

**MEMPELAJARI KARAKTERISTIK SUHU DAN KELEMBABAN
RAKKEANG (LOTENG RUMAH TRADISIONAL BUGIS)
MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)**

**GUNAWAN
G041171003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**MEMPELAJARI KARAKTERISTIK SUHU DAN KELEMBABAN
RAKKEANG (LOTENG RUMAH TRADISIONAL BUGIS)
MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)**

**GUNAWAN
G041171003**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

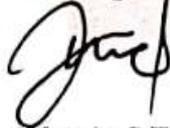
**MEMPELAJARI KARAKTERISTIK SUHU DAN KELEMBABAN
RAKKEANG (LOTENG RUMAH TRADISIONAL BUGIS)
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)**

**Disusun dan diajukan oleh
GUNAWAN
G041171003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 Maret 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si
NIP. 19821209 201212 1 004

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc.
NIP. 19631231 198811 1 005

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si
NIP. 19781225 200212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gunawan
NIM : G041171003
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Mempelajari Karakteristik Suhu dan Kelembaban *Rakkeang* (Loteng Rumah Tradisional Bugis) menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 20 Maret 2022
Yang Menyatakan



(Gunawan)

ABSTRAK

GUNAWAN (G041171003). Mempelajari Karakteristik Suhu dan Kelembaban *Rakkeang* (Loteng Rumah Tradisional Bugis) menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Pembimbing: AZIS dan SALENGKE.

Rumah tradisional Bugis terbentuk dari akumulasi waktu yang panjang dan adaptif terhadap lingkungan fisik dan sosial budaya dimana rumah tersebut didirikan. Secara fisik struktur rumah tradisional Bugis dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu: *Ale bola*, *Awa bola* dan *Rakkeang*. Salah satu faktor penting dalam sebuah struktur bentuk bangunan adalah fungsinya. *Rakkeang* merupakan ruangan yang berada paling atas pada rumah tradisional Bugis yang biasanya difungsikan sebagai tempat menyimpan perhiasan, padi, hasil pertanian lainnya dan benda-benda pusaka. Tujuan diadakannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik suhu dan kelembaban pada *Rakkeang* dengan menggunakan simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamic*). Simulasi CFD pada *Rakkeang* bermanfaat sebagai referensi inovasi yang adaptif terhadap kondisi lingkungan, sosial budaya sekitar yang dapat menunjang efektifitas produksi hasil pertanian dengan tetap memanfaatkan kearifan lokal yang sudah ada sejak dahulu. Simulasi digital dengan menggunakan CFD dengan perangkat lunak *SolidWorks* 2018 sebagai *tools* yang digunakan sebagai metode analisis dalam pelaksanaan penelitian ini. Dari proses pengukuran didapatkan suhu udara harian rata-rata 29,59 °C, dengan suhu terendah 22 °C yang terjadi pada malam hari dan suhu tertinggi 46,2 °C yang terjadi pada siang hari. Sedangkan kelembaban harian rata-rata adalah 61,81% dengan kelembaban terendah 20% yang berada pada waktu siang dan kelembaban tertinggi 96% yang berada pada waktu malam. Simulasi yang dilakukan pada empat waktu yang berbeda, menunjukkan hasil yang berbeda-beda pula disetiap waktunya. Pada waktu pagi memiliki suhu rata-rata udara yang tergambar berkisar antara 24,53 °C - 24,60 °C, dengan rata-rata kelembaban relatif berkisar antara 75,02% - 75,32%. Pada hasil simulasi ini terlihat bahwa suhu udara pada bagian belakang *Rakkeang* lebih dingin dibanding pada bagian depan dan semakin dekat dengan atap, suhu udara didalam *Rakkeang* juga semakin panas.

