

Identifikasi Kenyamanan Termal Rumah Tradisional Bugis di Iklim Tropis Lembap

(Thermal Comfort Identification of Traditional Bugis House in Humid Tropical Climate)

Sahabuddin Latif^{1,2}; Baharuddin Hamzah¹; Ramli Rahim¹; Rosady Mulyadi¹

¹Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Jl. Poros Malino, Km. 6 Gowa, Sulawesi Selatan

²Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Makassar

sahabuddin.latief@unismuh.ac.id; baharsyah@unhas.ac.id; yb8bri@yahoo.com; rosady@unhas.ac.id

Abstract

This study aims to determine the thermal comfort conditions in the interior of traditional Bugis houses in South Sulawesi. This phase measured 18 (eighteen) houses by collecting data on 2 (two) main variables of room thermal comfort, namely air temperature and relative humidity. The recording time starts from 08.00 to 16.00 WITA. Observation made to collect room geometry data, building orientation, roof slope, and material used. Measuring instruments are placed in the living room throughout the room. The analysis carried out on the measurement data is then correlated with the observation. The results show that the average outside temperature above the thermal comfort standard is around 32.0 to 37.4°C from morning to afternoon, the maximum temperature reaching 41.7°C occurs around 13.00 to 14.00 WITA and the minimum temperature is 28.2°C only occurs in the morning. Air humidity average is relatively fair in the thermal comfort zone between 42.8 to 69.8%. Material gives the most dominant influence on heat induction from the outside environment to the interior space. The orientation of the house found in North-South is hotter, the roof with a double slope is hotter, and the lower the ceiling is more hot.

Keywords: *micro climate, thermal comfort, natural ventilation, traditional bugis house*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi kenyamanan termal pada interior rumah tradisional Bugis di Sulawesi Selatan. Tahap ini dilakukan pengukuran terhadap 18 (delapan belas) rumah dengan pengumpulan data terhadap 2 (dua) variabel utama kenyamanan termal ruangan yaitu temperatur udara dan kelembapan udara relatif. Waktu pencatatan dimulai jam 08.00-16.00 WITA. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data geometri ruangan, orientasi bangunan, kemiringan atap, serta material yang dipakai. Alat ukur ditempatkan pada ruang tamu mewakili seluruh ruangan. Analisis dilakukan terhadap data pengukuran selanjutnya dikorelasikan dengan data observasi. Hasil menunjukkan bahwa temperatur ruangan rata-rata diatas standar kenyamanan termal yaitu sekitar 32,0-37,4°C sejak pagi hingga sore hari, temperatur maksimum mencapai 41,7°C terjadi sekitar jam 13.00-14.00 WITA dan temperatur minimum 28,2°C hanya terjadi pada pagi hari. Kelembapan udara relatif rata-rata masuk dalam zona kenyamanan termal berkisar antara 42,8-69,8%. Material memberikan pengaruh paling dominan pada induksi panas dari lingkungan luar ke ruang interior. Orientasi rumah ditemukan Utara-Selatan lebih panas, atap dengan kemiringan ganda lebih panas, dan semakin rendah plafon makin panas.

Kata kunci: iklim mikro, kenyamanan termal, ventilasi alami, rumah tradisional bugis

Pendahuluan

Rumah-rumah tradisional Bugis dengan konstruksi panggung di daerah beriklim tropis lembap di Sulawesi Selatan, memiliki kadar panas pada ruang interior lantai atas pada siang hari, sehingga penghuni lebih sering berada di rumah bagian lantai bawah. Permasalahan ini juga terjadi pada hunian-hunian di Malaysia yang beriklim sama pada siang hari setelah matahari tergelincir ke arah Barat, disebabkan akumulasi panas dalam ruangan dan kurangnya ventilasi atau tidak cukup angin untuk mengangkut panas keluar ruangan (Jamaludin dkk., 2015; Roslan dkk., 2015; Tantasavasdi dkk., 2001).

Rumah tinggal yang memiliki ventilasi alami seperti rumah tradisional Bugis termasuk rumah yang ramah lingkungan dan rumah yang bijak dalam penggunaan energi (GBCI, 2014; Prianto, 2007). Namun, bangunan rumah hunian juga berfungsi memberikan perlindungan dan kenyamanan bagi penghuninya termasuk kenyamanan termal. Kenyamanan termal pada hunian menjadi perhatian utama karena mempengaruhi kinerja penghuni dan merupakan ukuran penggunaan energi pada bangunan tempat tinggal (Latif dkk., 2016; Sugini, 2004).

Badan Standar Nasional Indonesia (BSN, 2001), menetapkan bahwa bangunan harus menyediakan temperatur dalam ruangan interior berkisar 24°C hingga 27°C untuk tujuan kenyamanan termal. Dalam LPMB-PU (1993) mensyaratkan kelembapan udara relatif daerah kenyamanan termal pada bangunan yang dikondisikan untuk orang Indonesia yaitu 40-70%.

