modul dari kecil, hingga gabungan modul besar. Pada bagian modul dasar dapat digunakan kelipatan sebagai penghitungan dasar yang nantinya dapat dilipatkan berdasarkan kebutuhan. Dalam membuat modul terdapat beberapa hal yang diperhitungkan, antara lain jumlah kapasitas orang pengguna di dalam modul dan ketersediaan material yang dapat digunakan untuk membuat bentuk modul tersebut. Dari fungsi pemodelan, ruang modul merupakan ruang multifungsi yang digunakan sebagai beberapa fungsi, seperti tempat tidur, tempat makan, tempat bersama, dan sebagainya. Peneliti menggunakan dasar penghitungan antropometri dari satu furnitur berupa tempat tidur tipe *single* berukuran 100x200 centimeter. Besaran furnitur ini kemudian dikalilipatkan sehingga mendapat dimensi modular bagi 1-2 orang pengguna. Perlu diperhatikan bahwa dalam proses pembentukan modul hunian sementara ini lebih memperhitungkan ergonomi manusia dari segi kenyamanan pergerakan sesuai dengan standar yang telah ada, sehingga dari aspek luasan ruang tidak tergantung dengan hasil survey rumah tinggal masyarakat Desa Hargotirto.

**Tabel 4.9 Material pilihan yang dipilih**

Bagian	Jenis	Material	Dimensi	Kegunaan
Konstruksi Utama	Kayu	Glugu	300(P) x 6(L) x 12(T)	Kolom dan balok
		Glugu	300(P) x 5(L) x 7(T)	Struktur Atap
	Bambu	Petung	16(D) x 600(P)	Kolom dan balok
		Petung	14D) x 600(P)	Struktur Atap
Penutup	Kayu	Merantai	400(P) x 20(L) x 0,2(T)	Dinding
	Bambu	Gedhek	300(P) x 200(L)	Dinding
	Plank	Kalsiboard	300(P) x 20(L) x 4(T)	Dinding

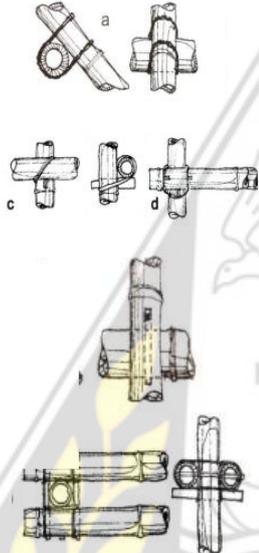
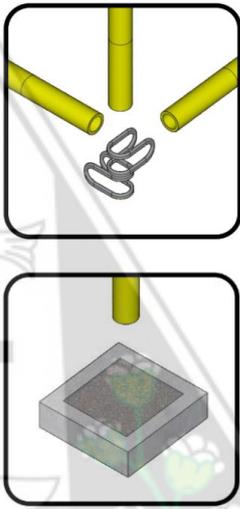
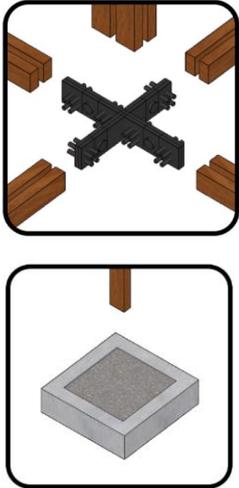
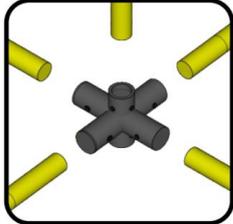
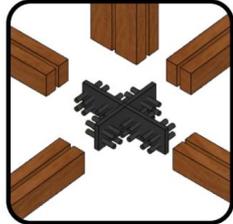
	Atap	Genteng	Per Buah	Atap
		Seng Gelombang	300(P)	Atap

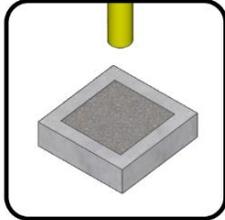
Sumber: Peneliti, 2022

Jenis material yang ditentukan dalam pemodelan diambil dari berbagai macam pertimbangan, yaitu jumlah produksi ketersediaan, dimensi terbesar dari setiap jenis material, dan seringnya digunakan di Desa Hargotirto sebagai material konstruksi bangunan. Peneliti mendapat material alam lokal dua jenis dari masing-masing bambu dan kayu yang digunakan untuk konstruksi utama, seperti kolom, balok, dan struktur atap. Sedangkan peneliti mendapat material berbeda-beda sebagai material penutup bangunan, seperti lantai, dinding, dan atap, yaitu menggunakan kalsiboard dan gabungan antara papan kayu meranti dengan gedhek sebagai material dinding, serta seng gelombang dan genteng sebagai material atap.

Dari analisis data yang dilakukan pada jenis teknik konstruksi *joint* yang ada pada beberapa bangunan Desa Hargotirto yang masih menggunakan material alam lokal kayu dan bambu, peneliti melihat bahwa potensi teknik *joint* yang ada di bangunan masih cukup tradisional dan dinilai akan memakan waktu dalam pembuatan. Oleh karena itu peneliti mencoba membuat pemodelan baru terkait jenis *joint* yang diadaptasi dari jenis *joint* yang ada di Desa Hargotirto dengan menggunakan metode yang lebih modern, sehingga lebih efisien dalam pengerjaan bangunan nantinya. Tentunya pemodelan bentuk *joint* yang dimodelkan oleh peneliti juga didasarkan dari beberapa tinjauan pustaka yang sudah ada. Terdapat 3 jenis tipe *joint*, yaitu *joint* rol, sendi, dan kaku. Peneliti menggunakan 2 jenis *joint* yang akan dianalisis dalam pemodelan nantinya, di antara lain:

Tabel 4.10 Analisis teknik konstruksi *joint*

Jenis Teknik Konstruksi <i>Joint</i>	Tinjauan Pustaka dan Survey	Usulan Peneliti	
		Bambu	Kayu
Sendi	 <p>Sumber: Wijayanti (2008)</p>  <p>Sumber: <a href="https://issuu.com">https://issuu.com</a> Diakses 10 Mei 2022</p>	 <p>Dari data jenis <i>joint</i> sendi dari hasil tinjauan pustaka dan survey langsung, peneliti mengusulkan jenis <i>joint</i> sendi pada bambu dengan tali sebagai penghubung dan titik pondasi yang hanya diletakkan diatas batu.</p>	 <p>Dari data jenis <i>joint</i> sendi dari hasil tinjauan pustaka dan survey langsung, peneliti mengusulkan jenis <i>joint</i> sendi pada kayu dengan besi metal dan poros sebagai penghubung dan titik pondasi yang diletakkan diatas batu.</p>
Kaku	 <p>Sumber: <a href="https://www.giantgrass.com">https://www.giantgrass.com</a> Diakses 10 Mei 2022</p>		

	 <p>Sumber: <a href="https://issuu.com">https://issuu.com</a> Diakses 10 Mei 2022</p>  <p>Sumber: dokumentasi peneliti (2022)</p>	 <p>Dari data jenis <i>joint</i> sendi dari hasil tinjauan pustaka dan survey langsung, peneliti mengusulkan jenis <i>joint</i> kaku pada bambu dengan besi metal sebagai penghubung dan titik pondasi yang hanya diletakkan diatas batu.</p>	 <p>Dari data jenis <i>joint</i> sendi dari hasil tinjauan pustaka dan survey langsung, peneliti mengusulkan jenis <i>joint</i> kaku pada kayu dengan besi metal sebagai penghubung dan titik pondasi yang hanya diletakkan diatas batu.</p>
--	--	---	---

Sumber: Peneliti, 2022

Pada gambar di atas dapat dilihat terdapat beberapa macam jenis konstruksi *joint* yang dapat diaplikasikan terutama dengan jenis *joint* sendi. Dengan menggunakan bambu dan kayu sebagai material utama konstruksi bangunan dan dihubungkan dengan menggunakan ikatan. Jenis hubungan sendi memungkinkan dalam menahan gaya vertikal dan horizontal, tetapi tidak dapat menahan rotasi akibat momen. Penerapan hubungan Sendi pada konstruksi bambu dapat ditemui pada pemasangan kaso pada gording, dan juga pada beberapa sambungan kolom dan balok yang lebih rumit. Tidak hanya jenis *joint* sendi, terdapat pula jenis *joint* kaku atau jepit. Dengan menggunakan bambu dan kayu sebagai material utama konstruksi bangunan dan dihubungkan dengan menggunakan pasak, cor beton, dan besi atau metal. Hubungan jepit merupakan jenis hubungan yang paling kaku

dimana elemen struktur tidak hanya dapat menahan beban vertikal dan horizontal, tetapi juga dapat menahan rotasi atau momen.

Dari berbagai jenis *joint* bambu dan kayu diatas, peneliti menganalisis bahwa pada beberapa model bangunan pada umumnya menggunakan model jenis *joint* tergantung dari seberapa besar dan seberapa tinggi bangunannya. Pada model hunian sementara yang dimodelkan oleh peneliti nantinya, setiap jenis *joint* sendi dan kaku akan diaplikasikan semua kepada model hunian sementara. Apabila dilihat dari setiap *joint* memiliki kelebihan dari segi kekuatannya masing-masing, dapat dilakukan berbagai simulasi pada setiap model hunian sementara dengan mempertimbangkan titik *joint* yang dapat diaplikasikan pada *joint* struktur utama, seperti jenis *joint* pada sambungan kolom dengan balok, jenis *joint* pada sambungan kolom dengan struktur atap, dan jenis *joint* pada sambungan balok dengan struktur atap. Jenis konstruksi *joint* yang dianalisis ini dirangkum oleh peneliti dapat diaplikasikan nantinya di Desa Hargotirto, dikarenakan adanya sumber daya yang mumpuni, seperti sumber daya tukang lokal yang mumpuni, sumber daya material yang ada terkait material konstruksi utama dan sambungannya. Namun peneliti tidak menutup kemungkinan untuk pada beberapa *joint* kaku dapat diproduksi diluar secara modular dan nantinya di lapangan dapat langsung diaplikasikan secara mudah dan ringkas, seperti jenis *joint* besi atau metal yang dapat diproduksi secara pabrikan sehingga masyarakat biasa pun nantinya dapat memasangnya secara mudah di lapangan.

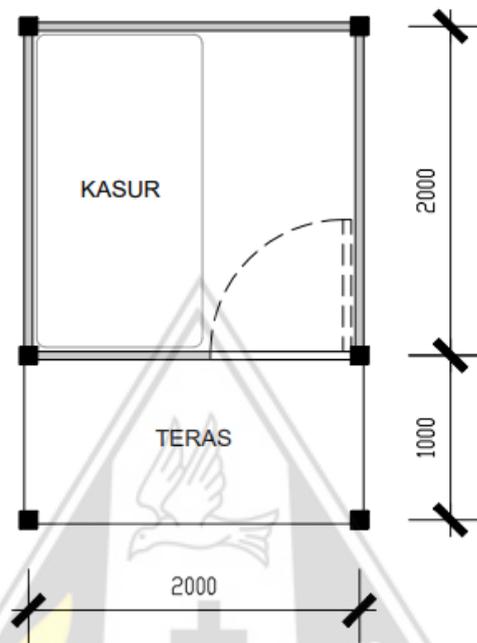
Dari analisis *joint* yang sudah dilakukan pada tipologi bangunan pada sebelumnya, peneliti membuat pemodelan dengan prinsip modular yang

mengfokuskan aspek efisien dari segi biaya, waktu, dan penyediaan. Apabila dibandingkan dengan referensi tinjauan pustaka yang sudah didapat terkait berbagai jenis *joint*, peneliti memutuskan jenis *joint* yang akan digunakan pada sambungan adalah jenis *joint* rol pada sambungan pondasi dan kolom, serta jenis *joint* kaku dan sendi pada sambungan kolom, balok, dan struktur atap. Pada material kayu glugu dan bambu petung, apabila di Desa Hargotirto biasanya menggunakan sambungan coak dan membutuhkan bantuan tukang kayu untuk membentuk coakan tersebut, peneliti mengusulkan bentuk *joint* baru berupa bantuan besi metal yang dapat lebih mudah disambungkan dengan material kayu glugu dan bambu petung tersebut,

#### **4.6. Pemodelan Arsitektural**

Hunian sementara yang dimodelkan oleh peneliti didasarkan pada tahap analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Dari penentuan jumlah kapasitas orang pengguna, jenis fungsi ruang, dan jenis material. Penentuan pemodelan yang dilakukan oleh peneliti merupakan modul dasar yang kemudian dapat dikembangkan atau digabungkan dengan modul yang sama untuk menyesuaikan kapasitas dan fungsi yang diperlukan dalam hunian sementara.

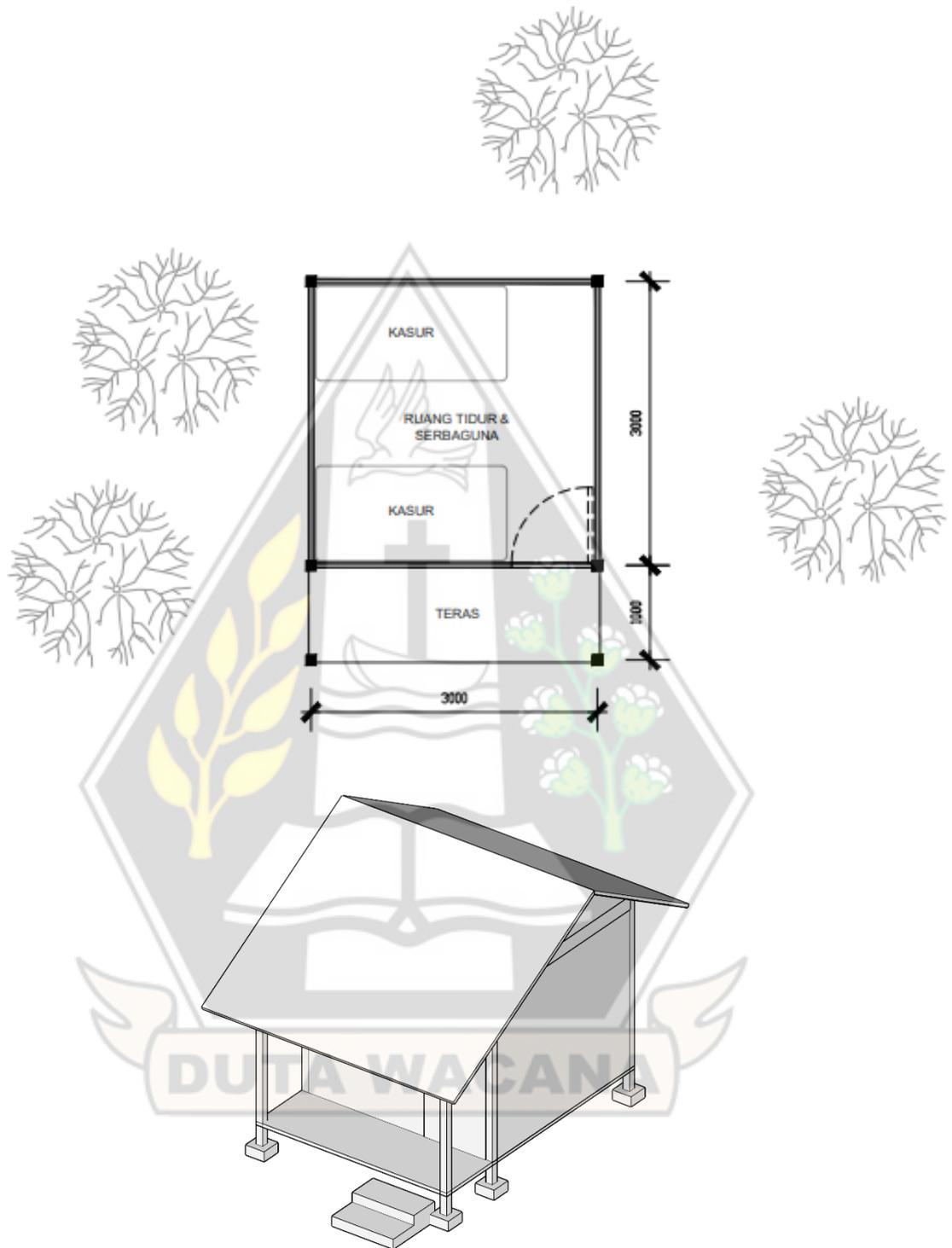
Dari pemodelan tahap awal, ditemukan kunci modul dasar yang akan digunakan oleh 1 orang. Apabila dilihat dari tinjauan pustaka yang ada, modul dasar berkelipatan antara 1x2 meter yang diambil dari kelipatan kasur tidur tipe *single*, yang kemudian dibandingkan dengan kebutuhan ruang yang dibutuhkan dalam hunian sementara.