Kata Kunci: *Computational Fluid Dynamics*, *Rakkeang*, Simulasi CFD, *SolidWork*, Rumah Tradisional Bugis

ABSTRACT

GUNAWAN (G041171003). “*Studying the Temperature and Humidity Characteristics of Rakkeang (Traditional Bugis House Attic) using Computational Fluid Dynamics (CFD)*”. Supervisors : AZIS and SALENGKE

Bugis traditional houses are formed from accumulating a long time and are adaptive to the physical and socio-cultural environment in which the house is built. The traditional Bugis house structure is divided into three main parts: Ale bola, Awa bola, and Rakkeang. One of the critical factors in a building structure is its function. Rakkeang is a room at the top of a traditional Bugis house that is usually used to store jewelry, rice, other agricultural products, and heirlooms. The purpose of this research is to determine the characteristics of temperature and humidity on the rakkeang using CFD (Computational Fluid Dynamic) simulation. CFD simulation on Rakkeang is helpful as a reference for innovation that is adaptive to environmental conditions socio-cultural surroundings that can support the effectiveness of agricultural production while still utilizing local wisdom that has existed for a long time. Digital simulation using CFD (Computational Fluid Dynamics) with SolidWorks 2018 software as the tools used as an analytical method in implementing this research. From the measurement process, the average daily air temperature was 29.59 °C, with the lowest temperature being 22 °C at night and the highest temperature being 46.2 °C during the day. At the same time, the average daily humidity is 61.81%, with the lowest humidity of 20% during the day and the highest humidity of 96% at night. Simulations were carried out at four times, showing different results each time. In the morning, the average air temperature is described as ranging from 24.53 °C – 24.60 °C, with an average relative humidity ranging from 75.02% - 75.32%. The simulation results show that the air temperature at the back of the Rakkeang is cooler than at the front, and the closer it is to the roof, the air temperature inside the Rakkeang is also getting hotter.

Keywords: *Computational Fluid Dynamics, Rakkeang, CFD Simulation, SolidWorks 2018, Bugis Traditional House*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan nikmat-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari do'a dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **Baharuddin** dan Ibunda **Mariama** atas setiap do'a yang senantiasa dipanjatkan, nasehat, motivasi serta dukungan dan pengorbanan keringat yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil hingga penulis sampai ketahap ini.
2. **Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si** dan **Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc.** selaku dosen pembimbing yang meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk, dan segala arahan yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
3. **Prof. Dr. Ir. Mursalim** selaku dosen pembimbing akademik dan **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan.
4. **Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan** dan **BAZNAS Kabupaten Maros** yang telah memberikan bantuan berupa beasiswa yang telah menopang biaya hidup, biaya pendidikan maupun dalam pengembangan diri.
5. **Asfarliaksa Harun, Fernando, Fedro Lagha, Zaenal Abidin, Arif Rifan, Selpiah dan Muh.Ridha** yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaganya untuk membantu penulis selama proses penelitian di Kecamatan Balocci, Kabupaten Pangkep dan penyelesaian CFD yang di laksanakan di Sekitar Kampus Universitas Hasanuddin.
6. **Heni Julianti Rasyid, Amin Rais dan Keluarga Besar Racana Putra-Putri Hasanuddin** yang juga banyak membantu saya dalam penyusunan skripsi saya baik berupa dukungan, ide, serta masukan-masukan untuk skripsi saya.
7. **Seluruh teman-teman Keteknikan Pertanian 17, Gear 2017, teman-teman Gammara Farm** serta **warga KMD TP UH** yang telah membantu baik berupa dukungan, ide serta bantuan selama penelitian berlangsung.

Semoga segala kebaikan mereka akan berbalik ke mereka sendiri dan semoga Allah SWT. senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 14 Maret 2022

GUNAWAN

RIWAYAT HIDUP



Gunawan lahir di Maros pada tanggal 1 Januari 1999, dari pasangan bapak Baharuddin dan Ibu Mariama yang merupakan anak ketiga dari Lima bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SDN No.4 Cambayya, Maros.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang sekolah menengah pertama di SMP Negeri 18 Lau Maros pada tahun 2011 hingga tahun 2014.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang sekolah menengah atas di SMA Negeri 3 Maros, pada tahun 2014 sampai tahun 2017
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2017 sampai tahun 2022.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu sebagai pengurus di Dewan Perwakilan Anggota Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (DPA TP UH) periode 2018/2019 sekaligus menjadi ketua Bidang di UKM Pramuka Unhas pada Tahun 2018, menjadi Ketua Dewan Perwakilan Anggota Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (DPA TP UH) periode 2019/2020 sekaligus menjadi Bendahara Umum Putra di UKM Pramuka unhas pada tahun 2019 dan Sekretaris Umum Putra di UKM Pramuka unhas pada tahun 2020 serta Menjadi Pemangku Adat Putra di UKM Pramuka Unhas pada tahun 2021 juga masih sebagai pengurus di Dewan Perwakilan Anggota Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (DPA TP UH) periode 2020/2021. Selain itu, penulis juga aktif menjadi asisten praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (AESC).