Beberapa penelitian untuk mengatasi masalah panas pada bangunan di iklim tropis lembap, seperti memberikan insulasi atap, menggunakan warna atap yang lebih terang, menggunakan efek cerobong surya, efek bayangan (*shading*), *screen*, *win turbin* dan juga dengan metode fasad kaca ganda telah dilakukan. Ong (2011) melakukan eksperimen dengan menerapkan bahan di bawah atap untuk mengurangi suhu di area loteng di bawah atap atau di atas langit-langit. Mengenai permukaan atap, Al Yacouby dkk. (2011)

menyatakan bahwa warna permukaan atap menjadi salah satu elemen yang harus dipertimbangkan dalam desain pasif. Menurut Givoni (1994) bahwa atap yang dicat berwarna gelap menghasilkan suhu langit-langit yang lebih tinggi dibandingkan dengan atap yang dicat dengan warna yang lebih terang. Strategi lain untuk mengurangi suhu udara di gedung adalah cerobong surya. Penelitian tentang efek cerobong untuk bangunan di daerah tropis telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Phiraphat dkk., 2017; Ratanachotinun dkk., 2015; Tan & Wong, 2014). Pendinginan dengan metode *fasade* kaca ganda, merupakan strategi cemerlang dalam memanfaatkan perbedaan temperatur lingkungan untuk pendinginan bangunan telah diteliti oleh (Gratia & De Herde, 2004b; Mulyadi dkk., 2010; Mulyadi dkk., 2012; Zhou & Chen, 2010). Al-Obaidi dkk. (2016) mengembangkan sistem *hybrid* dengan memanfaatkan efek tumpukan udara dipadu dengan turbin menggunakan energi yang diperoleh dari radiasi matahari. Orientasi bangunan juga mempengaruhi tingkat insulasi radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan dan berpengaruh pula pada pendinginan alami menggunakan aliran udara (Adam dkk., 2004; Febrina dkk., 2018; Gratia & De Herde, 2004a; Hamzah dkk., 2017). Talarosha (2005), menyarankan pemanfaatan fungsi elemen arsitektur seperti *shading* untuk pembayangan pada daerah bukaan jendela atau fasad kaca, guna mengurangi radiasi masuk ke dalam bangunan.

Studi ini bertujuan mengidentifikasi tingkat kenyamanan termal rumah tradisional Bugis yang ada di Sulawesi Selatan, sebagai dasar rencana penelitian selanjutnya untuk menemukan rancangan rumah tradisional Bugis yang memiliki tingkat kenyamanan termal yang optimal dan hemat energi serta selaras dengan lingkungan iklim Sulawesi Selatan.

Metode Penelitian

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Provinsi Sulawesi Selatan terletak di 0°12' - 8°0' Lintang Selatan dan 116°48' - 122°36' Bujur Timur, sehingga termasuk

beriklim tropis lembap (Lippsmeier, 1994; Soegijanto, 1999). Provinsi ini berbatasan dengan Sulawesi Tengah dan Sulawesi Barat di Utara, Teluk Bone dan Sulawesi Tenggara di Timur, Selat Makassar di Barat dan Laut Flores di Selatan. Terdiri dari 24 kabupaten / kota dengan penduduk etnis terbanyak suku Bugis, Makassar, Mandar dan Toraja, BPS Sulawesi Selatan (2008). Peta provinsi Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Gambar 1.

Ciri umum iklim tropis lembap adalah temperatur udara relatif panas, intensitas radiasi sedang sampai tinggi, pergerakan angin sedikit serta pertukaran panas kecil karena kelembapan tinggi. Radiasi matahari global harian rata-rata 2-4 m/detik, luminasi langit untuk langit yang seluruhnya tertutup awan tipis cukup tinggi mencapai lebih dari 7000 kandela/m² dan yang tertutup awan tebal 850 kandela/m². Rasio langit cerah 30%, langit berawan 56% dan langit mendung 14%. Lama penyinaran langit cerah 8%, langit berawan 76% dan langit mendung 16%, (Rahim, 2004; Rahim & Mulyadi, 2004; Soegijanto, 1999).

Dampak iklim yang paling dominan pada bangunan di Indonesia adalah intensitas tinggi radiasi matahari dan suhu udara harian yang tinggi, kelembapan udara yang tinggi, dan kurangnya pergerakan aliran angin (Feriadi, 2004; Feriadi & Wong, 2004; Hamzah dkk., 2018; Hamzah dkk., 2017; Hien dkk., 2000; Ishak dkk., 2018; Larasati & Mochtar, 2013; Latif dkk., 2016)



Gambar 1: Peta Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan

(Sumber: Dok. Penulis, 2018)

Gambaran Umum

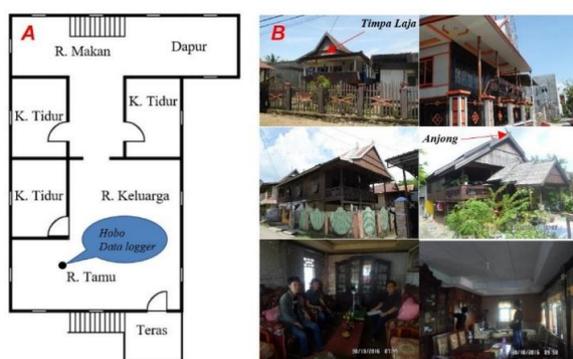
Terdapat 18 (delapan belas) rumah tradisional Bugis yang menjadi studi kasus pada penelitian ini, terdiri dari masing-masing 6 (enam) buah rumah yang berada di wilayah kota Parepare, kabupaten Pinrang dan kabupaten Barru. Pengukuran dilakukan di antara tanggal 30 Oktober hingga 1 November 2016, mulai pukul 08.00 - 16.00 WITA. Setiap hari diukur 6 (enam) rumah dengan menempatkan satu buah alat ukur *hobo datalogger* di ruang tamu untuk mewakili kondisi iklim mikro seluruh interior rumah, lihat Gambar 2A. Pencatatan alat ukur diatur setiap 1 menit untuk mencatat temperatur (°C) dan kelembapan relatif udara (%). Dalam penelitian ini tidak memperhitungkan variabel penentu termal ruangan lain seperti pergerakan angin dan radiasi permukaan benda maupun manusia yang berada pada ruangan yang diukur.