**Gambar 4.13 Bentuk modul hunian sementara khusus 1 orang**

Sumber: Peneliti, 2022

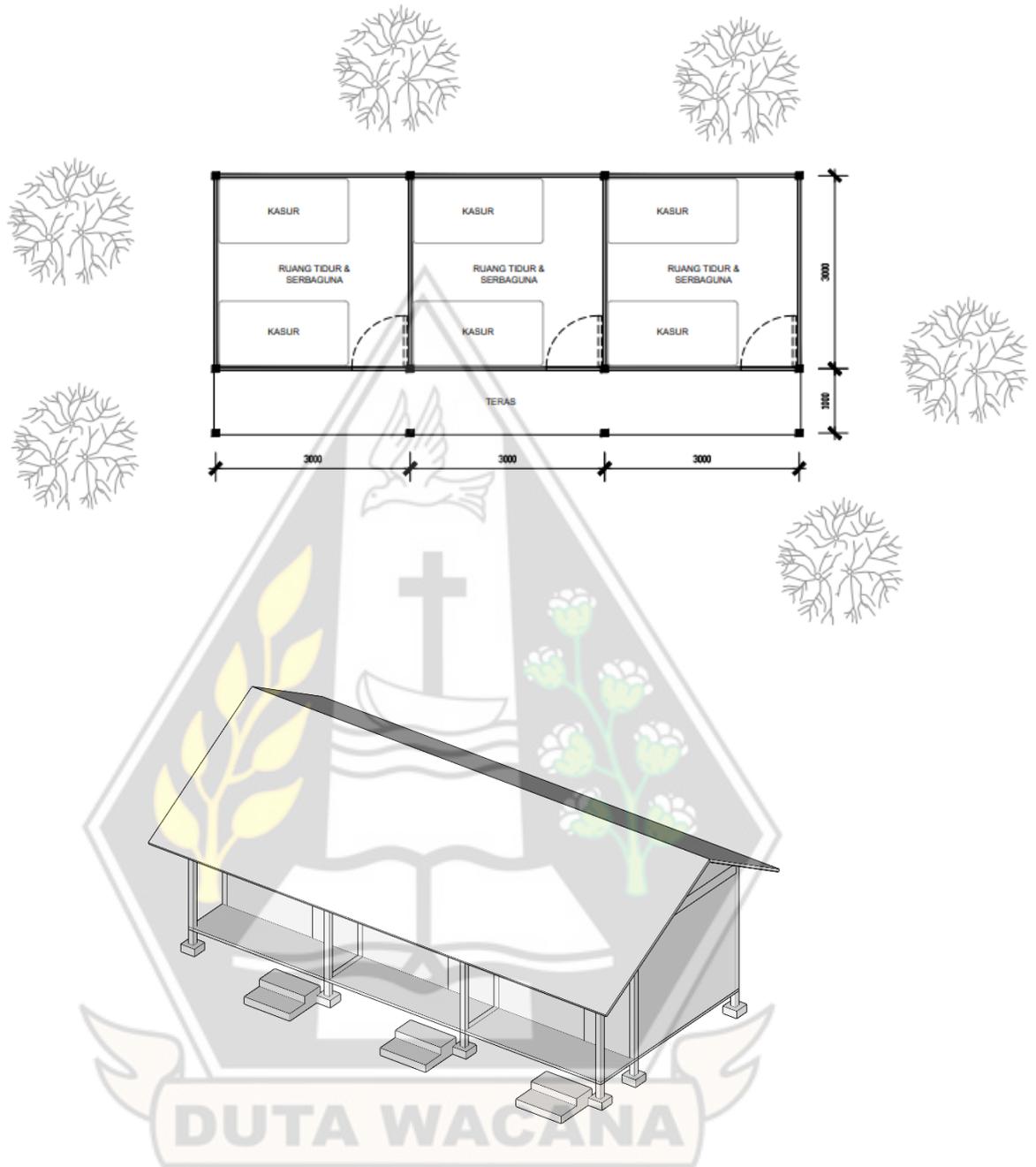
Pada modul ini, dimodelkan bentuk hunian sementara yang memiliki bentuk ukuran modul 2x2 meter dengan fungsi ruang tidur bagi 1 orang. Penggunaan modul ini dapat diterapkan sebagai ruang multi fungsi bagi 1 orang ketika tinggal di dalamnya, seperti ruang tidur, ruang makan (kasur dapat ditegakkan vertikal ketika tidak digunakan), dan sebagainya. Pada bentuk modul ini, tentu saja dapat dikembangkan dan digabungkan dengan tipe modul yang sama yang dapat saling dijejerkan atau ditempelkan dengan bentuk *joint* pengikat.



**Gambar 4.14 Bentuk modul hunian sementara pemodelan 1**

Sumber: Peneliti, 2022

Pada modul dasar yang juga merupakan modul inti, dimodelkan bentuk hunian sementara yang memiliki bentuk ukuran modul 3x3 meter dengan fungsi ruang tidur bagi maksimal 2 orang. Apabila dilihat lebih detail, penentuan dimensi modul didapatkan dari jenis material utama yang digunakan, yaitu rata-rata ketersediaan material lokal yang ada berdimensi panjang 3 meter. Kelipatan modul kasur tipe *single* yang disarankan setiap 1x2 meter dapat diterjemahkan menjadi ruang dengan fungsi sebagai, yaitu ruang tidur minimal yang diperlukan dalam pergerakan manusia dengan 1 kasur besar untuk 2 orang dan dapat juga dipakai untuk kegiatan lainnya di dalam ruangan. Pada bentuk bangunan yang dimodelkan persegi, bentuk atap hunian sementara yang dapat digunakan dimodelkan bentuk atap pelana. Bentuk atap pelana didapatkan dari analisis peneliti yang mengambil referensi dari mayoritas bentuk atap dari rumah tinggal masyarakat Desa Hargotirto pada umumnya. Bentuk rumah yang berbentuk panggung merupakan usulan peneliti dalam memodelkan. Peneliti merumuskan bentuk rumah lantai panggung dinilai lebih efektif dari segi keamanan (dari banjir atau genangan air), kenyamanan (dari lantai atau tanah yang dapat membuat suhu dingin), dan titik pondasi yang sama dengan referensi rumah masyarakat Desa Hargotirto yang hanya diletakkan di atas batu atau cor semen. Ditambah apabila bangunan hunian sementara sudah selesai digunakan, ketika dibongkar model hunian sementara ini tidak akan meninggalkan bekas sisa yang besar pada tanah landasan.

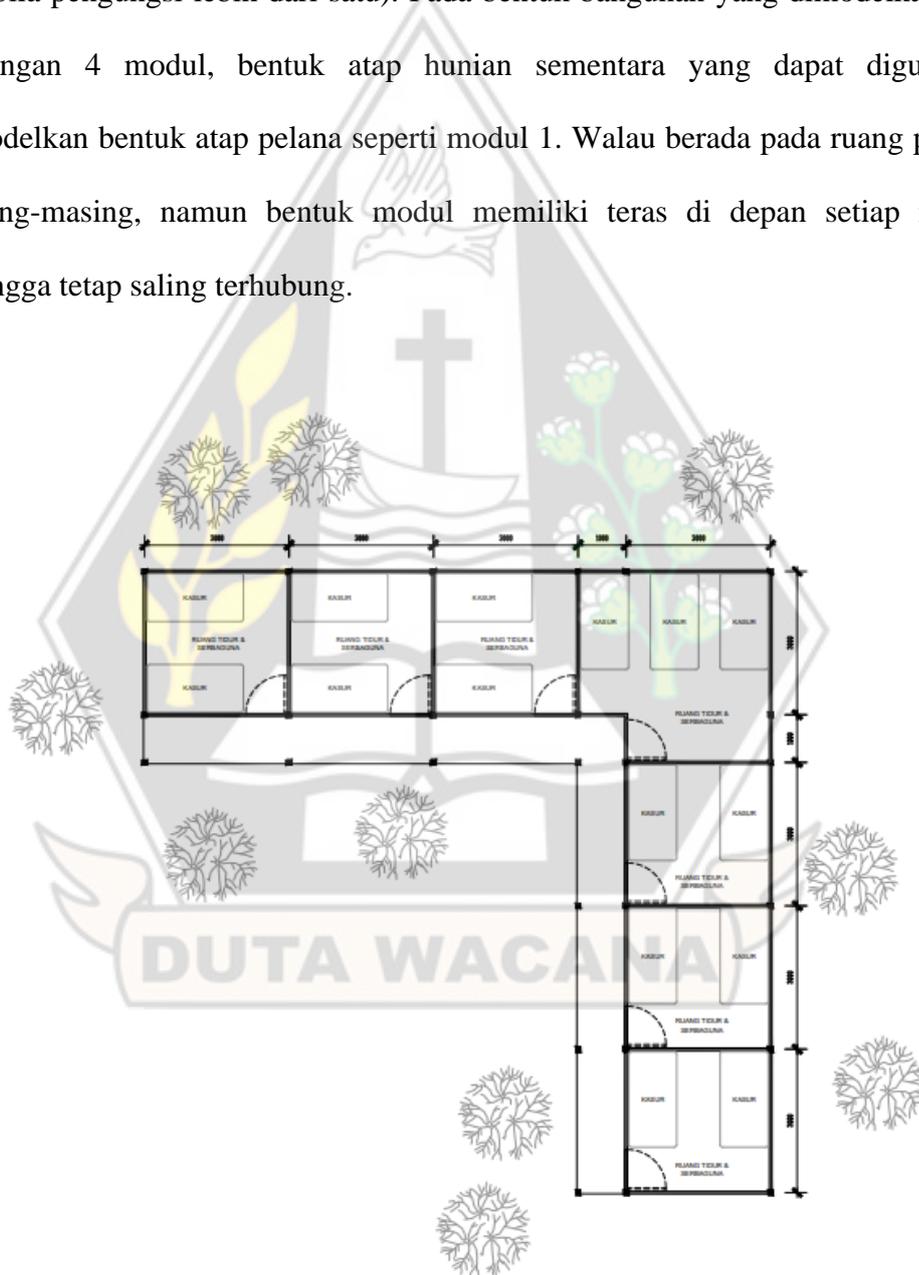


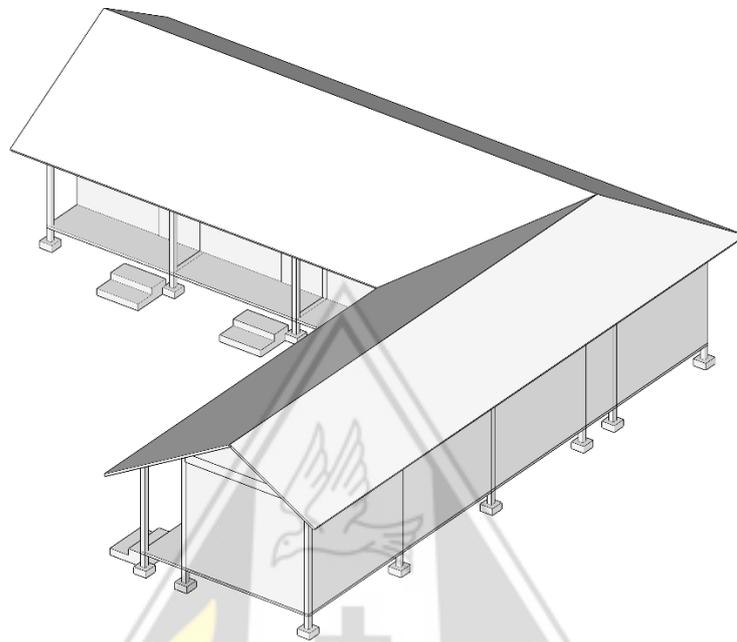
**Gambar 4.15 Bentuk modul hunian sementara pemodelan 2**

Sumber: Peneliti, 2022

Pembuatan modul dasar inti ini menjadi dasar dalam pembuatan modul berikutnya apabila jumlah pengguna diperlukan lebih banyak. Seperti pada gambar di atas dimodelkan 3 modul berjejer yang terhubung secara struktur konstruksinya.

Jenis modul ini dapat menampung pengguna sebanyak maksimal 6 orang dengan sekat di antaranya untuk membatasi privasi dari masing-masing pengguna. Sesuai dengan peraturan yang ada, apabila ingin digabungkan menjadi beberapa modul, keberadaan 6 orang dapat diakomodasi daripada dipisah-pisah per modul bangunan (apabila pengungsi lebih dari satu). Pada bentuk bangunan yang dimodelkan dari gabungan 4 modul, bentuk atap hunian sementara yang dapat digunakan dimodelkan bentuk atap pelana seperti modul 1. Walau berada pada ruang privasi masing-masing, namun bentuk modul memiliki teras di depan setiap modul sehingga tetap saling terhubung.



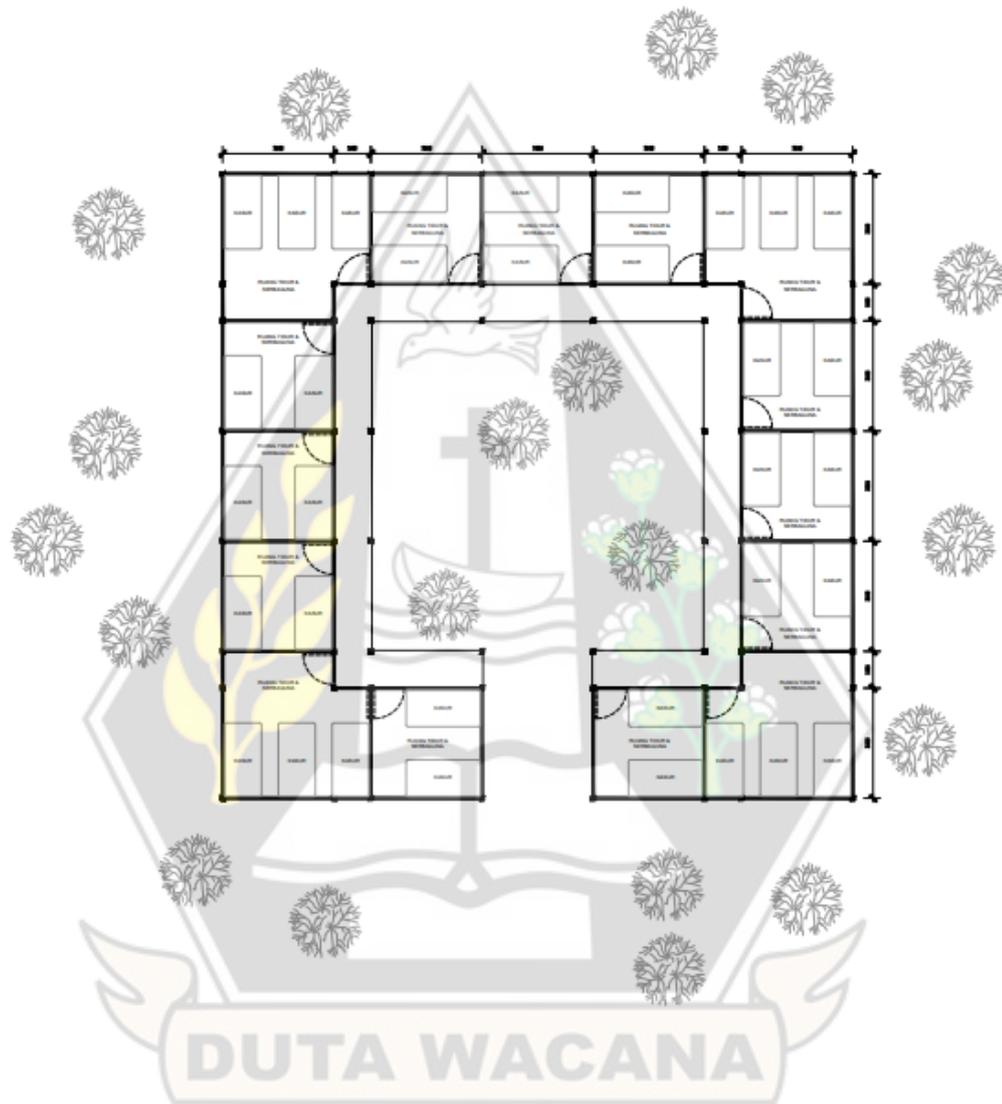


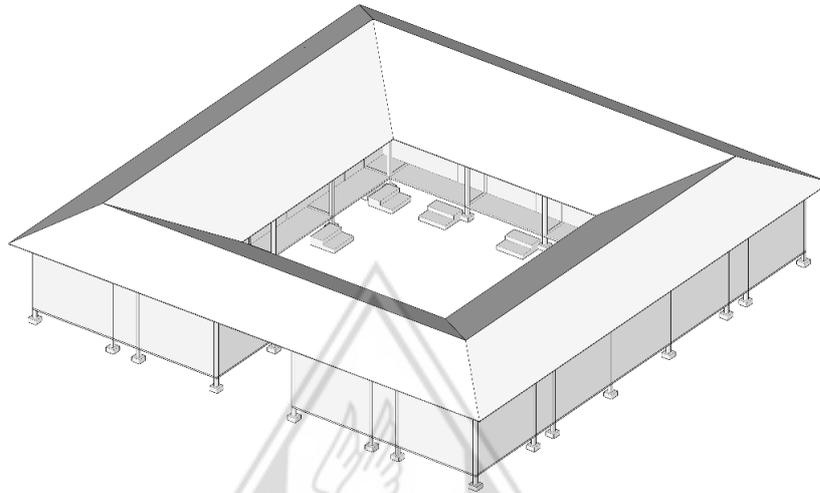
**Gambar 4.16 Bentuk modul hunian sementara pemodelan 3**

Sumber: Peneliti, 2022

Pada modul 3, peneliti mencoba membuat rangkaian gabungan modul yang berbentuk L. Bentuk gabungan ini sedikit berbeda dipilih dikarenakan mengantisipasi tidak adanya lahan yang besar di Desa Hargotirto apabila terjadi bencana tanah longsor yang besar sehingga butuh hunian sementara yang banyak. Dengan bentuk semacam L ini, dapat menyesuaikan bentuk keseluruhan apabila terdapat halangan tanaman besar atau lahan yang sempit dan tidak lebar. Jumlah modul yang dapat dipasang ini adalah 7 modul inti, dengan mempertimbangkan adanya 1 modul hunian yang dapat berisi hingga 3 orang pada bagian sudut L. Jumlah maksimal pengguna yang dapat masuk sehingga dinilai nyaman adalah sebanyak 15 orang. Pada bentuk bangunan yang dimodelkan L ini, bentuk atap hunian sementara yang dapat digunakan dimodelkan bentuk atap pelana. Bentuk atap pelana didapatkan dari analisis peneliti yang mengambil referensi dari

mayoritas bentuk atap dari rumah tinggal masyarakat Desa Hargotirto pada umumnya.