Selain aktif berorganisasi, penulis juga aktif berkontribusi dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM), hal ini dapat dilihat dari keikutsertaan penulis dalam menyumbangkan beberapa judul proposal. Pada tahun 2019 menjadi anggota disalah satu proposal yang mendapatkan PIN untuk penguplodan di SIMBELMAWA. Pada tahun 2020 penulis menjadi Ketua pada salah satu proposal

yang mendapatkan PIN sekaligus menjadi anggota pada salah satu proposal yang berhasil mendapatkan pendanaan. Pada tahun 2021, penulis menjadi anggota pada salah satu Proposal yang berhasil lolos dalam pendanaan sekaligus membimbing anggota kelompok mulai dari penulisan hingga tahap akhir pelaporan PKM 2021.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Rakkeang</i>	3
2.2 Perpindahan Panas	3
2.3 Penyimpanan Hasil-hasil Pertanian (Sereal).....	4
2.4 <i>Software SolidWork</i>	5
2.5 <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	5
3. METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat.....	9
3.2 Alat dan Bahan.....	9
3.3 Prosedur Penelitian	9
3.3.1. Studi Literatur.....	9
3.3.2. Pengukuran Dimensi dan Gambar Geometri <i>Rakkeang</i>	9
3.3.3. Pembagian Plot Pengukuran.....	10
3.3.4. Perancangan alat ukur.....	11
3.3.5. Pengukuran Lapangan	12
3.3.6. Simulasi <i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i>	12

3.3.7. Validasi Model	17
3.4 Bagan Alir Penelitian	18
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Kondisi Umum Tempat Penelitian.....	20
4.2 Kalibrasi Sensor	20
4.3 Profil Distribusi Suhu dan Kelembaban pada Rumah Tradisional Bugis..	21
4.4 Simulasi Distribusi Suhu dan Kelembaban di Dalam Ruang <i>Rakkeang</i> ..	22
4.5 Validasi Hasil pengukuran dan Hasil Simulasi.....	27
5. PENUTUP	32
Kesimpulan	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Desain struktural rumah tradisional Bugis (secara vertikal).....	3
Gambar 3-1. Geometri <i>Rakkeang</i> rumah tradisional Bugis	10
Gambar 3-2. Letak titik pengukuran tampak depan.....	10
Gambar 3-3. Letak titik pengukuran tampak samping.....	10
Gambar 3-4. Desain komponen sensor suhu dan kelembaban.....	11
Gambar 3-5. Desain bahasa program	11
Gambar 3-6. Pengaturan jenis analisis pada CFD.....	14
Gambar 3-7. Pengaturan tipe aliran dan jenis fluida yang dianalisis.....	14
Gambar 3-8. Pengaturan material padat yang digunakan	14
Gambar 3-9. Pengaturan <i>wall kondittion</i>	15
Gambar 3-10. Pengaturan kondisi awal pada CFD (Waktu Pagi)	15
Gambar 3-11. <i>Database</i> material seng.....	16
Gambar 3-12. <i>Database</i> material kayu	16
Gambar 3-13. Bagan alir penelitian	18
Gambar 3-14. Bagan alir simulasi <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD).....	19
Gambar 4-1. Bagian-bagian rumah (a) dan <i>layout</i> rumah tradisional Bugis (b)...	20
Gambar 4-2. Grafik perbandingan suhu internal dan external <i>Rakkeang</i>	21
Gambar 4-3. Grafik perbandingan kelembaban internal dan external <i>Rakkeang</i> . 21	
Gambar 4-4. Distribusi suhu udara rata-rata waktu pagi (tampak depan)	23
Gambar 4-5. Distribusi suhu udara rata-rata waktu pagi (tampak samping)	23
Gambar 4-6. Kelembaban udara rata-rata pada waktu pagi (tampak depan).....	23
Gambar 4-7. Kelembaban udara rata-rata pada waktu pagi (tampak samping)....	24
Gambar 4-8. Distribusi suhu udara rata-rata waktu Siang (tampak depan).....	24
Gambar 4-9. Distribusi suhu udara rata-rata waktu Siang (tampak samping).....	24
Gambar 4-10. Kelembaban udara rata-rata waktu Siang (tampak depan)	24
Gambar 4-11. Kelembaban udara rata-rata waktu Siang (tampak samping)	25
Gambar 4-12. Distribusi suhu udara rata-rata waktu Sore (tampak depan).....	25
Gambar 4-13. Distribusi suhu udara rata-rata waktu Sore (tampak samping).....	25
Gambar 4-14. Kelembaban udara rata-rata pada waktu Sore (tampak depan)	25
Gambar 4-15. Kelembaban udara rata-rata waktu Sore (tampak samping).....	25