Kota Parepare merupakan kota dengan permukiman yang padat, memiliki luas wilayah 99,33 km², berada pada tepi pantai sebelah Barat pulau Sulawesi, kota ini tidak rata, namun memiliki kontur dan kemiringan yang cukup terjal. Kabupaten Pinrang dengan luas wilayah 1.961,17 km², dilakukan penelitian pada permukiman nelayan yang berada di pesisir pantai Barat Sulawesi Selatan, permukimannya tidak terlalu padat seperti Parepare. Kasus terakhir pengukuran dilakukan terhadap 6 rumah di kabupaten Barru yang luas wilayahnya 1.174,71 km², juga daerah pesisir dengan wilayah yang datar namun di Barru penelitian dilakukan pada permukiman dalam kota yang cukup padat dan memilih rumah-rumah yang masih utuh dan belum direhabilitasi atau diubah menjadi rumah berdinding batu bata, yang mulai banyak dilakukan oleh masyarakat disekitarnya. Informasi tentang luasan wilayah ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada BPS Sulawesi Selatan (2008)

Orientasi bangunan rumah Bugis yang memiliki bentuk dasar persegi panjang umumnya menghadap Utara-Selatan atau Timur-Barat, di lapangan banyak juga ditemukan rumah-rumah tradisional Bugis yang menghadap ke arah jalan raya tanpa terikat orientasi mata angin.

Tampilan eksterior rumah tradisional Bugis sepintas mirip dengan bangunan tradisional suku-suku lain di nusantara seperti rumah tradisional Kalimantan, Jambi, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Riau dan Bengkulu (Infoana.com, 2018), bahkan bangunan tradisional negara-negara yang beriklim tropis lembap seperti di Malaysia dan Thailand (Tantasavadi dkk., 2001; Tinker dkk., 2004). Kemiringan atap rumah Bugis biasa terdiri dari satu atau dua kemiringan dan berbentuk pelana memanjang dari arah depan ke belakang, kadang juga ada atap yang dibuat bersusun. Ciri khas dari rumah Bugis adalah pada atapnya diterapkan *timpa laja* yaitu atap kecil semacam overstate yang dipasang bersusun, *anjong* yaitu ornamen pada puncak lisplang atap, lihat Gambar 2B.

Interior rumah tradisional Bugis memiliki pengaturan ruang yang membedakan ruang publik, semi publik dan ruang servis. Luasan ruang dan banyaknya bervariasi tergantung kebutuhan pemiliknya. Umumnya interior rumah tradisional Bugis tidak tinggi berkisar antara 200-265 cm. Pembagian ruang interior terdiri dari ruang tamu, ruang keluarga, kamar tidur, ruang makan, dapur dan km/wc, dapat dilihat pada Gambar 2A.



Gambar 2: Denah Lay-Out Ruang dan Foto Eksterior-Interior Rumah Tradisional Bugis (Sumber: Dok. Penulis, 2018)

Material rumah tradisional Bugis terdiri dari bahan-bahan yang mudah diperoleh pada lokasi bangunan dibangun, untuk atap umumnya menggunakan atap seng gelombang, ada yang gelombang besar dan gelombang kecil. Bahan lantai menggunakan papan kayu. Plafon menggunakan bahan eternit, tripleks 3 mm, terpal plastik, seng dan kanvas/kain.

Dinding menggunakan bahan seng, papan kayu, *gamacca* (anyaman bambu). Material yang dipakai dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: Material, Lantai, Dinding, Plafon dan Atap (Sumber: Dok. Penulis, 2018)