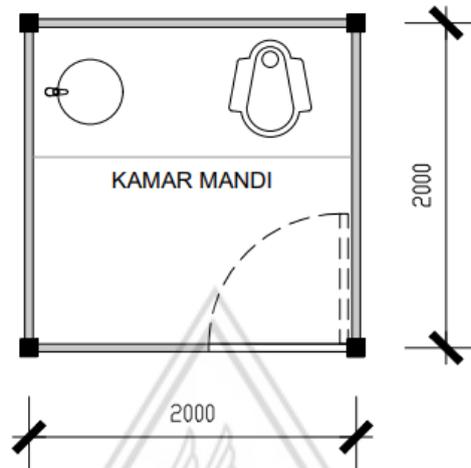




**Gambar 4.17 Bentuk modul hunian sementara pemodelan 4**

Sumber: Peneliti, 2022

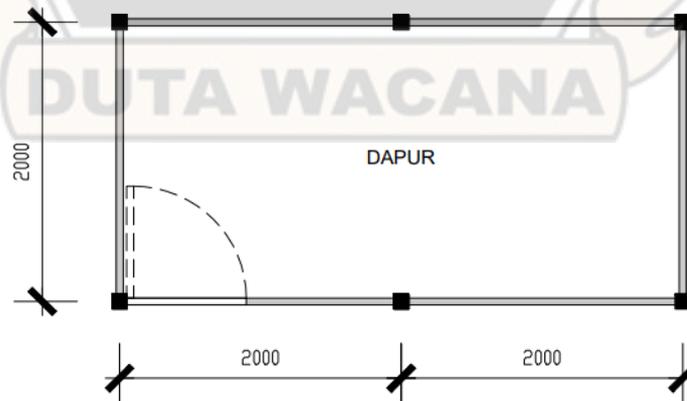
Kemudian pada modul 4 peneliti mencoba membuat rangkaian gabungan modul yang berbentuk kotak persegi dengan adanya lahan terbuka pada bagian tengah. Bentuk penataan ini dipilih juga karena antisipasi keterbatasan lahan. Dengan bentuk semacam kotak ini, dapat menyesuaikan bentuk keseluruhan apabila terdapat halangan tanaman besar yang berada di tengah rencana tapak. Jumlah modul yang dapat dipasang ini adalah 15 modul inti, dengan mempertimbangkan adanya 4 modul hunian yang dapat berisi hingga 3 orang pada bagian sudut persegi. Jumlah maksimal pengguna yang dapat masuk sehingga dinilai nyaman adalah sebanyak 34 orang. Pada bentuk bangunan yang dimodelkan kotak ini, bentuk atap hunian sementara yang dapat digunakan dimodelkan bentuk atap pelana yang berputar mengelilingi seluruh deret bangunan. Bentuk atap pelana didapatkan dari analisis peneliti yang mengambil referensi dari mayoritas bentuk atap dari rumah tinggal masyarakat Desa Hargotirto pada umumnya.



**Gambar 4.18 Bentuk modul kamar mandi**

Sumber: Peneliti, 2022

Selain modul hunian sementara sebagai fungsi ruang tidur dan ruang serbaguna, peneliti juga membuat fungsi modul lain sebagai pelengkap. Ruang modul ini berfungsi sebagai kamar mandi yang nantinya dapat bersifat publik dan dapat diperbanyak sesuai kebutuhan. Ukuran dimensi per modul kamar mandi yang dibuat adalah 2x2 meter. Tentunya bentuk modul ini akan terpisah dari modul hunian sementara utama.



**Gambar 4.19 Bentuk modul dapur**

Sumber: Peneliti, 2022

Selain modul hunian sementara utama dan kamar mandi, peneliti juga membuat fungsi modul lain yaitu dapur. Ukuran dimensi per modul dapur yang dibuat adalah 2x4 meter. Ukuran modul ini dibuat dengan sifat publik yang digunakan bersama-sama, namun juga dapat diperbanyak dan diperbesar sesuai kebutuhan. Tentunya bentuk modul ini akan terpisah dari modul hunian sementara utama dan kamar mandi.

Penempatan gabungan bentuk modul tertentu ini nantinya akan disimulasikan dengan software SAP 2000 untuk menghitung kekuatan struktur dan software Design Builder untuk menghitung kenyamanan termal yang dicobakan dengan material tertentu. Pada modul kamar mandi, dapur, dan hunian sementara khusus 1 orang tidak akan dilakukan uji coba simulasi karena fokus penelitian dan perancangan ini lebih berfokus pada hunian sementara dengan fungsi ruang tidur dan ruang serbaguna untuk 2 orang lebih.

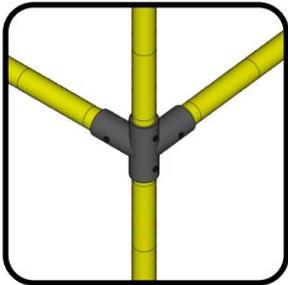
#### **4.7. Pemodelan Spesifikasi Kekuatan Struktur**

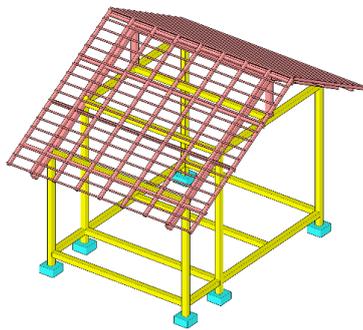
Pada simulasi kekuatan struktur dalam modular hunian sementara, terdapat 2 hal yang menjadi fokus penelitian, yaitu momen gerak vertikal dan momen lengkung horizontal. Simulasi pada kekuatan struktur dapat dilakukan berdasarkan hasil dari pemodelan yang sudah dilakukan sebelumnya. Beberapa aspek yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil dari kekuatan struktur dalam *software SAP 2000* antara lain desain modular, jenis material, dan titik konstruksi *joint*. Desain modular terdiri dari bentuk atau geometri, ukuran modul, dan grid modul. Kemudian jenis material terdiri dari dimensi (panjang, lebar, tinggi), nilai

elastisitas, dan gaya-gaya beban dari setiap materialnya. Titik konstruksi *joint* terdiri dari penempatan dan jenis *joint*nya. Peneliti menentukan aspek khusus dari awal yang tidak diubah-ubah, yaitu jenis pondasi yang berupa pondasi letak pada batu atau cor beton tanpa ditanam, dan posisi lantai yang menggantung dan tidak menempel pada tanah. Perlu digaris bawahi bahwa dalam proses simulasi menggunakan *software SAP 2000* ini, peneliti hanya mengambil hasil secara sederhana hasil perhitungan dengan mengambil 1 sampel dari 1 bagian struktur konstruksi dari setiap model, sehingga hasil yang disampaikan dalam penelitian ini tidak terlalu mendetail.

Pada teknik konstruksi *joint* yang diusulkan dari perbandingan dasar teori dan survey teknik *joint* rumah Desa Hargotirto sebelumnya, peneliti menemukan 2 jenis *joint* pada masing-masing material yang akan diuji dan setiap modul. Masing-masing material akan memiliki 2 jenis *joint* yang berbeda, yaitu jenis *joint* kaku dan sendi yang memiliki bentuk berbeda pada setiap materialnya. Teknik konstruksi yang dipilih antara lain:

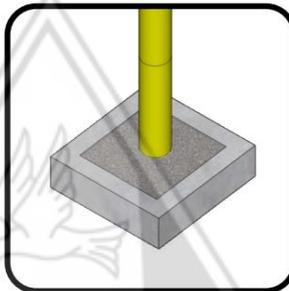
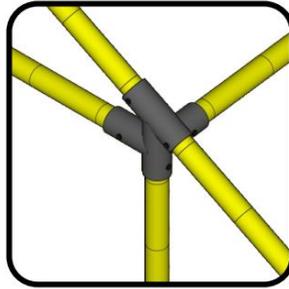
Tabel 4.11 Spesifikasi pemodelan simulasi kekuatan struktur

Spesifikasi Struktural Pemodelan Hunian Sementara	Teknik Konstruksi <i>Joint</i>	
	Bambu Petung	Kayu Glugu
Pemodelan 1	Jenis <i>Joint</i> Kaku : 	Jenis <i>Joint</i> Kaku : 

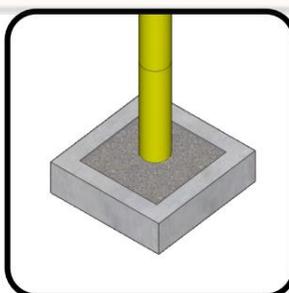
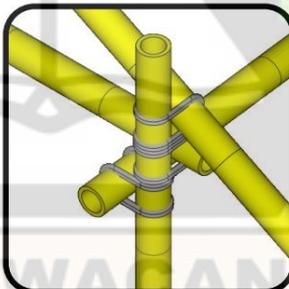
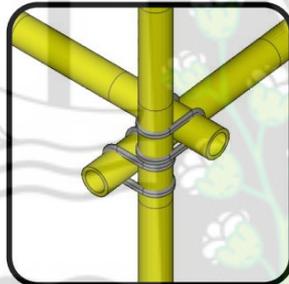


**Keterangan:**

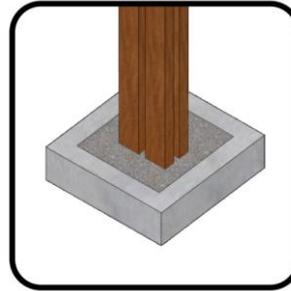
- Struktur Atap (Balok, Gording, Usuk, dan Reng)
- Struktur Tengah (Kolom dan Balok)
- Struktur Bawah (Pondasi)



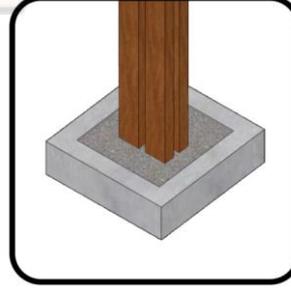
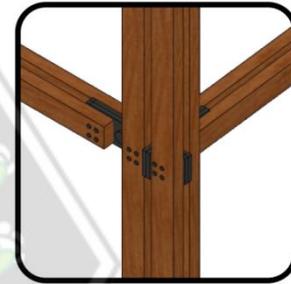
Jenis *Joint* Sendi :



Jenis *Joint* Kaku :

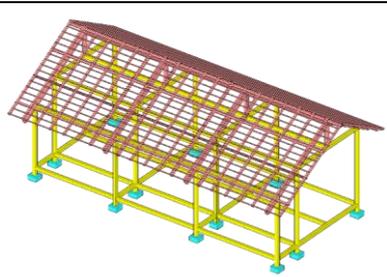


Jenis *Joint* Sendi :



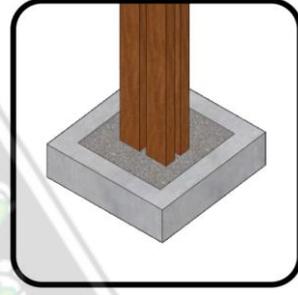
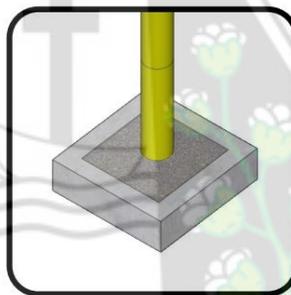
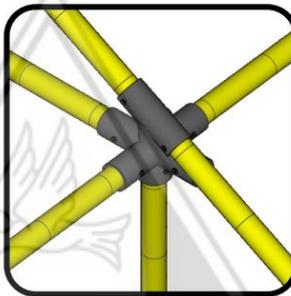
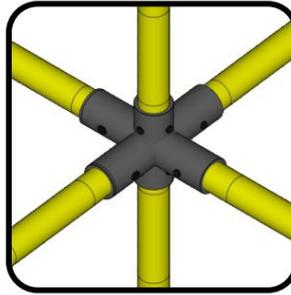
Jenis *Joint* Kaku :

Pemodelan 2



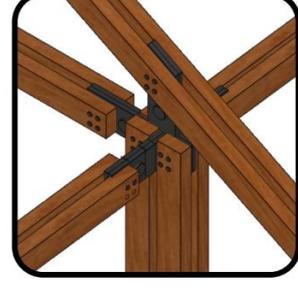
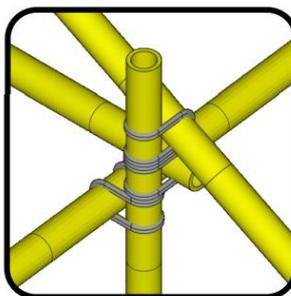
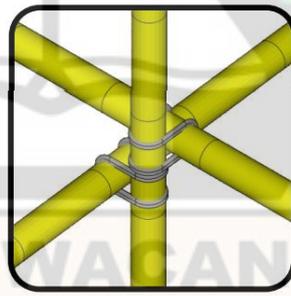
**Keterangan:**

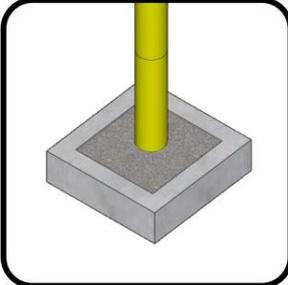
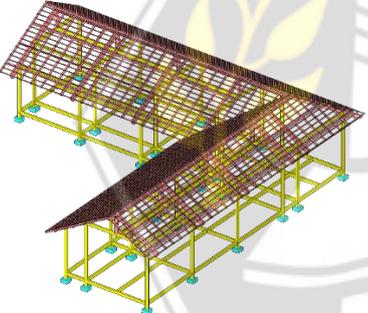
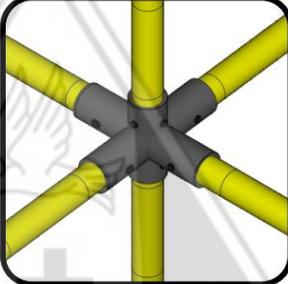
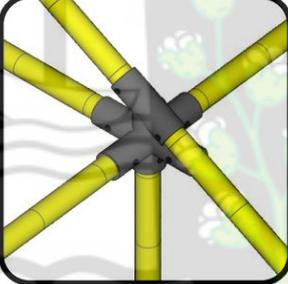
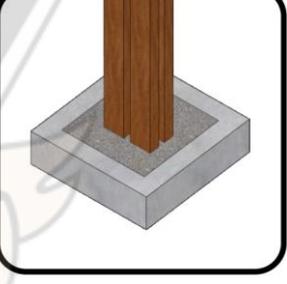
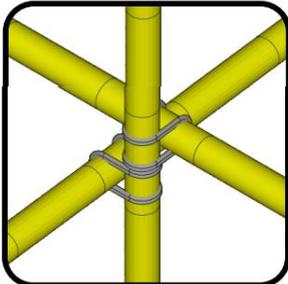
- Struktur Atas (Balok, Gording, Usuk, dan Reng)
- Struktur Tengah (Kolom dan Balok)
- Struktur Bawah (Pondasi)

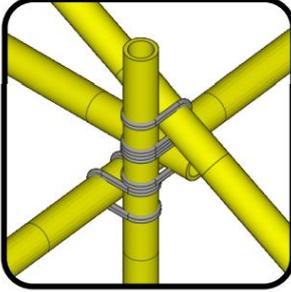
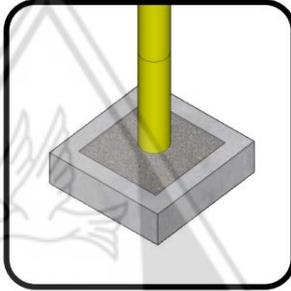
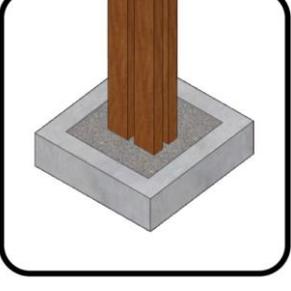
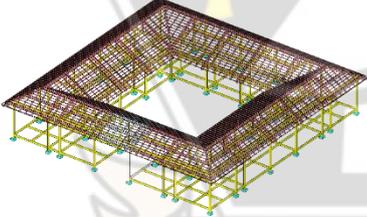
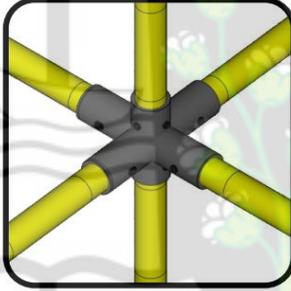
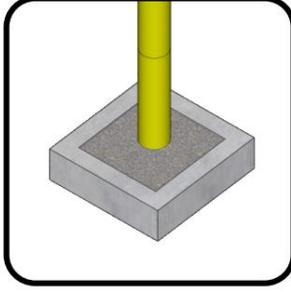
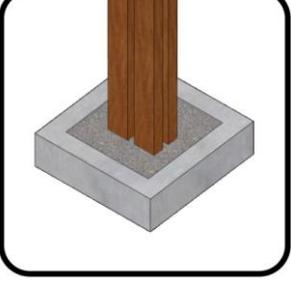


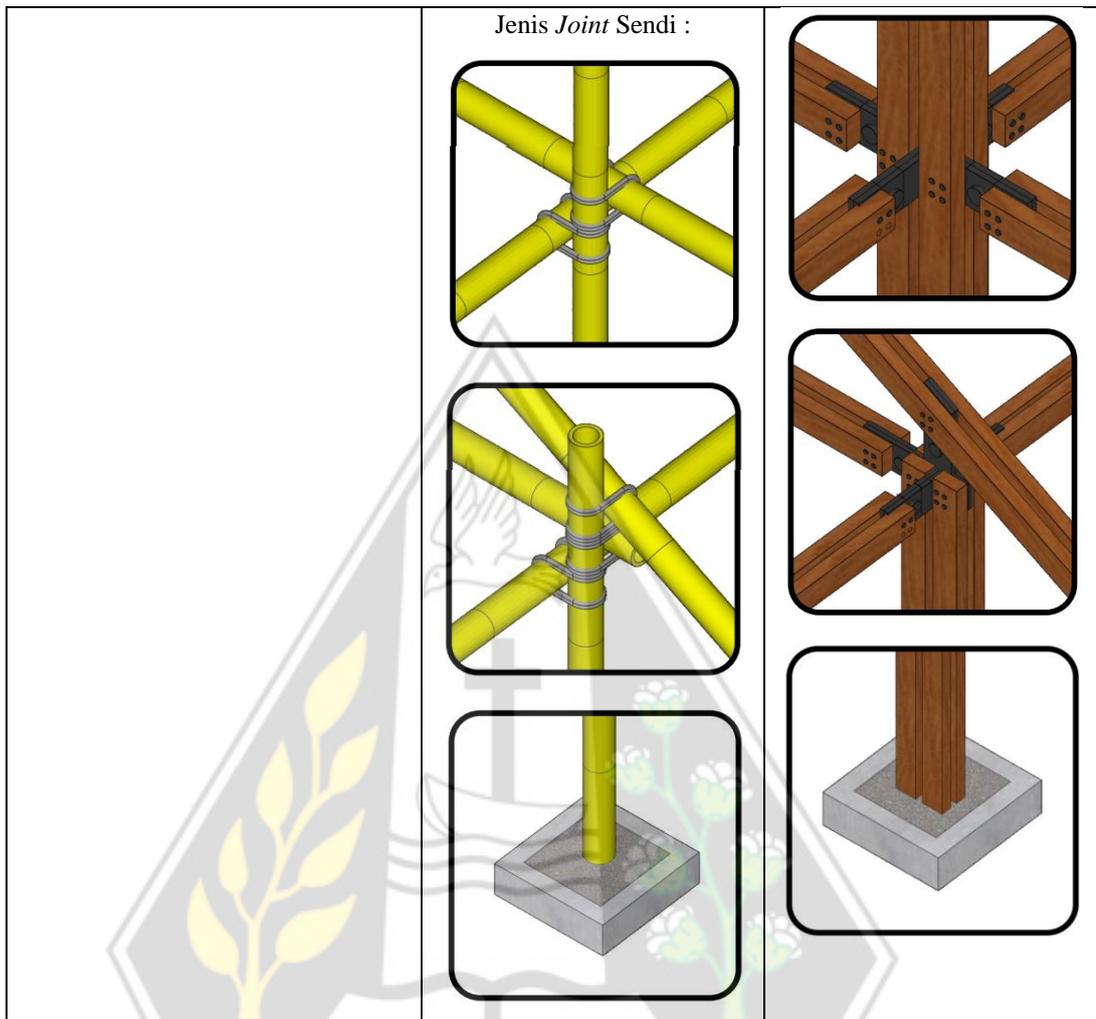
Jenis *Joint* Sendi :

Jenis *Joint* Sendi :



		
<p>Pemodelan 3</p>  <p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> Struktur Atap (Balok, Gording, Usuk, dan Reng)</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Struktur Tengah (Kolom dan Balok)</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> Struktur Bawah (Pondasi)</li> </ul>	<p>Jenis <i>Joint</i> Kaku :</p>   	<p>Jenis <i>Joint</i> Kaku :</p>   
	<p>Jenis <i>Joint</i> Sendi :</p> 	<p>Jenis <i>Joint</i> Sendi :</p> 

	 	 
<p>Pemodelan 4</p>  <p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> Struktur Atap (Balok, Gording, Usuk, dan Reng)</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Struktur Tengah (Kolom dan Balok)</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> Struktur Bawah (Pondasi)</li> </ul>	<p>Jenis Joint Kaku :</p>   	<p>Jenis Joint Kaku :</p>    <p>Jenis Joint Sendi :</p>



Sumber: Peneliti, 2022

Pada gambar di atas, jenis *joint* kaku pada kayu dan bambu menggunakan material besi metal sebagai penghubung setiap elemen kayu baik vertikal, horizontal dan diagonal dengan bantuan sekrup. Hubungan jepit atau kaku merupakan jenis hubungan yang keras dimana elemen struktur tidak hanya dapat menahan beban vertikal dan horizontal, tetapi juga dapat menahan rotasi atau momen. Titik *joint* ini dipasang pada setiap hubungan material kayu dan bambu, kecuali antara kolom dengan pondasi yang tetap hanya menggunakan tipe letak di atas tanpa tanam.