Gambar 4-16. Distribusi suhu udara rata-rata waktu Malam (tampak depan).....	26
Gambar 4-17. Distribusi suhu udara rata-rata waktu Malam (tampak samping)..	27
Gambar 4-18. Kelembaban udara rata-rata waktu Malam (tampak depan).....	27
Gambar 4-19. Kelembaban udara rata-rata waktu Malam (tampak samping).....	27
Gambar 4-20. Nilai eror validasi suhu hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-1	28
Gambar 4-21. Nilai eror validasi suhu hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-2	28
Gambar 4-22. Nilai eror validasi suhu hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-3	29
Gambar 4-23. Nilai eror validasi suhu hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-4	29
Gambar 4-24. Nilai eror validasi kelembaban hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-1	29
Gambar 4-25. Nilai eror validasi kelembaban hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-2	30
Gambar 4-26. Nilai eror validasi kelembaban hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-3	30
Gambar 4-27. Nilai eror validasi kelembaban hasil simulasi dan hasil pengukuran bagian ke-4	30
Gambar 4-28. Perbandingan suhu udara hasil pengukuran dan hasil simulasi	31
Gambar 4-29. Perbandingan kelembaban udara hasil pengukuran dan simulasi	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1. Data masukan kondisi awal simulasi.....	13
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bahasa Program	35
Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Internal <i>Rakkeang</i> ..	45
Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Lingkungan.....	53
Lampiran 4. Data Hasil Simulasi Suhu dan Kelembaban <i>Rakkeang</i> tiap waktu ..	55
Lampiran 5. Rata-rata Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Internal dan External <i>Rakkeang</i>	71
Lampiran 6. Kalibrasi Sensor	73
Lampiran 7. Kalibrasi Hasil Pengukuran Sensor dan Alat Ukur	76
Lampiran 8. Simulasi Hasil Pengukuran Menggunakan Surfer.....	78
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	82

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah tradisional Bugis terbentuk dari akumulasi waktu yang panjang dan adaptif terhadap lingkungan fisik dan sosial budaya dimana rumah tersebut didirikan. Secara fisik struktur rumah tradisional Bugis dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu: *Ale bola*, *Awa bola* dan *Rakkeang*. Salah satu faktor penting dalam sebuah struktur bentuk bangunan adalah fungsinya.

Rakkeang pada rumah tradisional Bugis digunakan oleh para bangsawan atau orang-orang kerajaan untuk menyimpan barang-barang berharga seperti benda-benda pusaka, emas atau perhiasan dan hal-hal yang disakralkan karena *Rakkeang* dianggap sebagai tempat tertinggi atau tempat yang disakralkan, sehingga tidak semua orang yang dapat menempati ruangan itu. Seiring dengan pergeseran zaman penggunaan *Rakkeang* juga mengalami perkembangan, selain digunakan untuk menyimpan benda-benda pusaka, juga digunakan untuk menyimpan bahan pokok atau hasil-hasil pertanian, khususnya biji-bijian.