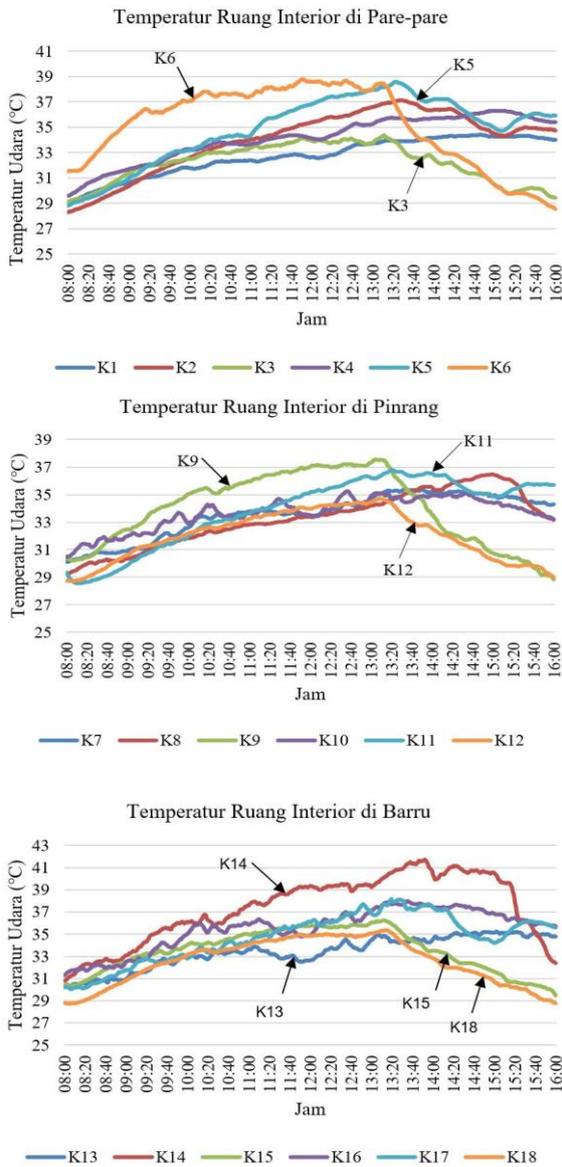
Hasil Dan Pembahasan

Temperatur

Gambar 4. menyajikan profil temperatur dalam ruang tamu 18 (delapan belas) kasus rumah Bugis yang terdapat pada kota Parepare, kabupaten Pinrang dan kabupaten Barru. Hampir semua temperatur iklim mikro pada ruang tamu menunjukkan nilai yang tinggi sepanjang siang hari, berturut-turut kabupaten Pinrang tertinggi, diikuti oleh kota Parepare dan kabupaten Barru. Hasil menunjukkan bahwa temperatur ruangan rata-rata di atas standar kenyamanan termal yaitu sekitar 32,0-37,4°C sejak pagi hingga sore, temperatur maksimum mencapai 41,7°C terjadi sekitar jam 13.00-14.00 WITA dan temperatur minimum 28,2°C hanya terjadi pada pagi hari. Sebuah kasus yang mencolok dalam penelitian ini adalah Kasus-14, tercatat temperatur rata-rata 37,4°C dengan temperatur tertinggi 41,7°C terjadi jam 14.00 WITA, temperatur minimum 30,7°C. Kasus-14 memiliki spesifikasi atap seng gelombang besar dengan kemiringan ganda $\langle x=15^\circ + \langle y=45^\circ$, dinding seng gelombang besar, jendela kaca nako, tidak memiliki plafon dan berorientasi Timur-Barat. Sudut kemiringan atap dapat dilihat pada Gambar 6.

Beberapa kasus menunjukkan fenomena grafik yang tidak mirip dengan kebanyakan kasus lain disebabkan beberapa variabel seperti orientasi bangunan terhadap mata angin atau garis

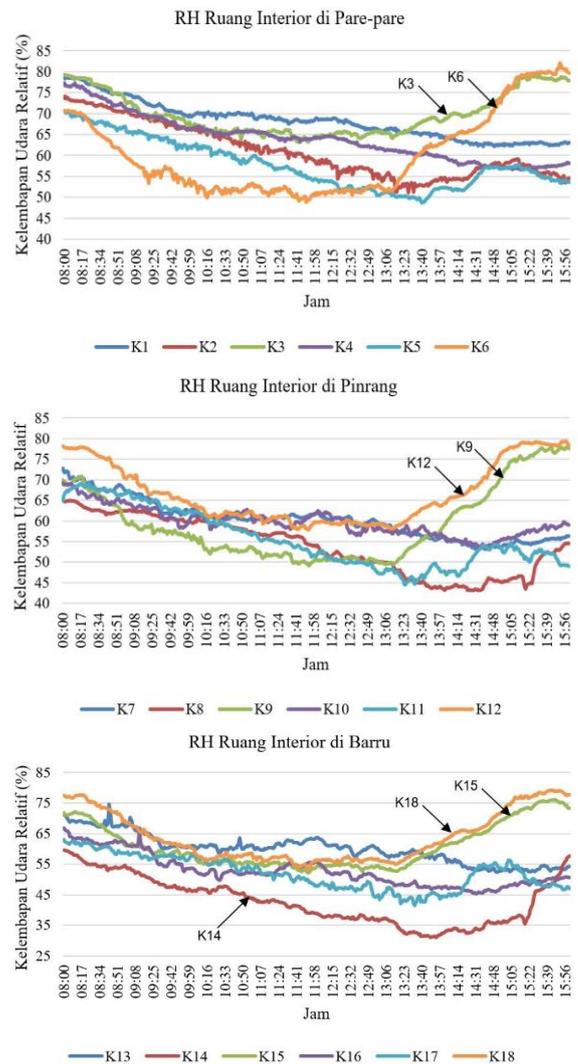
edar matahari, jenis material, tinggi plafon dan kemiringan atap. Selanjutnya akan dibahas pada topik orientasi bangunan, material dan kemiringan atap dibawah ini.



Gambar 4: Grafik Temperatur Interior ke-18 Kasus Rumah Bugis (Sumber: Analisis Penulis, 2018)

Pada gambar 5., menyajikan profil kelembapan udara dalam ruang tamu 18 kasus rumah Bugis yang terdapat pada kota Pare-pare, Kabupaten Pinrang dan kabupaten Barru. Hampir semua distribusi kelembapan udara iklim mikro siang hari pada ruang tamu menunjukkan nilai yang nyaman menurut standar SNI yang mensyaratkan antara 40-70%, terdapat kondisi diatas standar hanya terjadi pada pagi sebelum pukul 08.00 WITA dan sore

hari setelah pukul 15.00 WITA. Hasil menunjukkan bahwa kelembapan udara relatif ruangan, rata-rata berada pada kisaran 42,8-69,8%, dengan pola grafik yang menurun perlahan dari pagi hingga sore hari. Kelembapan udara maksimum mencapai 82% terjadi setelah pukul 15.00 WITA. Kelembapan udara minimum bisa mencapai 30,9% hanya terjadi siang hari antara pukul 13.00-14.00 WITA. Kasus K3, K6, K9, K12, K14, K15 dan K18, memiliki tren grafik yang cenderung tinggi pada sore hari disebabkan beberapa faktor antara lain jenis material, orientasi, ketinggian ruangan.