Sedangkan pada jenis *joint* sendi di antara material kayu dan bambu memiliki bentuk *joint* yang berbeda. Pada bambu menggunakan jenis *joint* sederhana yang menggunakan ikatan tali dengan pola silang. Sedangkan pada kayu dibuat pemodelan teknik konstruksi *joint* yang menggunakan metal besi namun terdapat sistem putar pada titik penghubungnya. Penempatan sistem *joint* selain mengembangkan dari jenis *joint* yang ada di bangunan Desa Hargotirto, namun juga mempertimbangkan prinsip modular yang bersifat efisien daripada sistem konvensional biasa.

Jenis *joint* kaku pada bambu ini menggunakan teknik ikatan sebagai penghubung setiap elemen bambu baik vertikal, horizontal dan diagonal dengan bantuan pasak. Berbeda dengan jenis kaku, jenis *joint* sendi ini tidak menggunakan material besi metal dan hanya menggunakan tali rotan sebagai penghubung sehingga sambungannya tidak keras. Jenis hubungan sendi memungkinkan dalam menahan gaya vertikal dan horizontal, tetapi tidak dapat menahan rotasi akibat momen. Titik *joint* ini dipasang pada setiap hubungan material bambu, kecuali antara kolom dengan pondasi yang tetap hanya menggunakan tipe letak di atas tanpa tanam.

Dari beberapa pemodelan hunian sementara yang telah didapatkan, kemudian dilakukan uji simulasi terkait simulasi penghitungan kekuatan struktur dengan pertimbangan jumlah modul, jenis material, dan teknik konstruksi *joint*. Sebelum memulai proses simulasi kekuatan struktur, peneliti membuat beberapa perhitungan tetap yang dibuat secara tetap, sehingga faktor penghitungan tersebut tidak berubah, seperti bentuk pondasi yang telah ditetapkan dari awal yaitu pondasi

letak, beban mati, beban hidup, gempa dan angin, seerta nilai koefisien dari setiap material yang akan diujicoba. Hasil simulasi perhitungan model hunian sementara yang didapatkan antara lain:

**Tabel 4.12 Matriks hasil simulasi software SAP 2000**

Hasil Simulasi	Material Bambu Petung		Material Kayu Glugu	
	Titik Joint Sendi	Titik Joint Kaku	Titik Joint Sendi	Titik Joint Kaku
<b>Model 1</b>	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 89,91 kgf Momen maks: 36,17 kgf	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 89,91 kgf Momen maks: 44,96 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 20,74 kgf Momen maks: 9,41 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 20,74 kgf Momen maks: 10,37 kgf
<b>Model 2</b>	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 98,33 kgf Momen maks: 51,19 kgf	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 99,47 kgf Momen maks: 51,91 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 20,74 kgf Momen maks: 10,58 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 21,31 kgf Momen maks: 10,72 kgf
<b>Model 3</b>	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 104,16 kgf Momen maks: 54,82 kgf	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 89,91 kgf Momen maks: 44,96 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 20,83 kgf Momen maks: 10,62 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 21,25 kgf Momen maks: 10,71 kgf
<b>Model 4</b>	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 102,45 kgf Momen maks: 48,98 kgf	Beban jarak: 59,94 kgf/m Geser maks: 94,76 kgf Momen maks: 39,78 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 21,32 kgf Momen maks: 10,72 kgf	Beban jarak: 13,82 kgf/m Geser maks: 20,76 kgf Momen maks: 8,14 kgf

Sumber: Peneliti, 2022

Pada percobaan di model 1 yang merupakan modul inti, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 2 orang pengguna, didapatkan hasil kekuatan struktur seperti tabel di atas. Pada jenis material kayu glugu sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan gaya geser sebesar 89,91 kgf dan gaya momen sebesar 36,17 kgf. Kemudian jenis material yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku didapatkan gaya geser sebesar 89,91 kgf dan gaya momen sebesar 44,96 kgf.

Pada modul yang sama di model 1, didapatkan hasil kekuatan struktur sebagai berikut. Pada jenis material bambu petung sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan gaya geser sebesar 20,74 kgf dan gaya momen sebesar 9,41 kgf. Kemudian jenis material yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku didapatkan gaya geser sebesar 20,74 kgf dan gaya momen sebesar 10,37 kgf. Di modul 1 material jenis *joint* sendi mendapat hasil simulasi kekuatan struktur yang sedikit lebih baik daripada jenis *joint* kaku, karena dapat menerima gaya geser dan gaya momen lebih besar.

Pada percobaan di model 2 yang merupakan gabungan 3 modul inti, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 6 orang pengguna, didapatkan hasil kekuatan struktur seperti berikut. Pada jenis material kayu glugu sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan gaya geser sebesar 98,33 kgf dan gaya momen sebesar 51,19 kgf. Kemudian jenis material yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint*

kaku didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 99,47 kgf dan gaya momen sebesar 51,91 kgf.

Pada modul yang sama di model 2, didapatkan hasil kekuatan struktur sebagai berikut. Pada jenis material bambu petung sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 20,74 kgf dan gaya momen sebesar 10,58 kgf. Kemudian jenis material yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 21,31 kgf dan gaya momen sebesar 10,72 kgf. Di modul 2 jenis *joint* sendi mendapat hasil simulasi kekuatan struktur yang lebih baik daripada jenis *joint* kaku, karena dapat menerima gaya geser dan gaya momen lebih besar.

Pada percobaan di model 3 yang merupakan gabungan 7 modul inti, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 15 orang pengguna, didapatkan hasil kekuatan struktur seperti berikut. Pada jenis material kayu glugu sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 104,16 kgf dan gaya momen sebesar 54,82 kgf. Kemudian jenis material yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 89,91 kgf dan gaya momen sebesar 44,96 kgf.

Pada modul yang sama di model 3, didapatkan hasil kekuatan struktur sebagai berikut. Pada jenis material bambu petung sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 20,83 kgf dan gaya momen sebesar 10,62 kgf. Kemudian jenis material

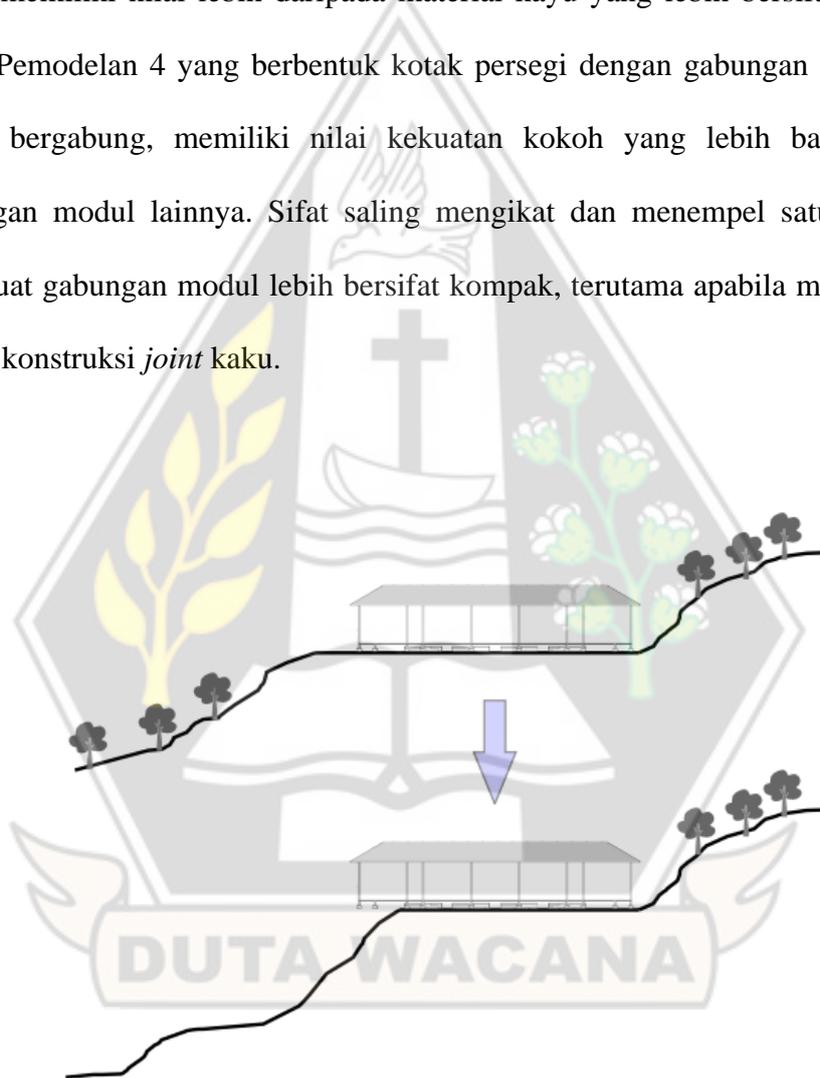
yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 21,25 kgf dan gaya momen sebesar 10,71 kgf. Di modul 3 jenis *joint* kaku mendapat hasil simulasi kekuatan struktur yang lebih baik daripada modul 1 dan 2.

Pada percobaan di model 4 yang merupakan gabungan 15 modul inti, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 34 orang pengguna, didapatkan hasil kekuatan struktur seperti berikut. Pada jenis material kayu glugu sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 102,45 kgf dan gaya momen sebesar 48,98 kgf. Kemudian jenis material yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 94,76 kgf dan gaya momen sebesar 39,78 kgf.

Pada modul yang sama di model 4, didapatkan hasil kekuatan struktur sebagai berikut. Pada jenis material bambu petung sebagai konstruksi utama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* sendi didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 21,32 kgf dan gaya momen sebesar 10,72 kgf. Kemudian jenis material yang sama dengan menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku didapatkan didapatkan gaya geser sebesar 20,76 kgf dan gaya momen sebesar 8,14 kgf. Di modul 4 jenis *joint* kaku mendapat hasil simulasi kekuatan struktur yang lebih baik daripada modul 1,2, dan 3.

Dari berbagai jenis modul hunian sementara yang disimulasikan untuk mendapatkan penghitungan kekuatan struktur, secara garis besar teknik konstruksi *joint* kaku lebih menghasilkan gaya geser dan gaya momen yang dapat menampung

lebih besar pembebanannya, sehingga lebih kuat dan kokoh daripada teknik konstruksi *joint* sendi. Pemilihan jenis material sebagai konstruksi utama cukup berpengaruh pada kekuatan struktur. Jenis material bambu dinilai lebih fleksibel dari nilai momen gerak daripada material kayu. Sifat material bambu yang lebih lentur memiliki nilai lebih daripada material kayu yang lebih bersifat keras dan kaku. Pemodelan 4 yang berbentuk kotak persegi dengan gabungan modul yang saling bergabung, memiliki nilai kekuatan kokoh yang lebih baik daripada gabungan modul lainnya. Sifat saling mengikat dan menempel satu sama lain membuat gabungan modul lebih bersifat kompak, terutama apabila menggunakan teknik konstruksi *joint* kaku.



**Gambar 4.20 Kekuatan struktur pemodelan 4**

Sumber: Peneliti, 2022

Pada gambar di atas merupakan contoh kemungkinan kekuatan struktur modul 4 yang dibuat oleh peneliti. Karena kasus bencana yang sering terjadi adalah

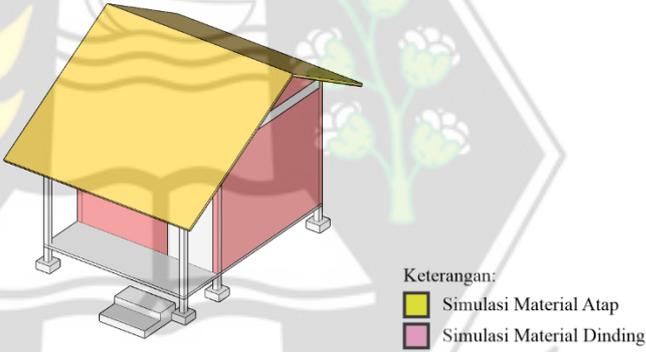
bencana tanah longsor serta keterbatasan lahan luas yang dimiliki di Desa Hargotirto, peneliti membuat permisalan dari beberapa kasus bencana tanah longsor yang terjadi. Pemodelan 4 dengan nilai kekuatan yang paling baik diharapkan kemungkinan dapat menjadi salah satu alternatif dalam mengantisipasi terjadinya tanah longsor dari segi struktural. Tapi tentunya ini masih berupa kemungkinan dari penelitian pemodelan dan simulasi, sehingga belum dikerjakan sesuai nyata. Tetapi paling tidak gambar di atas menggambarkan situasi yang dapat terjadi setiap saat di Desa Hargotirto. Pada gambar di atas dimungkinkan keberadaan modul 4 menjadi alternatif dalamantisipasi keberadaan lahan yang sempit dan berpotensi tanah longsor. Ketika terjadi bencana tanah longsor pada sebagian lahan pijakan, modul 4 dapat saling menopang bagian yang pijakannya terkena longsor. Namun juga dengan catatan keterbatas dari dimensi longsor pada tanah pijakan (tidak bisa terlalu besar, jadi hanya sebagian kecil).

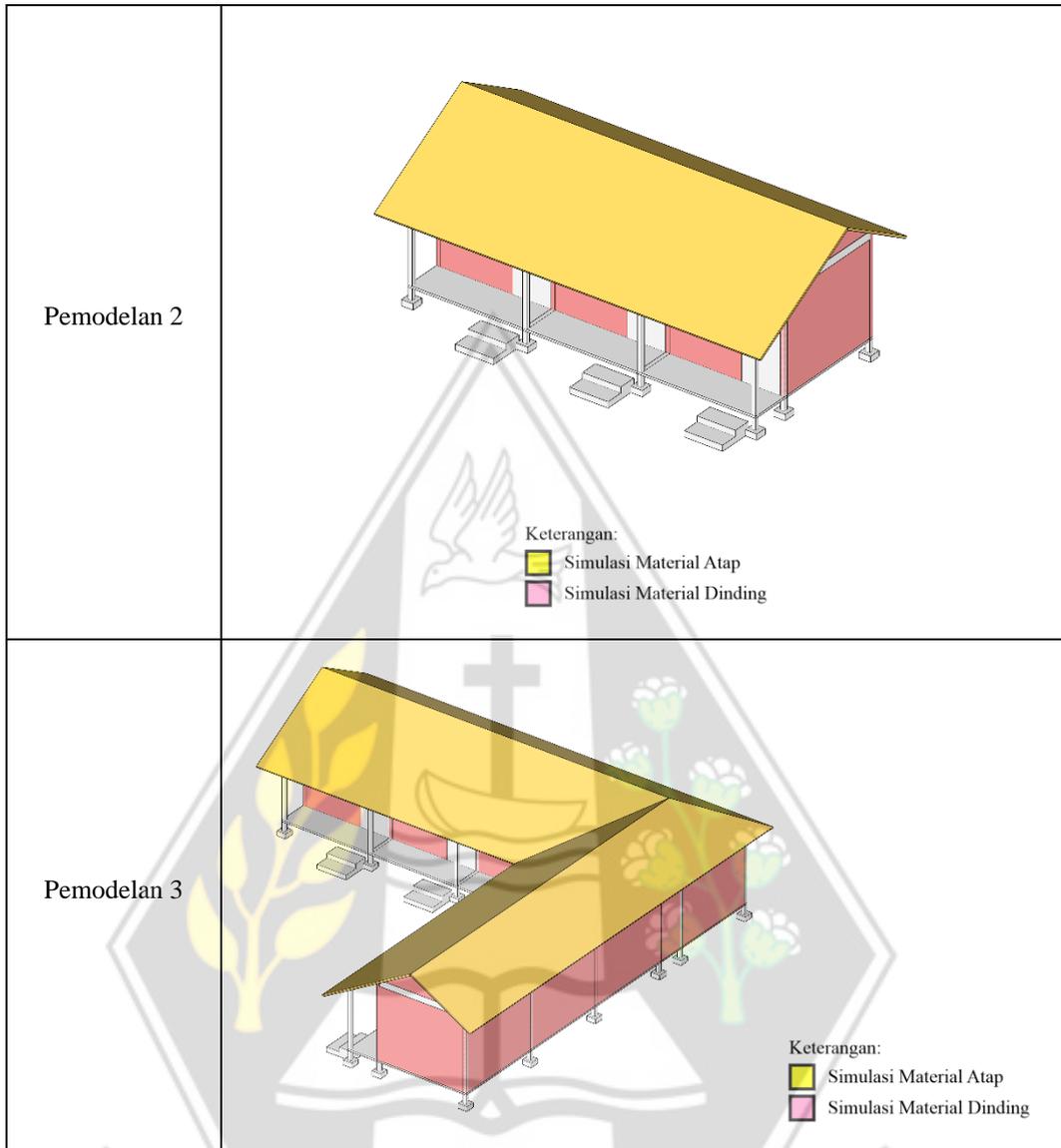
#### **4.8. Simulasi Perhitungan Kenyamanan Hunian Sementara**