Rakkeang merupakan ruangan yang berada paling atas pada rumah tradisional Bugis yang biasanya difungsikan sebagai tempat menyimpan perhiasan, padi, hasil pertanian lainnya dan benda-benda pusaka. Selain difungsikan sebagai tempat penyimpanan, pada masa lampau *Rakkeang* juga digunakan sebagai tempat anak gadis menenun kain dan sarung (Abidah, 2010).

Ruang *Rakkeang* pada rumah tradisional Bugis memiliki struktur ruang yang jelas dengan fungsi yang unik, menjadikan kearifan lokal yang khas dan melekat serta mampu adaptif terhadap kondisi lingkungan dan sosial budaya masyarakat Sulawesi Selatan secara luas. Salah satu fungsi *Rakkeang* dalam bidang pertanian terkhusus pada proses pascapanen yakni proses penyimpanan hasil pertanian menjadikan rumah tradisional Bugis Sulawesi Selatan khususnya ruang *rakkeang* menarik untuk diteliti secara mendalam (Akbar, 2017).

Untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembaban yang sulit untuk dilihat secara langsung tanpa menggunakan alat-alat yang canggih seperti kamera thermal. Maka, penelitian ini menggunakan simulasi digital untuk mengetahui informasi tersebut. Informasi yang diperoleh dari simulasi digital kemudian

digunakan untuk membandingkan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran sehingga didapatkan informasi kondisi lingkungan pada ruang *Rakkeang*. Metode CFD (*Computational Fluid Dynamic*) dapat menjadi salah satu alternatif dalam menganalisis informasi kondisi pada *Rakkeang*. Metode ini selain dapat memprediksi suatu aliran fluida dengan mudah dan cepat serta memiliki biaya yang relatif lebih kecil dibanding dengan metode eksperimental yang lainnya juga lebih mudah dalam menganalisis kondisi suhu dan kelembaban hanya dengan memasukkan input masukan sesuai dengan yang akan diketahui. Disamping itu metode analisis digital ini dapat mengatasi kendala geometri yang rumit dan syarat-syarat batas yang merupakan penghambat metode analitis.

Dari uraian di atas, maka dibuatlah penelitian ini untuk mempelajari kondisi lingkungan pada *Rakkeang* khususnya kondisi suhu dan kelembaban. Melalui pendekatan simulasi ini diharapkan akan diperoleh hasil yang mampu menunjukkan kondisi suhu dan kelembaban pada rumah tradisional Bugis khususnya pada ruang *Rakkeang* sehingga memudahkan dalam memberikan informasi terkait potensi *Rakkeang* yang dapat dijelaskan secara kualitatif. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjelaskan potensi *Rakkeang* untuk digunakan sebagai tempat penyimpanan sekaligus pengering hasil-hasil pertanian, khususnya biji-bijian.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Riset ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik suhu dan kelembaban pada *Rakkeang* dengan menggunakan simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamic*).

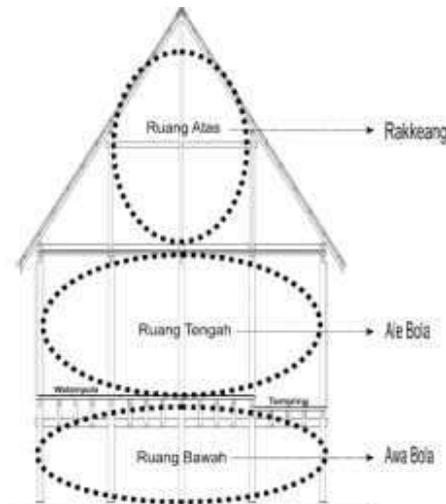
Penelitian tentang rumah tradisional Bugis dalam bidang pertanian khususnya ruang *Rakkeang*, akan memudahkan masyarakat dalam memberikan informasi kondisi suhu dan kelembaban yang dapat berguna sebagai referensi inovasi yang adaptif terhadap kondisi lingkungan, sosial budaya sekitar dan menunjang efektifitas produksi hasil pertanian dengan tetap memanfaatkan kearifan lokal yang sudah ada sejak dahulu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Rakkeang*