Gambar 5: Grafik Kelembapan Udara Interior ke-18 Kasus Rumah Bugis (Sumber: Analisis Penulis, 2018)

Orientasi Bangunan

Terdapat 50% kasus rumah berorientasi Timur-Barat, 16,6% Utara-Selatan, 5,7% Timur Laut (TL)-Barat Daya

(BD) dan 27,8% Tenggara (TG)-Barat Laut (BL). Hasil menunjukkan bahwa rumah yang berorientasi Utara-Selatan memiliki rata-rata temperatur ruang antara 33,9-34,1°C, Timur-Barat 32,0-37,4°C, Timur Laut (TL)-Barat Daya (BD) dengan rata-rata 32,1°C, sedangkan Barat Laut (BL)-Tenggara (TG) berkisar antara 32,5-38,5°C. Ditemukan orientasi rumah Utara-Selatan memiliki temperatur yang lebih tinggi dari Timur-Barat kemudian BL-TG dan TL-BD. Untuk kasus K5 38,58°C orientasi BL-TG yang lebih tinggi dibanding rata-rata interior rumah orientasi Utara-Selatan dan Timur-Barat, bukan diakibatkan oleh faktor orientasi namun diduga disebabkan oleh K5 menggunakan material plafon dari terpal plastik yang sifat isolatornya kecil bila dibandingkan dengan material tripleks atau eternit. Lihat orientasi rumah dan grafik temperatur pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Diduga faktor sudut jatuh dan tegak lurus dari arah datangnya sinar matahari menjadi penentu tingkat panas yang diserap oleh rumah, sehingga dapat disimpulkan bahwa panas yang terjadi pada ruang interior merupakan sumbangsih panas yang datangnya dari atas yaitu loteng/attic dan plafon diakibatkan akumulasi panas yang terjadi di loteng dan permukaan dinding yang mendapatkan langsung radiasi matahari terutama pagi atau sore hari. Pendapat ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Adam dkk., 2002; Gratia & De Herde, 2004a; Lippsmeier, 1994; Talarosha, 2005).

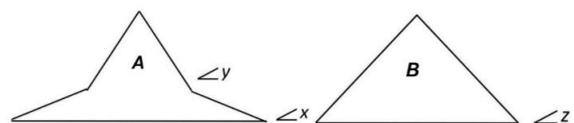
Kemiringan Atap

Terdapat 66,6% rumah memiliki kemiringan atap ganda $\angle x=15^\circ + \angle y=45^\circ$, sudut kemiringan $\angle x=15^\circ + \angle y=35^\circ$ dan sudut kemiringan $\angle x=15^\circ + \angle y=60^\circ$ masing-masing 5,5%. Untuk tipe atap dengan kemiringan tunggal terdapat 11,2% dengan kemiringan $\angle z=35^\circ$, selebihnya sudut kemiringan $\angle z=20^\circ$, $\angle z=35^\circ$ dan $\angle z=45^\circ$, masing-masing 5,5%. Hasil menunjukkan bahwa rumah yang memiliki atap dengan kemiringan ganda memiliki temperatur ruang interior lebih tinggi yang berkisar antara 32,1-37,4°C dibanding rumah

dengan kemiringan atap tunggal yang berkisar antara 32,0-33,5°C. Gambaran tentang temperatur serta kaitannya dengan kemiringan atap dapat dilihat pada Tabel 1, Gambar 4 dan 6.

Saat pengukuran dilakukan pada akhir bulan Oktober dan awal bulan November, posisi edar matahari berada disebelah Selatan khatulistiwa, sehingga memberikan pengaruh radiasi matahari yang cukup signifikan pada atap sebelah Selatan. Misalkan bangunan berorientasi Timur-Barat maka atap sebelah Selatan akan menerima panas lebih kuat dan lebih lama sepanjang siang. Dinding sebelah Selatan akan menerima panas lebih banyak dibanding sebelah Utara, diduga inilah salah satu faktor tingginya temperatur interior rumah tradisional Bugis pada siang hari. Hal ini sejalan dengan penelitian bangunan yang diuji orientasinya terhadap garis edar matahari yang telah dilakukan oleh Gratia & De Herde (2004b) dan Adam dkk. (2004).

Atap segitiga dengan sudut kemiringan landai memiliki volume loteng lebih kecil, akan lebih panas bila dibandingkan dengan atap yang memiliki kemiringan lebih terjal atau volume lotengnya lebih besar disebabkan proses akumulasi panas terjadi lebih cepat. Penjelasan lanjut lihat beberapa penelitian sebelumnya untuk mendapatkan informasi lebih lengkap (Biwole dkk., 2008; Susanti dkk., 2008).



Gambar 6: Tipe Atap Satu Dan Dua Sudut Kemiringan
(Sumber: Hasil Pengamatan, 2018)

Material Bangunan

Material lantai papan kayu diterapkan pada hampir semua kasus dalam penelitian ini, sehingga faktor lantai dianggap tidak memberikan pengaruh perbedaan pada hasil pengukuran iklim mikro masing-masing kasus. Material lain yang juga tidak diperhitungkan dalam analisis adalah material yang dipakai untuk jendela karena hanya memiliki luasan yang kecil.