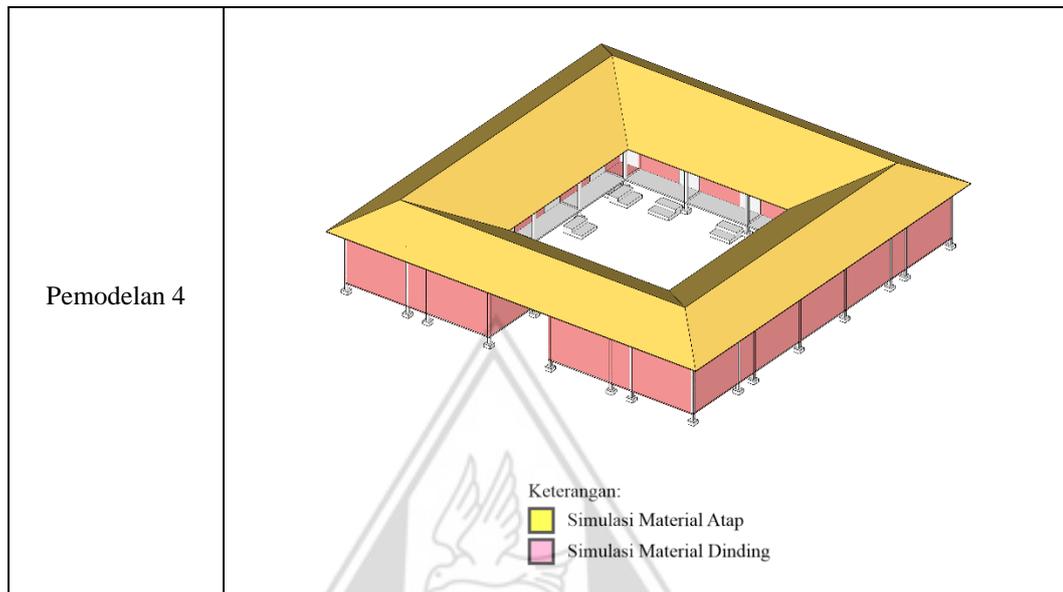
Pada simulasi kenyamanan ruang dalam modular hunian sementara, terdapat 2 hal yang menjadi fokus penelitian, yaitu suhu temperatur udara dan kelembapan udara di dalam bangunan. Simulasi pada kenyamanan termal dapat dilakukan berdasarkan hasil dari pemodelan yang sudah dilakukan sebelumnya. Beberapa aspek yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil dari kenyamanan termal dalam *software Design Builder* antara lain desain modular, jenis material, dan lokasi. Desain modular terdiri dari bentuk atau geometri, ukuran modul, grid modul, bukaan pada modul, dan orientasi modul. Kemudian jenis material terdiri dari

dimensi (panjang, lebar, tinggi), temperatur dalam material, koefisien nilai serap dari setiap materialnya. Lokasi terdiri dari penentuan arah matahari, temperatur udara sekitar, dan orientasi bayangan yang ada di sekitarnya. Khusus untuk simulasi yang dilakukan di bawah ini, lokasi yang digunakan adalah lokasi Kota Semarang, karena adanya keterbatasan lokasi di *software Design Builder*. Pemilihan lokasi Kota Semarang didasari lokasi yang lebih dekat dengan Daerah Isimewa Yogyakarta daripada kota lain yang terdaftar di aplikasi *software Design Builder*.

**Tabel 4.13 Spesifikasi pemodelan simulasi kenyamanan termal**

<b>Pemodelan Hunian Sementara</b>	<b>Spesifikasi Bentuk</b>
Pemodelan 1	 <p>Keterangan:  <span style="color: yellow;">■</span> Simulasi Material Atap  <span style="color: pink;">■</span> Simulasi Material Dinding</p>





Sumber: Peneliti, 2022

Pada setiap modul yang akan disimulasikan, peneliti memfokuskan pada pemilihan jenis material penutup (dinding dan atap) saja. Peneliti menentukan aspek khusus dari awal yang tidak diubah-ubah, yaitu jenis bukaan, orientasi model, dan dimensi bukaan. Pada peraturan standar hunian sementara yang ada, terdapat dimensi bukaan minimal berupa 5% dari total luasan lantai dengan bukaan pasif (terbuka) dan aktif (dapat dibuka dan ditutup). Oleh karena itu peneliti menentukan 1 pintu di satu sisi, 4 bukaan lubang ventilasi pada bagian atas pada setiap sisi dinding, dan 2 bukaan berupa jendela buka tutup pada sisi sebelah pintu. Bukaan lubang yang diaplikasikan berukuran lebar 275 centimeter dan tinggi 30 centimeter. Ketinggian bukaan yang dipasang berada pada tinggi 2700 centimeter dari dasar lantai. Sedangkan pada orientasi bukaan, peneliti memutuskan arah bangunan mengarahkan bangunan dengan bukaan pintu dan jendela buka tutup ke arah barat.

Dari beberapa pemodelan hunian sementara yang telah didapatkan, kemudian dilakukan uji simulasi terkait simulasi penghitungan kenyamanan termal

dengan pertimbangan jumlah modul dan jenis material. Hasil simulasi perhitungan model hunian sementara yang didapatkan antara lain:

**Tabel 4.14** Matriks hasil simulasi *software design builder*

Hasil Simulasi	Penutup Atap Genteng		Penutup Atap Seng Gelombang	
	Dinding Material Kalsiboard	Dinding Material Papan Kayu & Gedhek	Dinding Kalsiboard	Dinding Material Papan Kayu & Gedhek
<b>Model 1</b>	Temperatur udara: 23,68°C Temperatur radiant: 23,61°C Kelembapan: 92%	Temperatur udara: 25,15°C Temperatur radiant: 25,07°C Kelembapan: 90%	Temperatur udara: 23,70°C Temperatur radiant: 23,62°C Kelembapan: 90%	Temperatur udara: 25,18°C Temperatur radiant: 25,10°C Kelembapan: 87%
<b>Model 2</b>	Temperatur udara: 23,81°C Temperatur radiant: 23,76°C Kelembapan: 88%	Temperatur udara: 25,17°C Temperatur radiant: 25,07°C Kelembapan: 86%	Temperatur udara: 23,82°C Temperatur radiant: 23,77°C Kelembapan: 82%	Temperatur udara: 25,19°C Temperatur radiant: 25,09°C Kelembapan: 78%
<b>Model 3</b>	Temperatur udara: 25,23°C Temperatur radiant: 25,12°C Kelembapan: 73%	Temperatur udara: 25,92°C Temperatur radiant: 25,80°C Kelembapan: 71%	Temperatur udara: 25,25°C Temperatur radiant: 25,14°C Kelembapan: 70%	Temperatur udara: 25,94°C Temperatur radiant: 25,81°C Kelembapan: 63%

<b>Model 4</b>	Temperatur udara: 26,58°C	Temperatur udara: 27,28°C	Temperatur udara: 26,29°C	Temperatur udara: 27,25°C
	Temperatur radiant: 26,40°C	Temperatur radiant: 27,10°C	Temperatur radiant: 26,41°C	Temperatur radiant: 27,04°C
	Kelembapan: 60%	Kelembapan: 59%	Kelembapan: 57%	Kelembapan: 52%

Sumber: Peneliti, 2022

Pada percobaan di model 1 yang merupakan modul inti, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 2 orang pengguna, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar 23,68°C dan kelembapan udara sebesar 92%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar 25,15°C dan kelembapan udara sebesar 90%.

Pada modul yang sama di model 1 yang merupakan modul inti, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar 23,70°C dan kelembapan udara sebesar 90%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar 25,18°C dan kelembapan udara sebesar 87%. Dari modul 1 dari berbagai material, didapatkan hasil simulasi yang cukup dingin pada material dinding kalsiboard dan dibawah rata-rata SNI, sedangkan pada

dinding papan kayu meranti yang dilapisi gedhek, nilai suhu udara cukup sesuai dengan nilai SNI walau pada batas bawah. Pada kelembapan udara, hasil yang didapat cukup tinggi dan tidak sesuai dengan SNI.

Pada percobaan di model 2 yang merupakan gabungan 3 modul inti, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 6 orang pengguna, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $23,81^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 88%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $25,17^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 86%.

Pada modul yang sama di model 2, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $23,82^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 82%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $25,19^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 78%. Dari modul 2 dari berbagai material, didapatkan hasil simulasi yang cukup dingin pada material dinding kalsiboard dan dibawah rata-rata SNI, sedangkan pada dinding papan kayu meranti yang dilapisi gedhek, nilai suhu udara cukup sesuai dengan nilai SNI walau pada batas bawah. Pada kelembapan udara, hasil yang didapat cukup tinggi dan tidak

sesuai dengan SNI. Namun nilai suhu udara sudah sedikit lebih meningkat daripada modul 1.

Pada percobaan di model 3 yang merupakan gabungan 7 modul inti berbentuk L, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 15 orang pengguna, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $23,82^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 73%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $25,92^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 71%. Dari modul 3 dari berbagai material, didapatkan hasil simulasi yang lebih hangat dari modul sebelumnya dan sudah masuk nilai SNI, sedangkan pada kelembapan udara juga sudah masuk nilai SNI.

Pada modul yang sama di model 3, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $25,25^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 70%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $25,94^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 63%. Dari modul 3 dari berbagai material, didapatkan hasil simulasi yang cukup hangat pada material dinding kalsiboard dan dinding papan kayu meranti yang dilapisi gedhek, nilai suhu udara

cukup sesuai dengan nilai SNI. Pada kelembapan udara, hasil yang didapat belum sesuai dengan SNI.

Pada percobaan di model 4 yang merupakan gabungan 15 modul inti berbentuk kotak persegi, yang menjadi tempat tinggal sementara bagi maksimal 34 orang pengguna, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $25,68^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 60%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta genteng pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $27,28^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 59%. Dari modul 4 dari berbagai material, didapatkan hasil simulasi yang sudah masuk nilai SNI, serta pada kelembapan udara juga sudah sesuai dengan nilai SNI.

Pada modul yang sama di model 4, didapatkan hasil kenyamanan termal seperti tabel di atas. Pada jenis material yang digunakan adalah kalsiboard pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $26,29^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 57%. Kemudian pada material papan kayu meranti dan gedhek yang tertutup rapat pada bagian dinding dan lantai serta seng gelombang pada penutup atap, didapatkan suhu temperatur sebesar  $27,25^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara sebesar 52%. Dari modul 4, didapatkan hasil simulasi yang sudah baik pada semua material, baik pada suhu udara dalam ruangan dan kelembapan udaranya.

Dari berbagai jenis modul hunian sementara yang disimulasikan untuk mendapatkan penghitungan kenyamanan termal, material penutup atap menggunakan dan penutup dinding menggunakan papan kayu meranti yang dilapis anyaman bambu (gedhek) sebagai penutup dinding, papan kayu meranti pada bagian lantai, dan seng gelombang sebagai penutup atap, didapatkan hasil kenyamanan termal (suhu temperatur dan kelembapan udara) yang lebih baik sesuai nilai SNI daripada material yang lain. Pada berbagai percobaan simulasi kelembapan udara, modul 4 memiliki nilai yang lebih baik daripada modul lainnya. Pada dasarnya pemodelan 2,3, dan 4 memiliki hasil simulasi yang lebih baik daripada modul 1. Penderetan dan penempelan antar modul membuat suhu temperatur dan kelembapan cukup baik. Selain faktor nilai sifat penyerap panas yang baik, aktivitas dari jumlah pengguna yang berdekatan juga mempengaruhi suhu dalam ruangan dan kelembapan semakin tinggi. Semakin dekat dan semakin banyaknya pengguna yang beraktifitas mempengaruhi suhu udara yang terjadi di dalam suatu ruangan, sehingga modul 4 menjadi salah satu alternatif modul yang terbaik daripada modul lain.

#### **4.9. Kesimpulan Analisis**

Pada pemodelan hunian sementara yang dibuat, peneliti merumuskan empat jenis *layout* desain hunian sementara yang berisi ruang tidur, ruang bersama, dan teras, yang kemudian dilanjutkan dalam proses simulasi menggunakan *software SAP 2000* dan *design builder*. Selain empat *layout* desain hunian sementara tersebut, ditambahkan pula desain model ruang lain seperti model ruang tidur 1

orang, dapur, dan kamar mandi namun tidak disimulasikan karena peneliti lebih fokus kepada ruang privasi yang terdapat di ruang tidur. Dari setiap model hunian sementara yang sudah ditentukan untuk disimulasikan, dijabarkan terlebih dahulu spesifikasi setiap jenis material dan jenis *joint*. Proses simulasi *software* yang dilakukan setiap variabel tidak seluruhnya digunakan namun sudah ada beberapa variabel yang ditentukan dari awal dan tidak berubah ketika dilakukan proses simulasi.

Dari hasil analisis menggunakan simulasi yang dilakukan oleh peneliti, secara garis besar setiap model memiliki keunggulan dalam pemilihan material ketika diuji menggunakan *software SAP 2000* dan *design builder*. Namun apabila dilihat lebih detail, secara keseluruhan pemodelan nomor 4 yang berbentuk kotak dengan gabungan beberapa model 1 memiliki hasil simulasi yang lebih baik daripada model lainnya. Dari hasil simulasi kekuatan struktur menggunakan *software SAP 2000*, didapatkan material bambu memiliki kekuatan yang baik (kuat, fleksibel, kokoh, dan saling terikat) dengan dibantu menggunakan jenis *joint* kaku dalam menghadapi konteks lokasi Desa Hargotirto yang mempunyai kemungkinan tanah longsor. Pada hasil simulasi *software design builder*, pemodelan nomor 4 memiliki hasil yang lebih baik dari aspek kenyamanan termal, baik dari suhu temperatur dan kelembapan udara. Faktor pemilihan material yang dapat menyerap panas lebih baik dan jumlah aktivitas yang berdekatan membuat suhu ruangan dapat terjaga walau suhu udara di luar cukup dingin.

## Lampiran 1

# DAFTAR PERTANYAAN TUKANG LOKAL KECAMATAN KOKAP

### Identitas Responden

Hari/ Tanggal : .....

Nama Responden : .....

Jenis Pekerjaan : Tukang Bambu/ Kayu/ Batu/ Baja/ Bata/ lainnya.

### Pertanyaan

1. Seberapa familiar material ini digunakan sebagai bahan konstruksi di Kabupaten Kulonprogo?

Jawaban :

- Sangat jarang
- Jarang
- Sedang
- Sering
- Sangat sering

2. Apakah material ini mudah didapatkan di daerah Kabupaten Kulonprogo?

Jawaban :

- Sangat mudah
- Mudah
- Biasa

- Sulit
- Sangat sulit

3. Apa saja tipe atau jenis dari setiap material yang sering digunakan sebagai material konstruksi di Kabupaten Kulonprogo?

Jawaban : .....

4. Menurut pengalaman anda, pemakaian material ini dapat digunakan berapa lama pada setiap bagian struktur? Bagaimana contoh penerapannya?

Jawaban : .....

5. Sepengalaman anda, apakah material ini dapat secara cepat diolah dalam keadaan singkat?

Jawaban : .....

6. Sepengalaman anda, dari daerah mana saja bahan material ini didapatkan untuk diolah?

Jawaban : .....

Jenis Atau Tipe Material	Lokasi Asal Material

7. Menurut pengalaman anda, konstruksi (modular) ini apakah dapat digunakan dengan material yang banyak?

Jawaban : .....

## Lampiran 2

# DAFTAR PERTANYAAN MASYARAKAT DESA HARGOTIRTO

### Identitas Responden

- Hari/ Tanggal : .....
- Nama Responden : .....
- Padukuhan : .....
- Status Masyarakat : Kepala Dukuh/ Ketua RT/ Ketua RW/ lainnya.

### Pertanyaan Terkait Sosial, Budaya, dan Rumah

1. Berapakah jumlah total warga di wilayah padukuhan ini? Berapa kepala keluarga? Rata-rata jumlah individu di setiap kepala keluarga?

Jawaban : .....

2. Berapakah jumlah warga apabila dikelompokkan sesuai umurnya?

Jawaban : .....

Jumlah Warga	0-15 Tahun	15-30 Tahun	30-60 Tahun	>60 Tahun
Berdasarkan				
Umur				

3. Apakah ada warga yang disabilitas? Berapakah jumlahnya?

Jawaban : .....

Jumlah	Tuna Daksa	Tuna Netra	Tuna Rungu	Tuna Wicara
Warga				

<b>Berdasarkan</b>				
<b>Disabilitas</b>				

4. Apakah jenis bencana yang sering terjadi di sini? Bencana apakah yang paling banyak mengakibatkan dampak negatif?

Jawaban : .....

5. Apabila tanah longsor, selama anda tinggal di padukuhan ini bagaimana menurut anda keadaan tanah apabila dilihat dari tingkat kestabilannya?

Jawaban : .....

6. Apakah ada tanda-tanda apabila akan terjadi longsor di sekitar padukuhan ini? Dan apakah terdapat tindakan pencegahan bencananya?

Jawaban : .....

7. Apakah anda pernah tinggal dalam pengungsian akibat bencana? Pengungsian massal atau huntara per keluarga?

Jawaban : .....

8. Apakah ada permasalahan atau apakah ada hal yang perlu ditingkatkan ketika dalam fase pengungsian?

Jawaban : .....