Ruangan pada bagian atas atau atap di rumah tradisional Bugis milik masyarakat dengan keturunan bangsawan yang disebut dengan *Rakkeang*. *Botting langi* atau dunia atas dalam Bahasa Indonesia dipercayai masyarakat Bugis sebagai wujud kehidupan di luar alam kesadaran manusia yang berada di atas dan memiliki kaitan dengan sesuatu yang bersifat non-materi seperti dikeramatkan, disucikan, disakralkan dan kebaikan lainnya. Analogi tersebut sering digunakan oleh masyarakat Bugis untuk menggambarkan ruang *Rakkeang* (Akbar, 2017).

Rakkeang seringkali dijadikan sebagai hal yang ditinggikan (*Arrajange* dalam bahasa Bugisnya). Masyarakat Bugis mempercayai bahwa alam atas merupakan tempat tinggal *Sange-Serri* atau Dewi Padi. Pemahaman tersebut membuat masyarakat Bugis menjadikan loteng atau *tollangeng* sebagai ruang penyimpanan padi maupun hasil pertanian dan perkebunan lainnya (Akbar, 2017).



Gambar 2-1. Desain struktural rumah tradisional Bugis (secara vertikal)
(Sumber: Akbar, 2017)

2.2 Perpindahan Panas

Perpindahan panas atau kalor adalah cabang ilmu yang meliputi prinsip perpindahan energi panas dari suatu material ke material lainnya karena adanya perbedaan suhu (Holman & Jasjfie, 1997). Perpindahan energi panas secara umum dibagi menjadi 3 yaitu perpindahan panas secara konveksi, konduksi dan radiasi.

a. Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi merupakan perpindahan panas dari suatu material dengan suhu yang lebih tinggi menuju material dengan suhu yang lebih rendah pada zat yang berada dalam jarak dekat.

b. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas antara permukaan benda padat dengan cair maupun gas yang saling berdekatan dan terjadi proses gabungan dari efek konduksi dan interaksi fluida.

c. Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan panas dari energi yang berbentuk gelombang elektromagnetik akibat pengaruh perubahan bentuk elektronis dari molekul atau atom.

2.3 Penyimpanan Hasil-hasil Pertanian (Serealialia)

Dalam kegiatan pasca-panen, penyimpanan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan kualitas bahan atau hasil-hasil pertanian sebelum digunakan, dikonsumsi ataupun dijual. Dalam proses penyimpanan salah satu faktor yang sangat menentukan kualitas bahan adalah waktu. Semakin lama suatu bahan disimpan, maka akan semakin besar resiko yang harus ditanggung, sehingga perhatian yang diberikan selama proses penyimpanan juga perlu ditingkatkan (Haryadi, 2010).

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan serealialia selama proses penyimpanan antara lain; terjadinya perkembangan mikro organisme, adanya perubahan struktur kimia dalam bahan, adanya serangan hama, kesalahan dalam proses penanganan, wadah yang digunakan tidak sesuai atau kurang baik, kondisi bahan pangan yang sudah tidak layak untuk disimpan dan tentunya pengaruh lingkungan yang tidak sesuai dengan kondisi bahan. Dalam proses penyimpanan, teknik dan tempat penyimpanan sangat berperan terhadap kemampuan bahan dalam mempertahankan kualitasnya, sehingga perlu mengetahui karakter atau sifat bahan sebelum disimpan untuk memudahkan dalam pemilihan teknik penyimpanan yang tepat dan efisien (Haryadi, 2010).

2.4 Software SolidWork

SolidWork adalah salah satu *software* pendukung yang berfungsi mempermudah dalam proses membuat desain suatu rancangan. *Software* ini juga menjadi salah satu bagian CAD (*Computer Aided Design*) dengan kemampuan merancang model 2 maupun 3 dimensi yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *prototype* 2 dan 3 dimensi secara visual dalam bentuk desain. Fitur utama yang terdapat dalam *SolidWork* yaitu simulasi aliran fluida, penggambaran rupa dua maupun tiga dimensi dan *simulation fitur* (Hendrawan dkk., 2018).