Hampir semua kasus juga menggunakan material atap seng, namun untuk atap ditemukan dua macam jenis seng yaitu jenis gelombang besar dan jenis gelombang kecil, Gambar 3 (b) dan (c). Terdapat 77,8% rumah menggunakan atap seng gelombang besar dan 22,2% menggunakan gelombang kecil. Hasil menunjukkan temperatur ruang interior rata-rata antara 32,7-34,9°C untuk atap gelombang kecil, dan atap gelombang besar 32-37,4°C. Terdapat 16% atap seng gelombang besar yang temperaturnya diatas temperatur tertinggi ruang interior rumah beratap seng gelombang kecil (34,9°C), selebihnya 61% di bawahnya. Sehingga rumah yang beratap seng gelombang kecil memiliki rata-rata temperatur interior relatif lebih tinggi dibanding yang menggunakan seng gelombang besar.

Dinding yang banyak digunakan pada penelitian ini adalah dinding seng 38,9%, menyusul dinding papan kayu 33,3%, dinding kayu lapis 16,7% dan dinding *gamacca* 11,1%. Hasil pengukuran temperatur rata-rata ruang interior menunjukkan bahwa temperatur tertinggi ke rendah berturut-turut adalah dinding menggunakan material seng antara 22,6-37,3°C, papan kayu 32,2-34,7°C, kayu lapis 32,5-34,7°C dan *gamacca* 32,0-33,9°C.

Material plafon berturut-turut yang banyak digunakan pada penelitian ini adalah eternit dan tripleks masing-masing 27,8%, menyusul terpal plastik 11,1%, kanvas/kain dan seng masing-masing 5,5%, terdapat 22,2% rumah tidak menggunakan plafon. Hasil pengukuran temperatur rata-rata ruang interior berkaitan dengan material plafon menunjukkan temperatur tertinggi ke rendah berturut-turut adalah terpal plastik antara 33,6-34,9°C, tripleks 32,5-35,0°C, eternit 32,1-34,7°C, seng 33,2°C, dan kanvas/kain 32,0°C.

Perbedaan temperatur interior rumah pada penelitian ini yang dipengaruhi oleh jenis material digunakan, menurut beberapa peneliti sebelumnya disebabkan

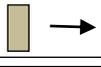
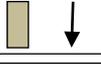
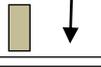
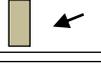
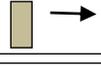
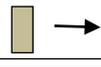
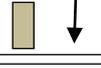
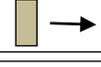
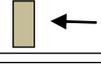
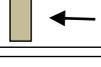
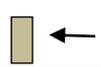
oleh perbedaan nilai konduktivitas termal material, karena nilai tersebut menentukan tingkat pengantaran energi panas, semakin tinggi nilai konduktivitas bahan, maka semakin mudah menyerap panas dan melepaskannya. Gambaran tentang nilai konduktivitas material bahan yang biasa dipakai pada bangunan di Indonesia seperti material kayu dan bahan metal telah dilakukan oleh (Prasojo dkk.; Selparia dkk., 2015; Wuryanti & Iriani, 2018). Grafik temperatur yang terkait dengan material dinding dapat dilihat pada Tabel 1, Gambar 3 dan 4.

Rumah yang tidak menggunakan plafon, memiliki temperatur interior rata-rata tinggi sepanjang siang yang panas berkisar antara 33,8-37,4°C. Menurut Ong (2011), temperatur yang tinggi pada interior rumah yang tidak dilindungi oleh plafon disebabkan oleh pancaran radiasi matahari yang diserap oleh atap langsung dipancarkan ke penghuni. Oleh karena itu, disarankan agar rumah-rumah tinggal di iklim tropis lembap untuk menggunakan plafon dari bahan yang bersifat isolator untuk menghalangi panas berlebih dari atap.

Tinggi Plafon

Tinggi plafon diamati pada penelitian ini, terdapat kisaran antara 200-265 cm, lihat Tabel 1. Hasil menunjukkan kisaran temperatur ruang interior rumah yang dipengaruhi oleh tinggi plafon antara 32,0-35,0°C, semakin tinggi plafon maka temperatur ruangan semakin rendah. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa udara itu berlapis dari bawah ke atas berdasarkan tinggi temperaturnya. Udara panas akan menumpuk di bagian atas ruangan sehingga jika ruangan rendah maka udara panas lebih dekat dengan ruang efektif manusia, (Latif dkk., 2016; Lippsmeier, 1994; Tinker dkk., 2004).

Tabel 1. Hubungan Material, Tinggi Plafon, Kemiringan Atap dan Orientasi Rumah

| Kasus | Tinggi Plafon | Material Plafon | Material Dinding | Material Atap | Jendela | Kemiringan Atap (°) | Orientasi Utara |
|-------|---------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---|
| K1 | 265 cm | Eternit asbes | Papan kayu | Seng gelombang kecil | Kaca bingkai | 35 |  |
| K2 | 235 cm | Eternit | Papan kayu | Seng gelombang besar | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K3 | 225 cm | Eternit | Gamacca/ anyaman bambu | Seng gelombang besar | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K4 | NA | NA | Seng gelombang kecil | Seng gelombang besar | Seng | 15 & 35 |  |
| K5 | 205 cm | Terpal plastik | Seng gelombang besar | Seng gelombang kecil | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K6 | NA | NA | Papan kayu | Seng gelombang besar | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K7 | 205 cm | Tripleks | Papan Multipleks | Seng gelombang besar | Kaca nako | 15 & 45 |  |
| K8 | 215 cm | Seng | Papan kayu | Seng gelombang kecil | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K9 | 225 cm | Eternit | Gamacca/ anyaman bambu | Seng gelombang kecil | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K10 | 210 cm | Terpal plastik | Seng gelombang kecil | Seng gelombang besar | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K11 | NA | NA | Seng gelombang kecil | Seng gelombang besar | Kaca nako | 15 & 45 |  |
| K12 | 220 cm | Kanvas | Gamacca/ anyaman bambu | Seng gelombang besar | Papan Kayu | 45 |  |
| K13 | 215 cm | Tripleks | Papan kayu | Seng gelombang besar | Kaca nako | 15 & 45 |  |
| K14 | NA | NA | Seng gelombang besar | Seng gelombang besar | Kaca nako | 15 & 45 |  |
| K15 | 260 cm | Tripleks | Seng gelombang kecil | Seng gelombang kecil | Kaca bingkai | 35 |  |
| K16 | 220 cm | Tripleks | Papan kayu dan seng gelombang kecil | Seng gelombang besar | Kaca bingkai | 15 & 45 |  |
| K17 | 200 cm | Eternit | Papan Multipleks | Seng gelombang besar | Kaca nako | 15 & 60 |  |
| K18 | 209 cm | Tripleks | Papan Multipleks | Seng gelombang besar | Kaca nako + kaca mati | 20 |  |