<b>Permasalahan Dalam Pengungsian</b>	<b>Aspek Yang Perlu Ditingkatkan</b>

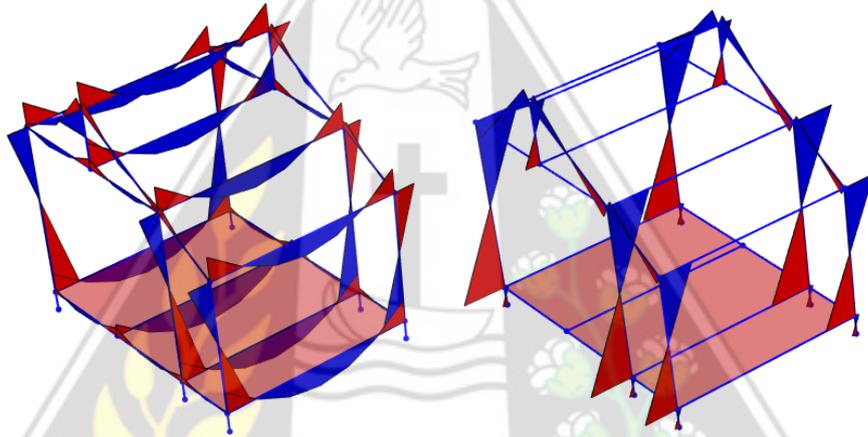
**Lampiran 3**

**SIMULASI KEKUATAN STRUKTUR**

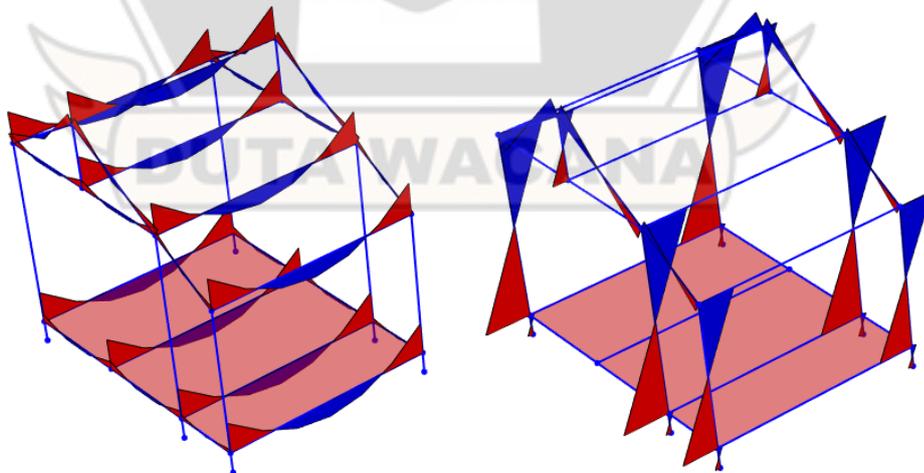
***SOFTWARE SAP 2000***

**PERMODELAN HUNIAN SEMENTARA**

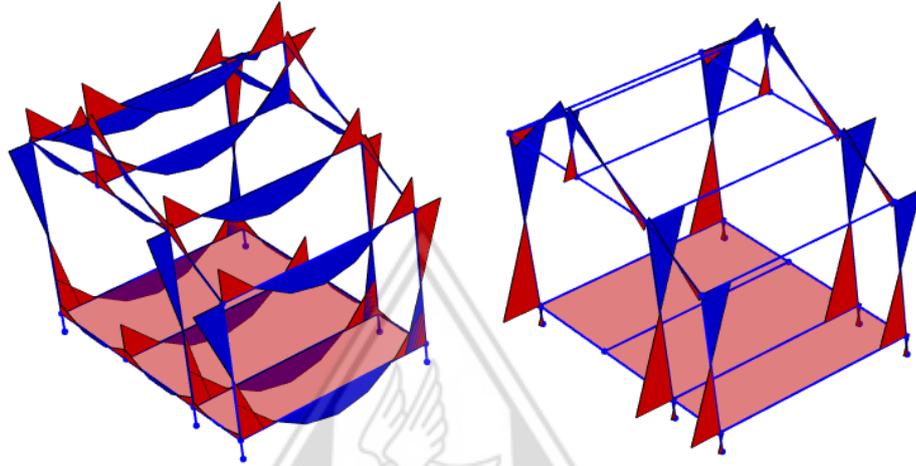
Hasil Simulasi Permodelan 1 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



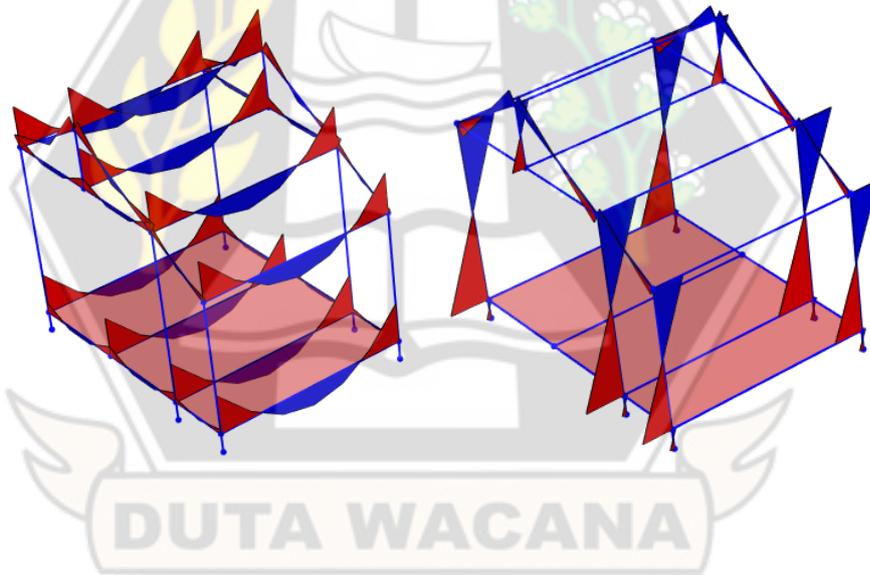
Hasil Simulasi Permodelan 1 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)



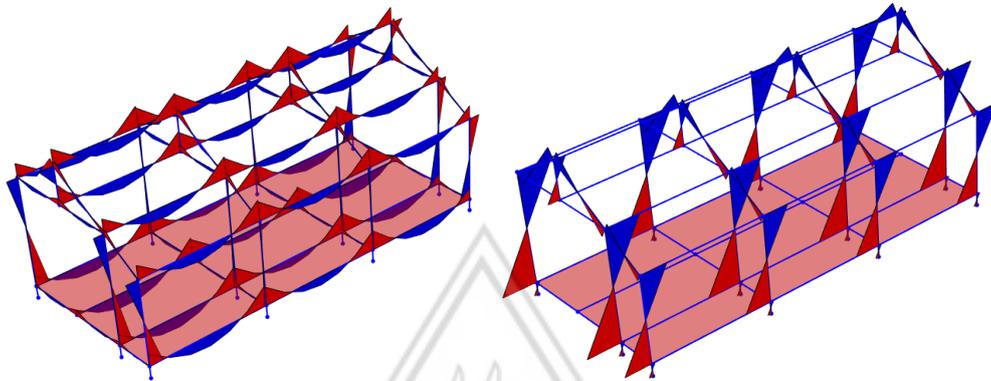
Hasil Simulasi Permodelan 1 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



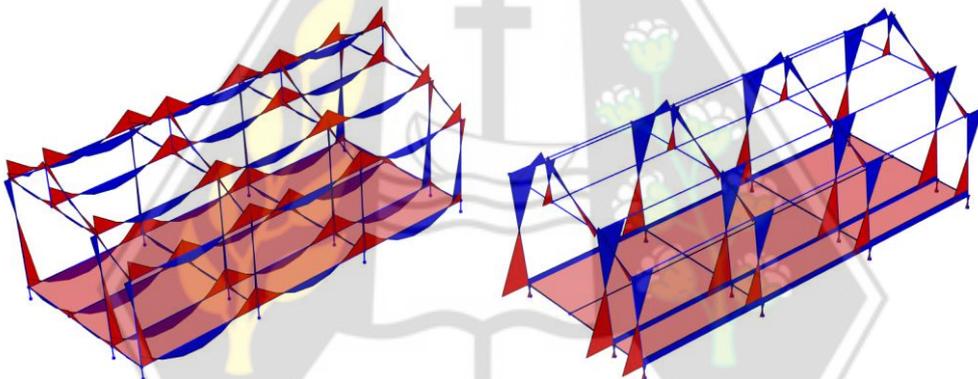
Hasil Simulasi Permodelan 1 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)



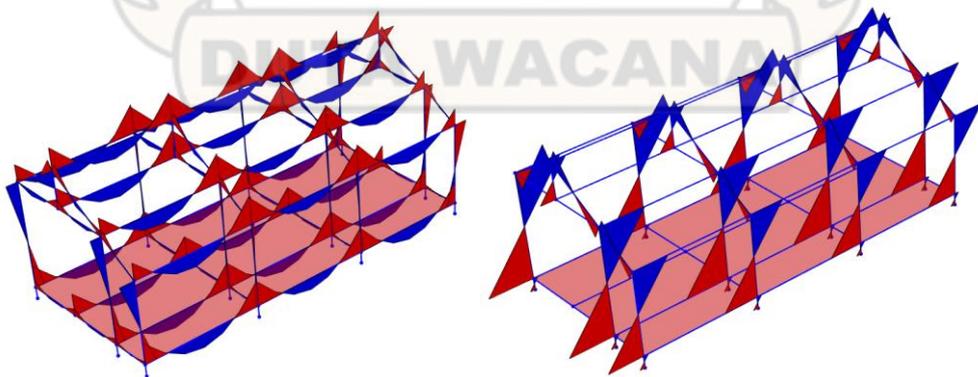
Hasil Simulasi Permodelan 2 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



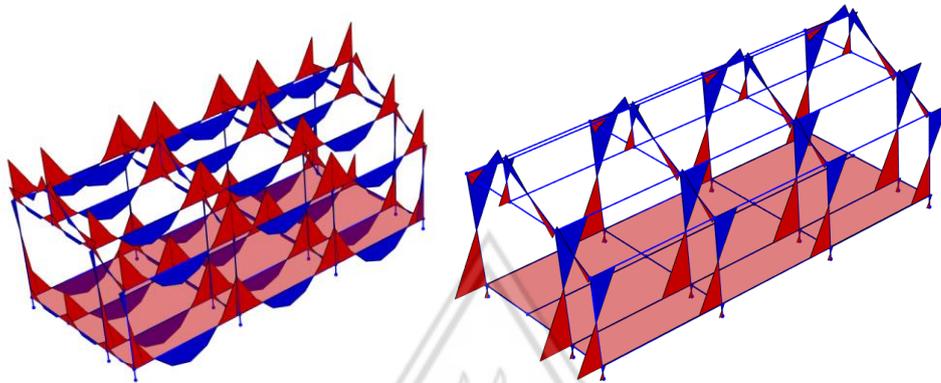
Hasil Simulasi Permodelan 2 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)



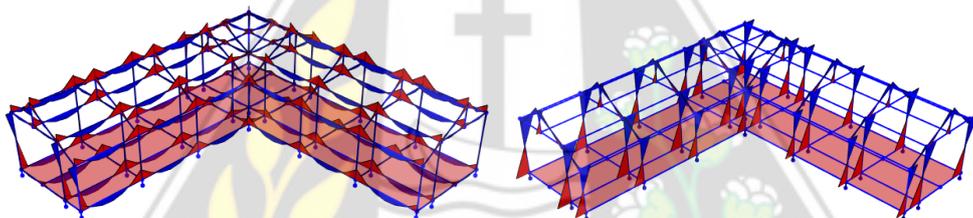
Hasil Simulasi Permodelan 2 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



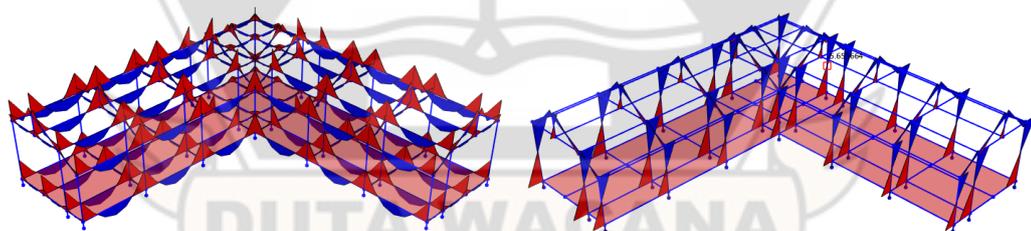
Hasil Simulasi Permodelan 2 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)



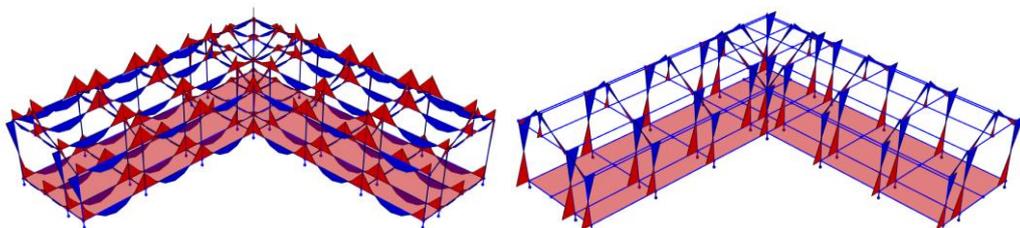
Hasil Simulasi Permodelan 3 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



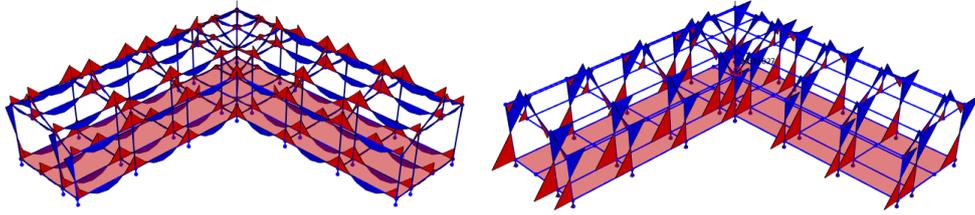
Hasil Simulasi Permodelan 3 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)



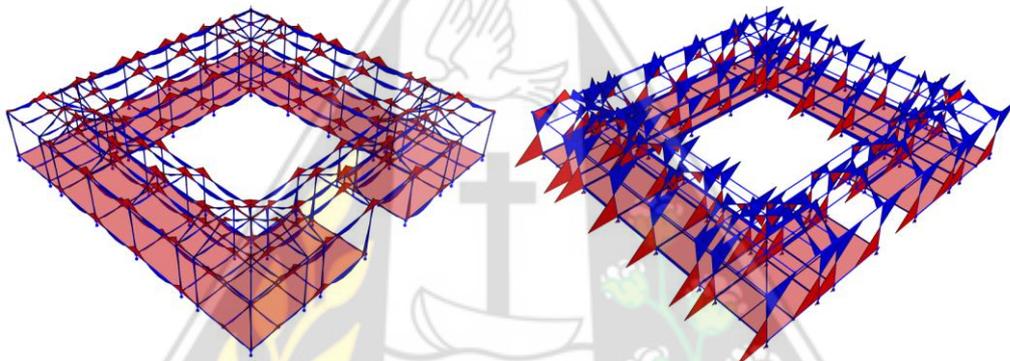
Hasil Simulasi Permodelan 3 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



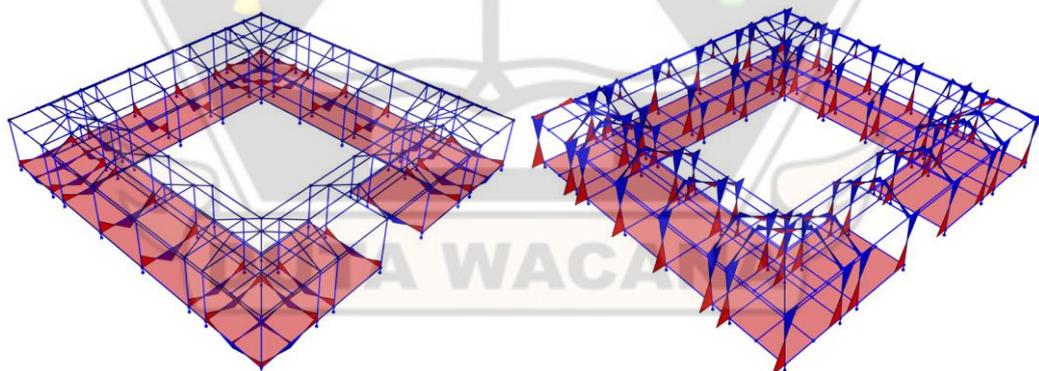
Hasil Simulasi Permodelan 3 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)



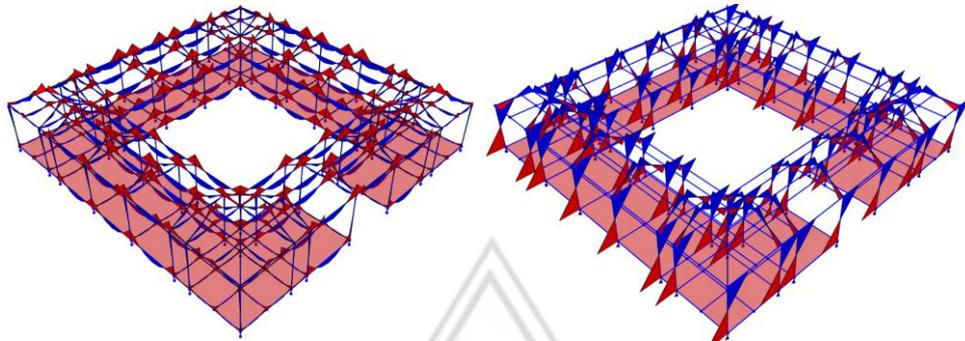
Hasil Simulasi Permodelan 4 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