2.5 Computational Fluid Dynamics (CFD)

Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah salah satu perangkat lunak yang berfungsi melakukan prediksi dan analisa jumlah perpindahan panas, transfer fenomena dan aliran fluida. Metode CFD memakai analisa dalam bentuk numerik seperti mengatur dimensi, volume dan luas sebagai bagian dari integral persamaan energi, momentum dan kesetimbangan massa sehingga persamaan untuk 2 dan 3 dimensi dapat lebih cepat (Versteeg & Malalasekera, 1995).

Menurut Azzamudin & Marwan Effendy (2017), problematika dalam penggunaan CFD dibaca sebagai keadaan awal serta kondisi batas untuk menghasilkan *output* sehingga orang yang mengoperasikan penggunaan CFD harus mampu menentukan kondisi dan mengetahui kegunaannya.

Menurut Romdhonah (2011), ada tiga bagian utama pada CFD (*Computational Fluid Dynamics*) yaitu:

a. Pre-Processor

Pre-processor adalah elemen masukan dari permasalahan aliran ke program CFD dengan menggunakan antarmuka yang memudahkan pengguna. Hal-hal yang dilakukan dalam *pre-processor* yaitu:

- 1) Melakukan definisi dari geometri yang akan dianalisa
- 2) Membentuk grid di setiap domain
- 3) Pemilihan kejadian kimawi dan fisika yang cocok dengan keadaan sebenarnya
- 4) Menetapkan sifat fluida
- 5) Menetapkan kondisi batas

b. Solver

Proses *solver* yaitu tahapan penyelesaian masalah dengan matematis dalam CFD. Pada tahapan penyelesaian masalah, terdapat 3 rumus aliran fluida yang berisi hukum kekekalan fisika, antara lain;

1) Massa fluida kekal (kekekalan massa fluida).

Laju kenaikan massa elemen fluida sama dengan laju net aliran ke dalam bagian fluida yang dinyatakan oleh keseimbangan massa fluida. Seluruh bagian fluida termasuk dalam fungsi waktu dan ruang, sehingga massa jenis fluida (ρ) dapat dituliskan dalam bentuk $\rho(x, y, z, t)$. Sehingga komponen kecepatan fluida dituliskan sebagai $dx/dt=u$, $dy/dt=v$, dan $dz/dt=w$. Adapun persamaan matematis fluida yang tidak dipengaruhi kompresi, yaitu;

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0 \quad 1$$

dimana ρ merupakan massa jenis fluida (kg/m^3) dan x, y, z merupakan arah koordinat kartesian.

Dalam keadaan aliran yang tidak dapat ditekan (*Incompressible Flow*), maka persamaan Hukum kekekalan massa atau persamaan kontinuitas dapat ditulis sebagai (Simanjuntak, 2018):

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0 \quad 2$$

dimana $x_i, i=1,2,3$ mengacu di sumbu x, y dan z masing-masing.

2) Hukum II Newton mengenai laju perubahan momentum yang sama dengan resultan dari gaya molekul fluida.

Persamaan matematis momentum didapatkan dari pengembangan persamaan Navier-Stokes yang bentuknya cocok dengan *finite volume method* berdasarkan bentuknya.

Momentum x:

$$\rho \left[u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right] = \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] + S \quad 3$$

Momentum y:

$$\rho \left[u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right] = \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right] + S \quad 4$$

Momentum z:

$$\rho \left[u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right] = \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] + S \quad 5$$

dimana μ adalah viskositas dinamik fluida (kg/m.s) dan SMX, SMY, SMZ adalah momentum yang berasal dari *body* per unit volume per unit waktu, masing-masing untuk koordinat x, y, dan z.