(Sumber: Hasil Pengamatan, 2018)

Berdasarkan uraian diatas, ditemukan bahwa faktor yang paling berpengaruh meningkatkan temperatur ruang interior rumah Bugis adalah faktor material. Terutama material yang memiliki nilai konduktivitas tinggi, seperti material berbahan logam. Kemudian faktor lain yang berpengaruh kuat adalah orientasi rumah karena menentukan besarnya bidang dinding maupun atap yang menyerap radiasi matahari.

Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran iklim mikro temperatur dan kelembapan udara dalam ruang interior rumah tradisional Bugis di Sulawesi Selatan, dapat disimpulkan bahwa temperatur ruang berada diatas standar kenyamanan termal sepanjang siang hari, namun kelembapan udara tergolong nyaman sesuai standar SNI. Observasi yang dilakukan memberi petunjuk bahwa faktor material memberikan pengaruh yang kuat pada induksi panas dari lingkungan luar. Rumah yang tidak memiliki plafon, menggunakan material yang bersifat *non isolator* pada atap, dinding dan plafon menjadi penyebab tingginya temperatur interior.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan bantuan keuangan dalam melakukan penelitian ini. Terima kasih juga ditujukan kepada rekan-rekan yang banyak membantu terutama saat survei pengambilan data. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian program Doktor, pada Departemen Arsitektur Universitas Hasanuddin.

Daftar Pustaka

Adam, Z., Yamanaka, T., & Kotani, H. 2002. *Mathematical model and experimental study of airflow in solar chimneys*. Makalah disajikan dalam Proc. 8th International Conference on

Air Distribution in Rooms (ROOMVENT 2002).

Adam, Z., Yamanaka, T., & Kotani, H. 2004. Simulation study on solar assisted ventilation systems. *Journal of Environmental Engineering, Architectural Institute of Japan (AIJ)*: 19-26

Al-Obaidi, K.M., Ismail, M.A., & Rahman, A.M.A. 2016. Effective use of hybrid turbine ventilator to improve thermal performance in Malaysian tropical houses. *Building Services Engineering Research and Technology*: 0143624416648470

Al Yacouby, A., Khamidi, M.F., Nuruddin, M.F., Idrus, A., Farhan, S.A., & Razali, A.E. 2011. *A review on thermal performance of roofing materials in Malaysia*. Makalah disajikan dalam Sustainable Building and Infrastructure Systems: Our Future Today.

Biwole, P., Woloszyn, M., & Pompeo, C. 2008. Heat transfers in a double-skin roof ventilated by natural convection in summer time. *Energy and Buildings*, 40 (8): 1487-1497

BPS. 2008. BPS Provinsi Sulawesi Selatan. BPS Propinsi Sulawesi Selatan: Makassar.

BSN. 2001. Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.

Febrina, D., Hamzah, B., & Mulyadi, R. 2018. Pengaruh Elemen Fasad Terhadap Laju Pergerakan Aliran Udara Di Ruang Kelas. *Jurnal Arsitektur PURWARUPA*, 1 (2): 19-28

Feriadi, H. 2004. *Thermal comfort for naturally ventilated residential buildings in tropical climate*. A Thesis Submitted For The Degree Of Doctor Of Philosophy Department Of Building National University Of Singapore.

Feriadi, H., & Wong, N.H. 2004. Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia. *Energy and Buildings*, 36 (7): 614-626. DOI:10.1016/j.enbuild.2004.01.011

GBCI. 2014. GREENSHIP Home Version 1.0. Green Building Council Indonesia: Jakarta.