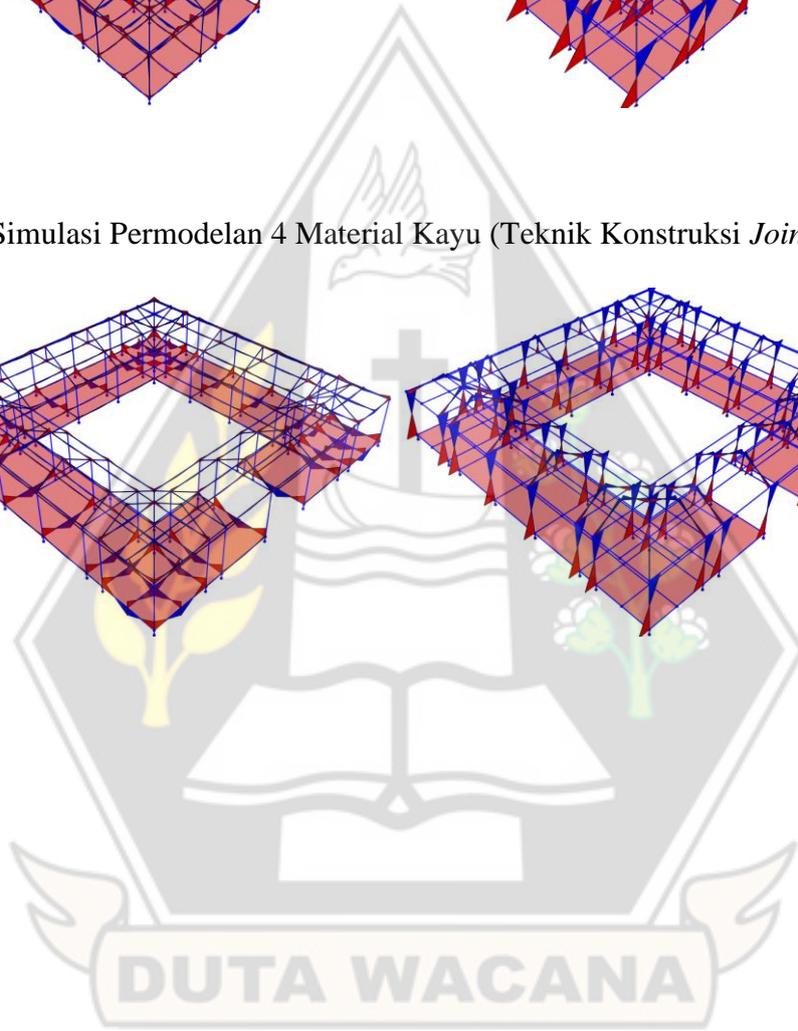
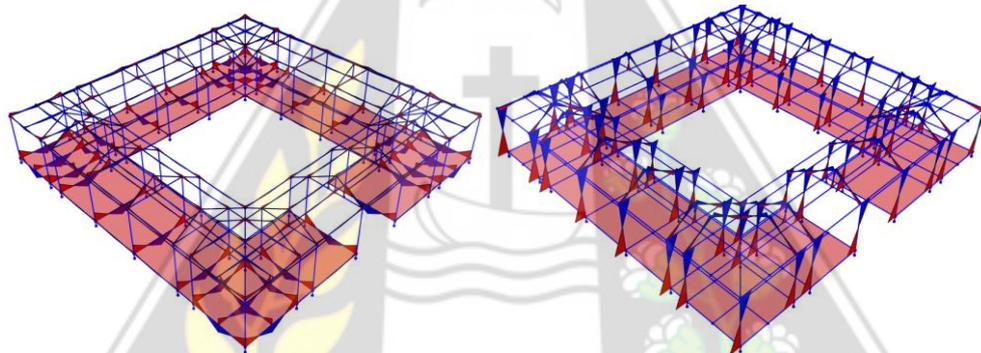
Hasil Simulasi Permodelan 4 Material Bambu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)



Hasil Simulasi Permodelan 4 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* sendi)



Hasil Simulasi Permodelan 4 Material Kayu (Teknik Konstruksi *Joint* kaku)

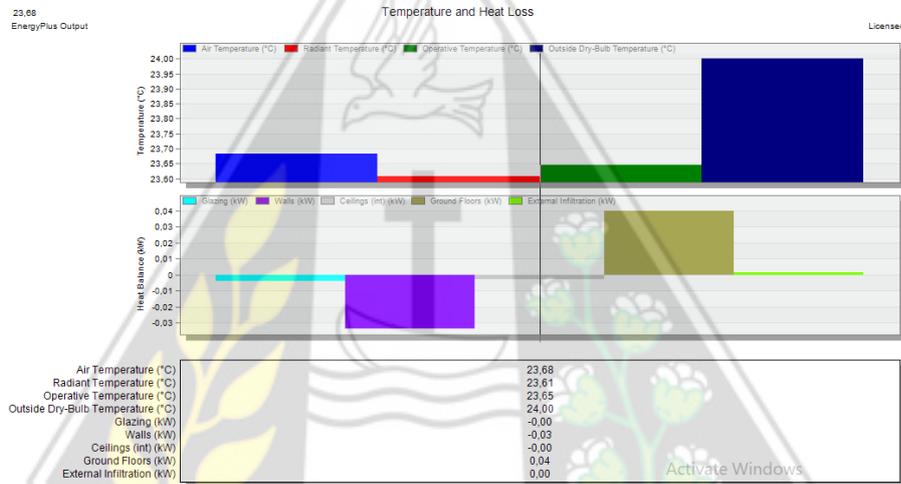


## Lampiran 4

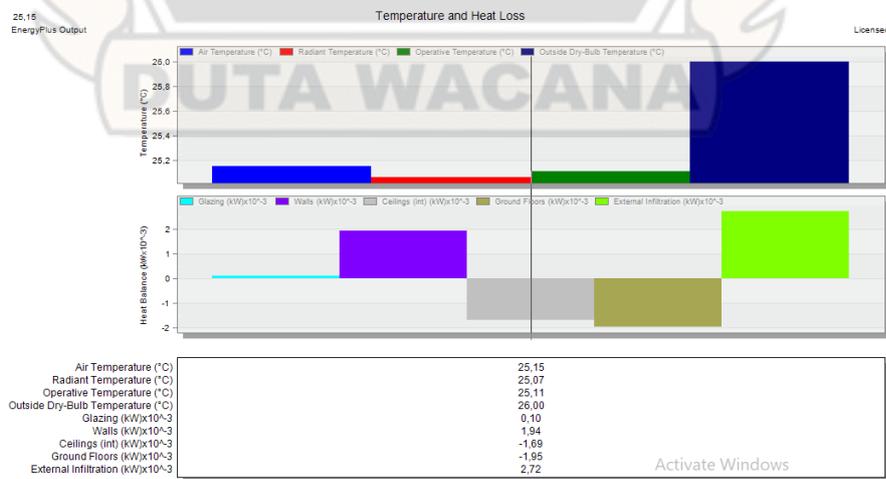
# SIMULASI KENYAMANAN TERMAL

## SOFTWARE DESIGN BUILDER

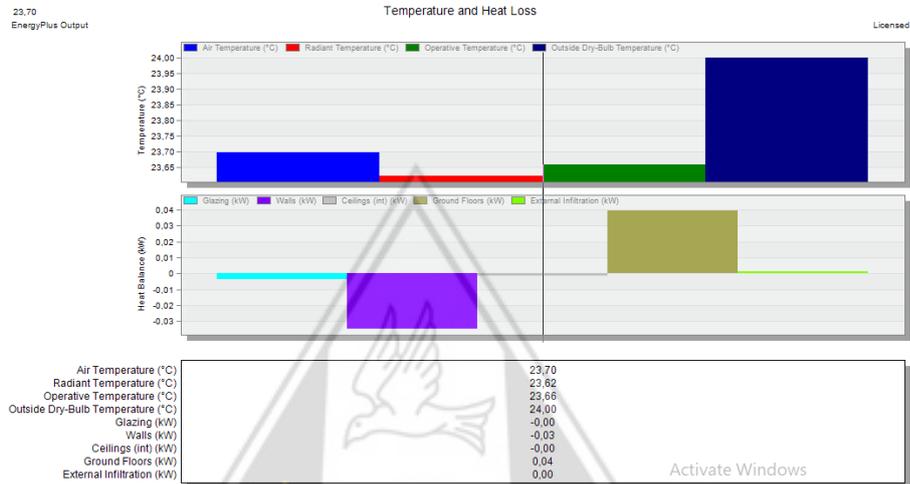
Hasil Simulasi Permodelan 1: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Kalsiboard



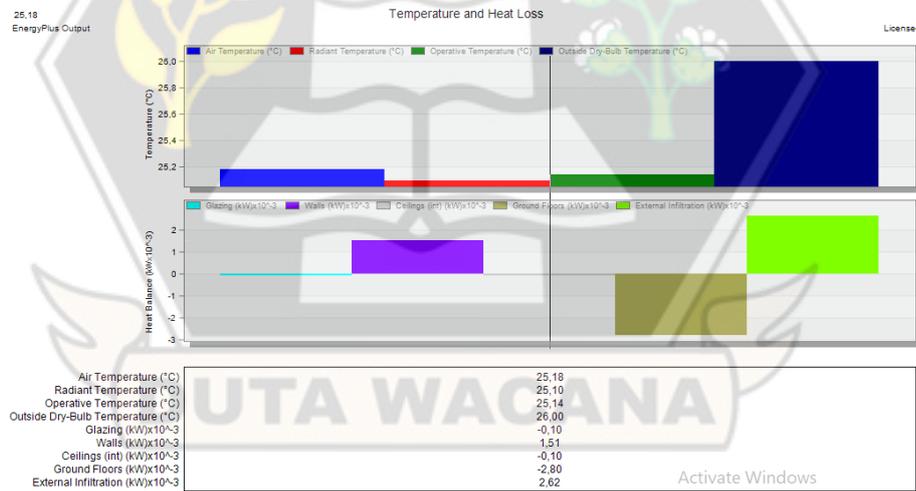
Hasil Simulasi Permodelan 1: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



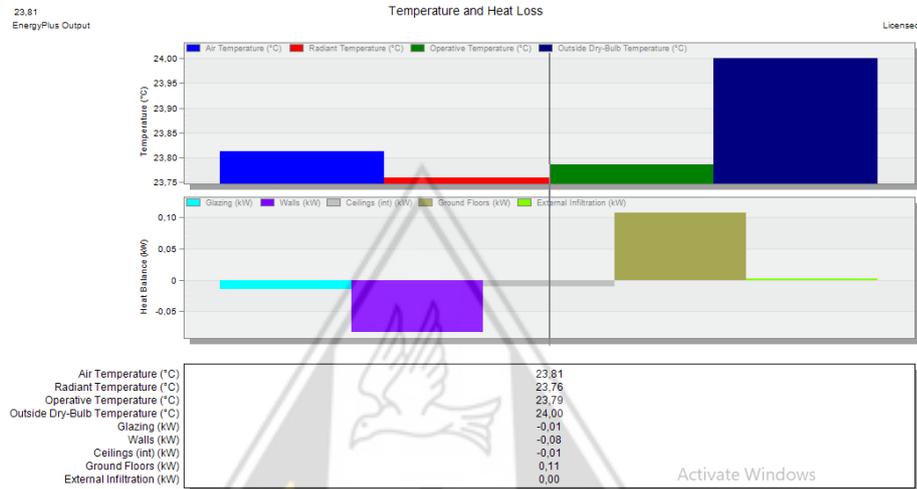
Hasil Simulasi Permodelan 1: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup Dinding: Kalsiboard



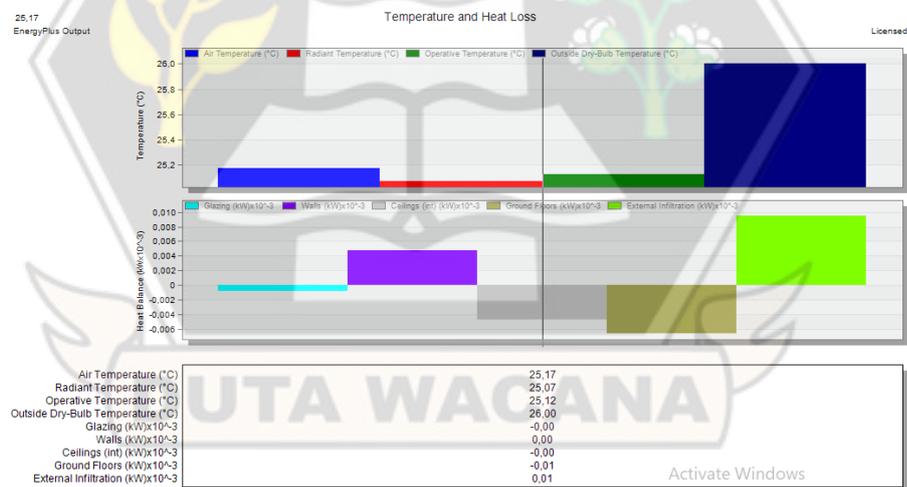
Hasil Simulasi Permodelan 1: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



## Hasil Simulasi Permodelan 2: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Kalsiboard

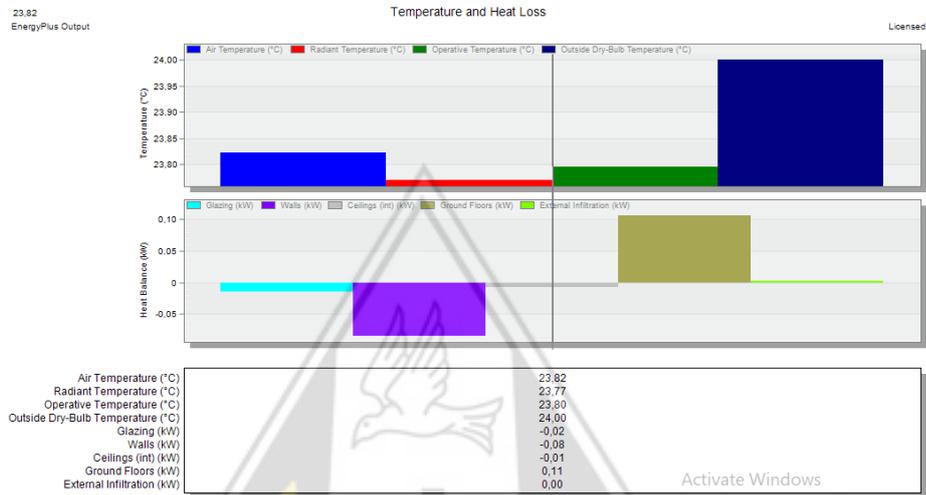


## Hasil Simulasi Permodelan 2: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



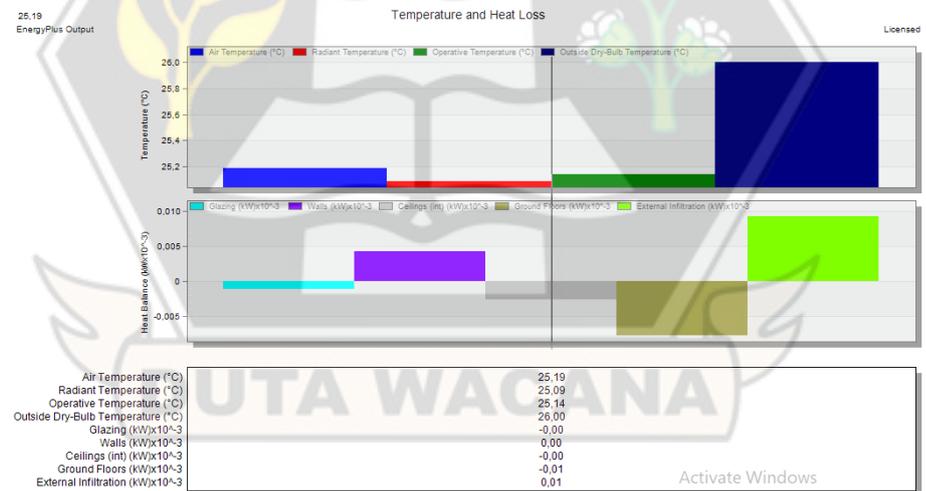
## Hasil Simulasi Permodelan 2: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup

Dinding: Kalsiboard

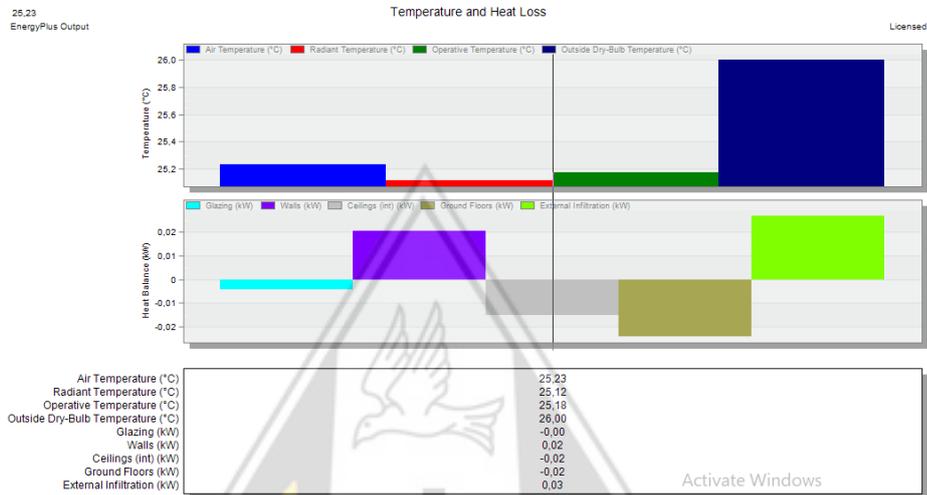


## Hasil Simulasi Permodelan 2: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup

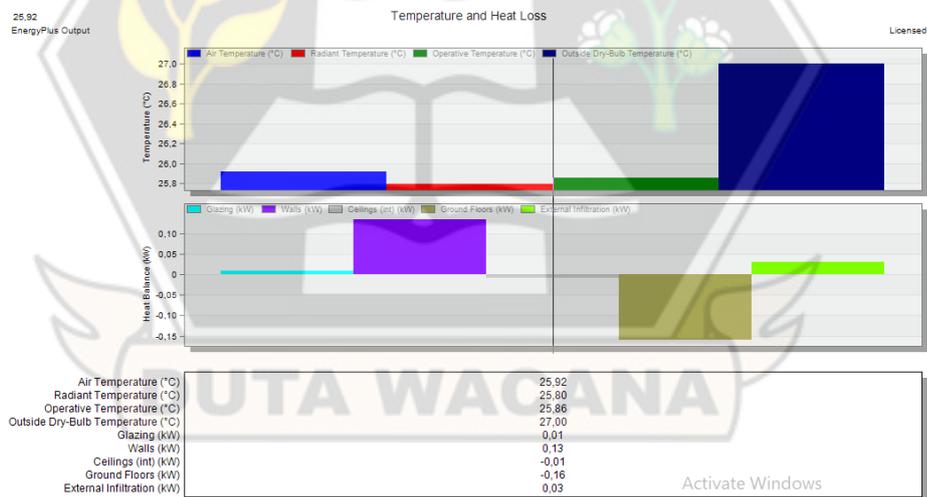
Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