Persamaan laju perubahan momentum dapat ditulis sederhana dengan menggunakan persamaan tensor yaitu (Simanjuntak, 2018):

$$\frac{\partial(\rho cT)}{\delta t} + \frac{\partial(\rho cT)}{\delta x_i} = \frac{\partial}{\delta x_i} \left(k \frac{\partial T}{\delta x_i} \right) - p \frac{\delta u_i}{\delta x_i} + \rho q + \Phi \quad 6$$

dimana $i, j, k = 1, 2, 3$ masing-masing ditandai dengan sumbu x, y, z

3) Laju perubahan energi sama dengan resultan laju panas yang bertambah serta laju kerja yang ditambahkan pada molekul fluida (Hukum I Termodinamika).

Rumus energi yang didapatkan dari penurunan Hk. I Termodinamika yang berbunyi “laju perubahan energi partikel fluida = laju penambahan panas ke dalam partikel fluida ditambah dengan laju kerja yang diberikan pada partikel”

Persamaannya dapat diuraikan seperti berikut;

$$\rho \left[u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right] = p \left[\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right] + k \left[\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right] + S_1 \quad 7$$

$$\text{dimana } \rho \left[u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right] = \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] + S_{MX}$$

dimana p merupakan tekanan (Pa), k merupakan konduktivitas termal (W/m°C), S_i merupakan energi yang ditambahkan per unit volume per unit waktu dan T merupakan suhu (°C).

Dengan menggunakan metode iterasi penurunan persamaan di atas dapat diselesaikan. Dimana nilai awal solusi, umumnya merupakan nilai pendugaan (*a guessed solution*) sehingga diperlukan pada perhitungan awal. Untuk mendapatkan nilai pendekatan yang lebih tepat dan akurat serta memenuhi persyaratan bahwa variabel sudah memenuhi kriteria semua persamaan aliran, gunakan rumus numerik. Nilai yang baru diperoleh dipakai sebagai nilai pertama dalam perhitungan yang akan dilakukan berikutnya. Langkah ini terus-menerus dilakukan hingga nilai *error (residual variation)* mendapatkan nilai yang kecil.

Setiap proses berulang yang dilakukan untuk mendapatkan nilai terkecil dinamakan sebagai metode iterasi (Romdhonah, 2011).

Persamaan Energi dapat ditulis dengan menggunakan persamaan tensor yaitu (Simanjuntak, 2018):

$$\frac{\partial(\rho c T)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho c T)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) - p \frac{\delta u_i}{\delta x_i} + \rho q + \Phi \quad 8$$

dimana $i, j, k = 1, 2, 3$ sebagai sumbu x, y, z

Apabila kekentalan tidak bisa dilakukan kompresi atau dalam keadaan konstan, maka nilai $p \delta U / \delta U$ menjadi sama dengan 0. Apabila *viscous dissipation* tidak dipertimbangkan, keadaan Φ akan diturunkan dari persamaan matematis (Simanjuntak, 2018).

c. *Post-Processor*

Post-processor merupakan tahapan akhir yang menampilkan hasil terakhir dari 2 tahap yang sebelumnya terjadi. Hasil akhir ini berupa gambaran visual *mesh* dan geometri domain, plot permukaan 2 dan 3 dimensi, pergerakan partikel, plot vektor serta pergerakan partikel (Ramdhonah, 2011).

Pemakaian komputer di CFD sangat penting sebab perhitungan harus dilakukan sampai berjuta kali untuk menirukan pergerakan gas dan fluida pada bidang keteknikan. Pemakaian CFD dengan bantuan *hardware* yang canggih pun hanya akan diperoleh dalam bentuk pendekatan. Hal tersebut merupakan hal yang terus diperbaiki dalam mengembangkan CFD (Ihsan, 2019).

Menurut Ihsan (2019), secara sederhana CFD memperkirakan berdasarkan jumlah hal yang akan terjadi saat aliran fluida dan kombinasi terjadi dengan hal berikut;

1. Aliran kalor yang berpindah
2. Transfer massa
3. Perubahan bentuk massa, seperti mencair, membeku dan menguap
4. Terjadi reaksi kimiawi seperti pembakaran,
5. Gerakan bagian-bagian mekanik, seperti: gerakan piston, gerakan kipas, dan kipas mesin.
6. Tegangan dan proses berpindah dalam partikel benda padat maupun yang terjadi di lingkungannya