- Givoni, B. 1994. *Passive low energy cooling of buildings*. John Wiley & Sons.
- Gratia, E., & De Herde, A. 2004a. How to use natural ventilation to cool narrow office buildings. *Building and Environment*, 39 (10): 1157-1170
- Gratia, E., & De Herde, A. 2004b. Natural cooling strategies efficiency in an office building with a double-skin façade. *Energy and Buildings*, 36 (11): 1139-1152
- Hamzah, B., Gou, Z., Mulyadi, R., & Amin, S.J.B. 2018. Thermal Comfort Analyses of Secondary School Students in the Tropics. 8 (4): 56
- Hamzah, B., Rahim, R., Ishak, M., & Latif, S. 2017. Kinerja Sistem Ventilasi Alami Ruang Kuliah. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 10: 51-57
- Hien, W.N., Poh, L.K., & Feriadi, H. 2000. The use of performance-based simulation tools for building design and evaluation—a Singapore perspective. *Building Environment International*, 35 (8): 709-736
- Infoana.com. (2018). *35 Nama Rumah Adat Tradisional di Indonesia Beserta Gambarnya*. (<https://infoana.com/rumah-adat-di-indonesia/>, diakses 24 September 2018).
- Ishak, M., Hamzah, B., Gou, Z., Rahim, R., & Latif, S. 2018. Thermal Performance of Naturally Ventilated Classroom in the Faculty of Engineering Hasanuddin University, Gowa Campus. *International Journal of Engineering Science Applications*, 5 (1): 23-36
- Jamaludin, N., Mohammed, N.I., Khamidi, M.F., & Wahab, S.N.A. 2015. *Thermal comfort of residential building in Malaysia at different micro-climates*. Makalah disajikan dalam Procedia-Social and Behavioral Sciences.
- Larasati, D., & Mochtar, S. 2013. *Application of bioclimatic parameter as sustainability approach on multi-story building design in tropical area*. Makalah disajikan dalam The 3rd International Conference on Sustainable Future for Human Security SUSTAIN 2012.
- Latif, S., Hamzah, B., & Ihsan. 2016. Pengaliran Udara untuk Kenyamanan Termal Ruang Kelas dengan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamics. *Sinektika*, 14 (2): 209-216
- Lippsmeier, G. 1994. *Tropenbau Building in the Tropics: Bangunan Tropis*. (Penerjemah, S. Nasution ed. ke-2). Penerbit Erlangga: Jakarta.
- LPMB-PU, Y. 1993. *Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi energi pada Bangunan Gedung (SK SNI T-14-1993-03)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penelitian Masalah Bangunan
- Mulyadi, R., Yoon, G., & Okumiya, M. 2010. *Performance of Double-Glassed Façade in Reducing Heat Load: A Study on Simulated Building Based on Indonesia Condition*.
- Mulyadi, R., Yoon, G., & Okumiya, M. 2012. Study on Solar Heat Gain and Thermal Transmittance of East- And West-Facing Double-Skin Facade in Hot and Humid Climate. *AIJ Journal Of Technology*, 18 (40): 989-994
- Ong, K.S. 2011. Temperature reduction in attic and ceiling via insulation of several passive roof designs. *Energy Conversion and Management*, 52 (6): 2405-2411
- Phiraphat, S., Prommas, R., & Puangsombut, W. 2017. Experimental study of natural convection in PV roof solar collector. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 89: 31-38
- Prasojo, A., Sulisty, J., & Listyanto, T. *Konduktivitas Panas Empat Jenis Kayu Dalam Kondisi Kadar Air Yang Berbeda*.
- Prianto, E. 2007. Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk Kepedulian Global Warming. *Jurnal Pembangunan Kota Semarang RIPTEK*, 1 (1): 1-10
- Rahim, R. 2004. Analisa luminansi langit dengan metode rasio awan. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 28 (2)
- Rahim, R., & Mulyadi, R. 2004. Classification of Daylight and Radiation Data Into Three Sky Conditions by Cloud Ratio and Sunshine Duration. *Energy and Buildings*, 36 (7): 660-666

- Ratanachotinun, J., Kasayapanand, N., Hirunlabh, J., Visitsak, S., Teekasap, S., & Khedari, J. 2015. Technical and economical assessment of energy-saving roof and wall construction in Thailand. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*: 1-11
- Roslan, Q., Ibrahim, S.H., Affandi, R., Nawi, M.N.M., & Baharun, A. 2015. A literature review on the improvement strategies of passive design for the roofing system of the modern house in a hot and humid climate region. *Frontiers of Architectural Research*
- Selparia, E., Ginting, M., & Syech, R. 2015. Pembuatan Dan Pengujian Alat Untuk Menentukan Konduktivitas Plat Seng, Multiroof Dan Asbes. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2 (1): 191-197
- Soegijanto. 1999. Bangunan di Indonesia dengan iklim tropis lembab ditinjau dari aspek fisika bangunan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sugini, S. 2004. Pemaknaan Istilah-Istilah Kualitas Kenyamanan Thermal Ruang Dalam Kaitan Dengan Variabel Iklim Ruang. *Jurnal Logika*, 1 (2)
- Susanti, L., Homma, H., Matsumoto, H., Suzuki, Y., & Shimizu, M. 2008. A laboratory experiment on natural ventilation through a roof cavity for reduction of solar heat gain. *Energy and Buildings*, 40 (12): 2196-2206
- Talarosha, B. 2005. Menciptakan Kenyamanan Thermal dalam Bangunan. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6 (3): 148-158
- Tan, A.Y.K., & Wong, N.H. 2014. Influences of ambient air speed and internal heat load on the performance of solar chimney in the tropics. *solar energy*, 102: 116-125
- Tantasavasdi, C., Srebric, J., & Chen, Q. 2001. Natural ventilation design for houses in Thailand. *Energy and Buildings*, 33 (8): 815-824
- Tinker, J., Ibrahim, S., & Ghisi, E. 2004. An evaluation of thermal comfort in typical modern low-income housing in Malaysia. *Proceedings of the Buildings IX: Thermal Performance of Exterior Envelopes of Whole Buildings*, ASHRAE
- Wuryanti, S., & Iriani, P. 2018. Investigasi Experimental Konduktivitas Panas pada Berbagai Logam. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 2 (1)
- Zhou, J., & Chen, Y. 2010. A review on applying ventilated double-skin facade to buildings in hot-summer and cold-winter zone in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (4): 1321-1328