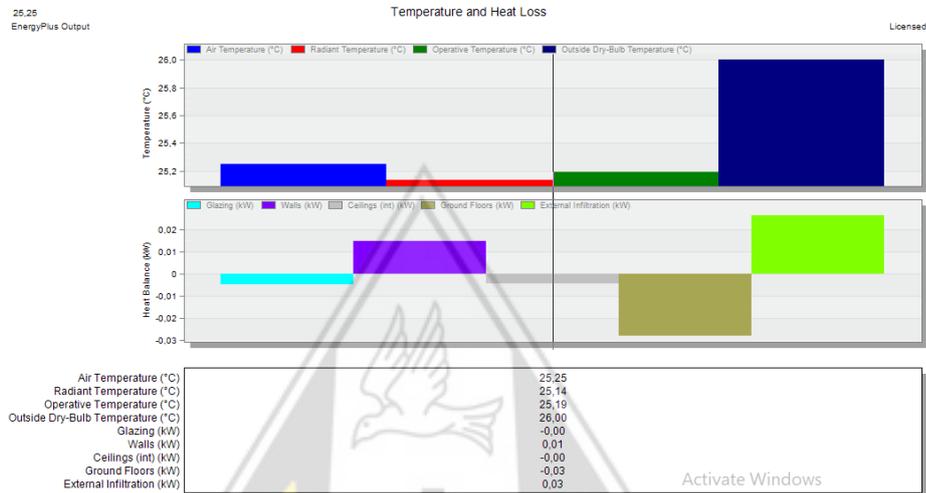
### Hasil Simulasi Permodelan 3: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Kalsiboard



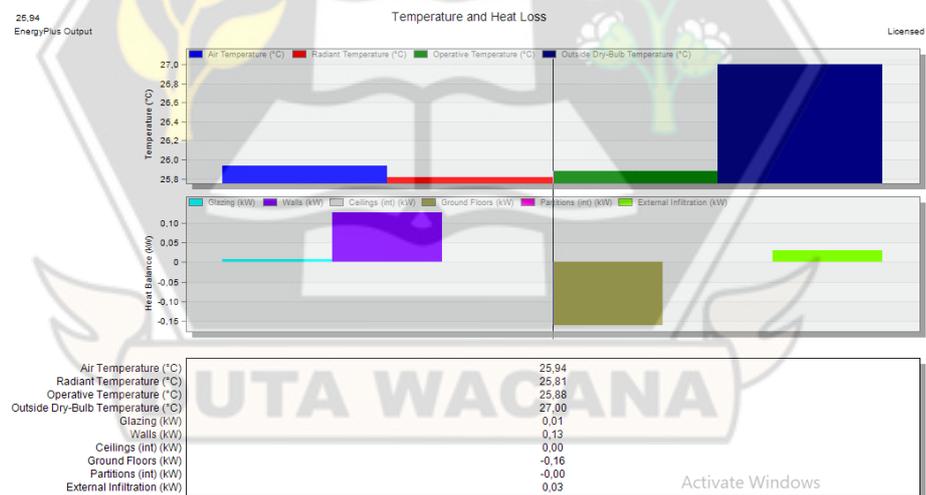
### Hasil Simulasi Permodelan 3: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



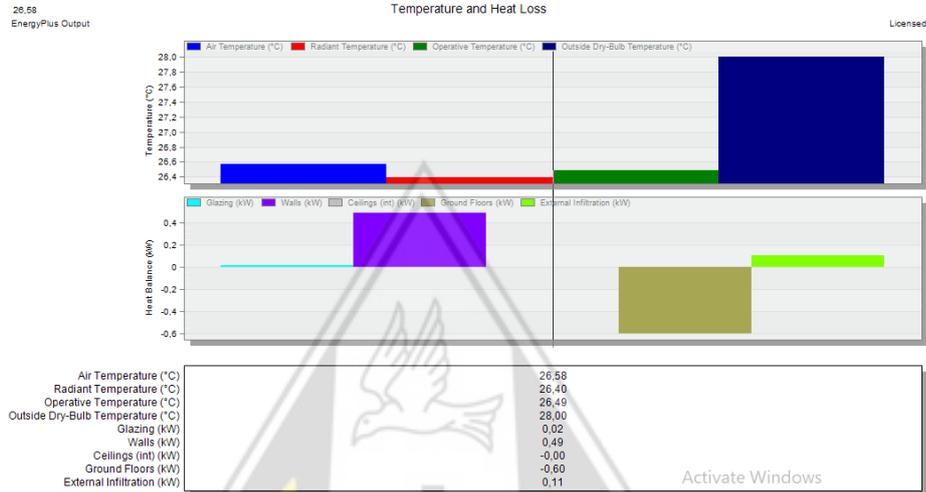
### Hasil Simulasi Permodelan 3: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup Dinding: Kalsiboard



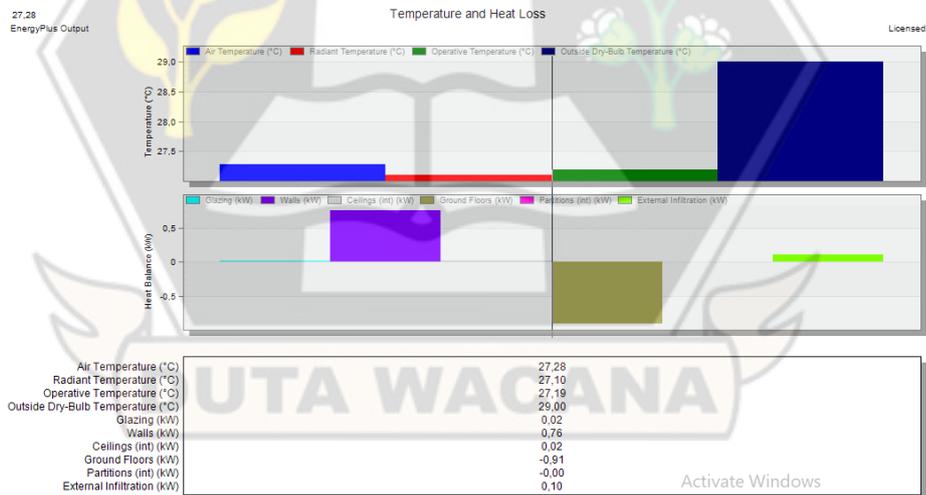
### Hasil Simulasi Permodelan 3: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



## Hasil Simulasi Permodelan 4: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Kalsiboard

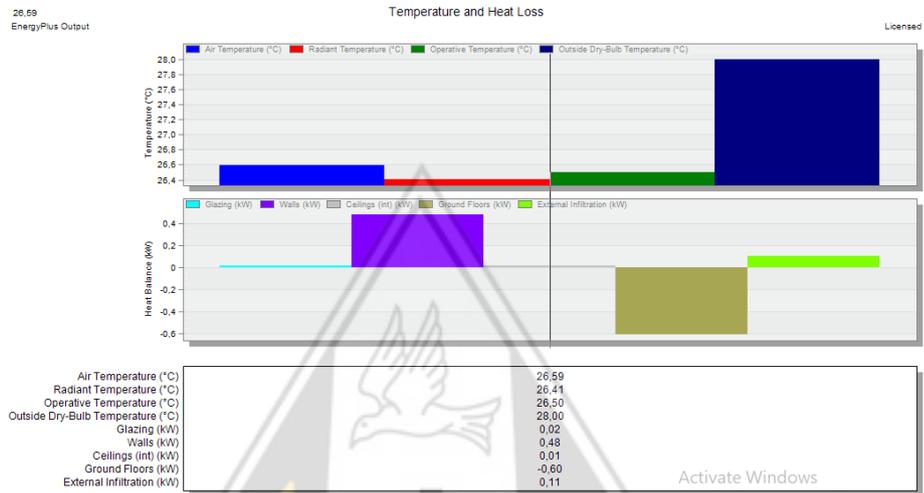


## Hasil Simulasi Permodelan 4: Penutup Atap Genteng dan Penutup Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



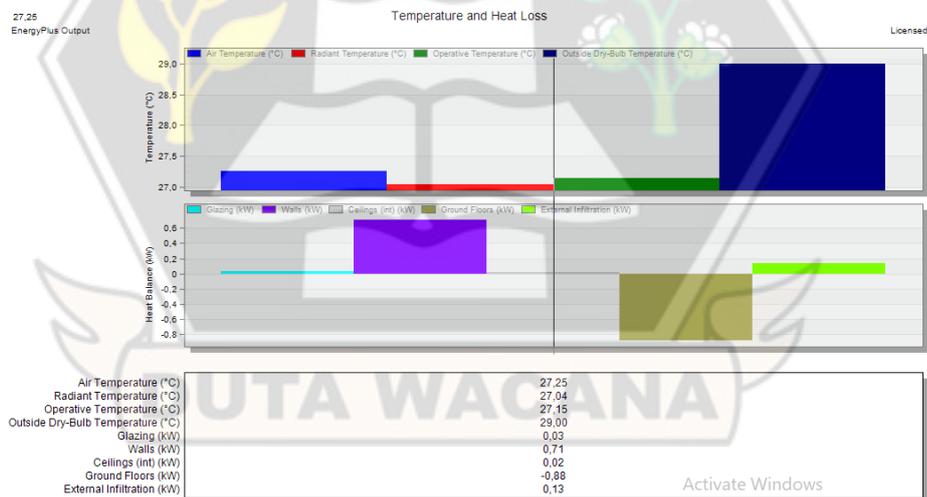
## Hasil Simulasi Permodelan 4: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup

Dinding: Kalsiboard



## Hasil Simulasi Permodelan 4: Penutup Atap Seng Gelombang dan Penutup

Dinding: Papan Kayu dan Gedhek



Lampiran 5

**DOKUMENTASI KONDISI LINGKUNGAN  
DESA HARGOTIRTO**





## Lampiran 6

### SURAT KETERANGAN SELESAI REVISI

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama Mahasiswa : Ivan Christian

NIM Mahasiswa : 63200022

Judul : Pemodelan Desain Modular Hunian Sementara Berbasis  
Teknologi dan Kearifan Lokal'

Sub Judul : di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten  
Kulonprogo

Telah menyelesaikan revisi Tesis pada tanggal: 14 - 07 - 2022

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

1. Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing 1

1. 

2. Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch.

Dosen Pembimbing 2

2. 

3. Prof. Ir. Titien Saraswati, M.Arch., Ph.D.

Dosen Penguji 1

3. 

4. Dr.-Ing. Sita Yulastuti Amijaya, S.T., M.Eng.

Dosen Penguji 2

4. 

Yogyakarta, 14 - 07 - 2022

Mahasiswa yang melakukan revisi

  
( Ivan Christian )



PROGRAM STUDI  
**MAGISTER ARSITEKTUR**  
**(TERAKREDITASI B)**  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

# **KARTU KONSULTASI**

## **TESIS**

**NAMA MAHASISWA** : IVAN CHRISTIAN  
**NIM** : 63200022

**DOSEN PEMBIMBING 1** : Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.  
**DOSEN PEMBIMBING 2** : Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T.,  
M.Arch.

**JUDUL TESIS** : PEMODELAN DESAIN MODULAR HUNIAN  
SEMENTARA BERBASIS TEKNOLOGI DAN  
KEARIFAN LOKAL DI DESA HARGOTIRTO,  
KECAMATAN KOKAP, KABUPATEN  
KULONPROGO

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan	Tgl.	Pembimbing 1 (Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.)	Acc Dosen
		Catatan	
Bab 1. Pendahuluan	10-02-2022	Perbaiki judul, tujuan, rumusan masalah agar lebih ringkas dan lebih jelas.	
	19-02-2022	Menambah latar belakang terkait sistem modular, hunian sementara, dan kearifan lokal.	
	24-02-2022	Perbaiki pertanyaan penelitian, dan keaslian penelitian.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan		<b>Pembimbing 2 (Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch.)</b>	<b>Acc Dosen</b>
	Tgl.	Catatan	
Bab 1. Pendahuluan	20-02-2022	Menambah latar belakang terkait lokasi dan bencana. Membuat bagan kerangka berpikir.	
	13-04-2022	Perbaiki manfaat, keaslian penelitian, dan tujuan penelitian. Membuat bagan kerangka berpikir.	
	24-05-2022	Menambah latar belakang terkait alasan simulasi dan bagannya	
	29-05-2022	Memperbaiki rumusan masalah yang berkaitan dengan konteks judul.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan	Tgl.	Pembimbing 1 (Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.)	Acc Dosen
		Catatan	
Bab 2. Tinjauan/ Kajian Pustaka	19- 02- 2022	Menambah teori tentang sistem modular, kearifan lokal, dan konstruksi <i>joint</i> .	
	24- 02- 2022	Memperbaiki teori tentang sistem modular, kearifan lokal, dan konstruksi <i>joint</i> .	
	04- 03- 2022	Memperbaiki teori tentang hunian sementara, sistem modular, dan kenyamanan termal.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan		<b>Pembimbing 2 (Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch.)</b>	<b>Acc Dosen</b>
	Tgl.	Catatan	
Bab 2. Tinjauan/ Kajian Pustaka	20- 02- 2022	Menambah tinjauan pustaka tentang standar pergerakan manusia.	
	24- 05- 2022	Menambah tinjauan pustaka tentang simulasi <i>software</i> SAP 2000 dan <i>design builder</i> .	
	29- 05- 2022	Menambah tinjauan pustaka tentang ergonomi dan standar pergerakan manusia.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

**PERIODE : Semester Genap 2021/2022**

Pekerjaan	Tgl.	Pembimbing 1 (Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.)	Acc Dosen
		Catatan	
Bab 3. Metode	24-02-2022	Memperjelas jenis deskriptif kualitatif.	
	04-03-2022	Memperdalam tahapan analisis dan memperinci setiap tahapannya.	
	17-03-2022	Memperbaiki tahapan analisis dan memperinci setiap tahapannya.	
	10-04-2022	Menambah kesimpulan sementara pada antara tahap penelitian dan perancangan.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan		<b>Pembimbing 2 (Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch.)</b>	<b>Acc Dosen</b>
	Tgl.	Catatan	
Bab 3. Metode	29- 05- 2022	Menambah jenis metode yaitu <i>simulation dan modeling research</i> dan dijelaskan.	M
	17- 06- 2022	Menambah penjelasan jenis simulasi yang digunakan yaitu menggunakan <i>software SAP 2000 dan design builder</i> .	M
	19- 06- 2022	Menambah penjelasan variabel dengan dibedakan 2 tahap, penelitian dan perancangan.	M

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan	Pembimbing 1 (Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.)		Acc Dosen
	Tgl.	Catatan	
Bab 4. Analisis	21-04-2022	Menambah penjelasan pada gambar dan tabel, tidak hanya gambar atau tabel saja.	
	28-04-2022	Memperbaiki penjelasan pada situasi lokasi agar dapat jelas ketika dilanjutkan ke tahap pemodelan.	
	12-05-2022	Menambah penjelasan analisis teknik membangun dari bangunan lokal. Memperbaiki hasil simulasi <i>software</i> SAP 2000 dan <i>design builder</i> .	
	22-05-2022	Menambah penjelasan terkait potensi material dan teknik konstruksi bangunan lokal.	
	05-06-2022	Menambah kesimpulan sementara pada antara hasil penelitian dan perancangan yang singkat dan detail. Memperbaiki hasil simulasi <i>software</i> SAP 2000 dan <i>design builder</i> .	
	19-06-2022	Menambah <i>layout</i> desain modular hunian sementara dan memperbaiki yang sebelumnya.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan		<b>Pembimbing 2 (Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch.)</b>	<b>Acc Dosen</b>
	Tgl.	Catatan	
Bab 4. Analisis	29-05-2022	Memperbaiki identifikasi dan analisis pada kondisi lokasi penelitian dan pemilihan material yang akan digunakan untuk pemodelan.	
	17-06-2022	Menambah dan memperbaiki hasil simulasi <i>software SAP 2000</i> dan <i>design builder</i> .	
	19-06-2022	Menambah penelitian dengan survey bentuk dan denah rumah lokal.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan	Pembimbing 1 (Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.)		Acc Dosen
	Tgl.	Catatan	
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	01- 07- 2022	Menambah penjelasan singkat keterangan pada kesimpulan dari keseluruhan awal hingga akhir.	
	07- 07- 2022	Memperbaiki dan menambahkan kesimpulan dan saran.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan	Tgl.	Pembimbing 2 (Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch.)	Acc Dosen
		Catatan	
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	01- 07- 2022	Menambah penjelasan singkat keterangan pada kesimpulan dari keseluruhan awal hingga akhir.	
	07- 07- 2022	Memperbaiki dan menambahkan kesimpulan dan saran.	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

**PERIODE : Semester Genap 2021/2022**

Pekerjaan	Pembimbing 1 (Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.)		Acc Dosen
	Tgl.	Catatan	
Referensi	24-02-2022	Menambah jurnal dan teori terkait permodelan dengan software SAP 2000 dan <i>design builder</i> .	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan	Pembimbing 2 (Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch.)		Acc Dosen
	Tgl.	Catatan	
Referensi	20- 02- 2022	Menambah jurnal dan teori terkait permodelan dengan software SAP 2000 dan <i>design builder</i> .	

**KONSULTASI PEMBIMBINGAN TESIS  
MAGISTER ARSITEKTUR - UKDW**

PERIODE : Semester Genap 2021/2022

Pekerjaan	Tgl.	Catatan	Acc Dosen

**REKOMENDASI**

Draft Tesis ini : LAYAK DIUJI / ~~TIDAK LAYAK DIUJI~~ \*)

Yogyakarta,

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,



(Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.) (Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto  
P.U., S.T., M.Arch.)

\*) Coret yang tidak diperlukan



PROGRAM STUDI  
**MAGISTER ARSITEKTUR**  
**(TERAKREDITASI B)**  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA