
ANALISA TERMAL DI DESA TIENG WONOSOBO

Rizal

Program Studi Arsitektur, Universitas Sains Al-Qur'an

ABSTRAK

Kenyamanan Termal mempunyai empat variable iklim yang berpengaruh yaitu suhu udara, suhu radiasi matahari rata-rata, kelembaban udara dan angin. Dari keempat variable tersebut, suhu udara merupakan variabel yang banyak diteliti secara khusus. Jenis rumah di daerah pegunungan dilihat dari material dindingnya terdiri dari beberapa material diantaranya adalah dinding batu. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang melihat seberapa besar perubahan suhu udara ruang luar dengan suhu udara ruang dalam untuk jenis rumah tinggal berdinding batu. Obyek penelitian dilakukan pada 5 rumah tinggal di daerah pegunungan. Alat pengukur suhu udara dan kelembaban udara diletakkan pada ruang luar (teras depan) serta pada ruang dalam (ruang tamu, ruang keluarga, dapur, kamar tidur, kamar mandi, musholla, toko, ruang makan, dan gudang). Penelitian dilakukan selama 1 hari penuh mulai pukul 07.00 WIB sampai pukul 18.00 WIB. Hasil penelitian didapat bahwa sebagian besar ruang dalam (lebih dari 75% ruang yang diteliti) mempunyai suhu udara yang lebih rendah dibandingkan ruang luar. Hanya sebagian kecil ruang saja yang mempunyai suhu udara yang lebih tinggi dibandingkan ruang luar.

Kata Kunci : Kenyamanan Termal, Perubahan Suhu Udara, Rumah Tinggal Batu

ABSTRACT

Thermal Comfort has four influential climatic variables, namely air temperature, average solar radiation temperature, humidity and wind. Of the four variables, air temperature is a variable that is specifically studied. Types of houses in mountainous areas can be seen from the wall material which consists of several materials, including stone walls. This research is a quantitative study that looks at how much changes in outdoor air temperature with indoor air temperature for stone-walled house types. The object of research was carried out at 5 houses in mountainous areas. Measuring temperature and humidity are placed in the outer space (front porch) as well as in the interior (living room, family room, kitchen, bedroom, bathroom, prayer room, shop, dining room, and warehouse). The research was conducted for 1 full day from 07.00 WIB to 18.00 WIB. The results showed that most of the indoor space (more than 75% of the space studied) had a lower air temperature than the outer space. Only a small portion of the room has a higher temperature than the outdoor space.

Keywords : *Thermal Comfort, Changes in Air Temperature, Stone Residential Houses*

1. PENDAHULUAN

Ruang merupakan elemen bangunan yang dijadikan tempat aktivitas manusia sehingga diperlukan pemenuhan kenyamanan agar ruang tersebut dapat menjadi tempat aktivitas yang nyaman. Kenyamanan ada beberapa diantaranya kenyamanan termal, kenyamanan visual dan beberapa kenyamanan lainnya. Penelitian ini akan difokuskan pada kenyamanan termal terutama pengecekan variabel temperatur udara dan kelembaban udara. Banyak penelitian yang telah menemukan suhu nyaman untuk penghuni bangunan baik bangunan perkantoran, sekolah maupun rumah tinggal.

Penelitian penemuan suhu nyaman untuk penghuni bangunan perkantoran di Jakarta telah ditemukan sebesar 27.5°C Ta (25.4°C - 29.0°C) (Karyono, 2000), sedangkan suhu nyaman untuk penghuni bangunan sekolah di Bandung sebesar 24.7°C (23.0°C - 26.5°C) Ta (Karyono, 2008). Sebelumnya juga beberapa peneliti telah melakukan penelitian di Indonesia seperti Mom & Weisborn yang menemukan bahwa suhu nyaman untuk orang Indonesia sebesar 24.0°C . Standar kenyamanan termal berhubungan dengan aspek yang mendukungnya beserta dengan model prediksinya (Hermawan et al, 2014; 2020b; 2018a; 2017; 2020a). Aspek dalam bangunan yang mempengaruhi kenyamanan termal diantaranya adalah material karena material merupakan faktor utama dari pembentukan selubung bangunan (Hermawan et al 2018b; 2019, 2014b). Pemilihan material dalam pembangunan rumah pasti dipengaruhi oleh ketersediaan pada lingkungannya (Hermawan et al, 2015: 2018c)

Atas dasar penelitian terhadap suhu nyaman yang telah dilakukan oleh beberapa ahli, penelitian ini mencoba melihat suhu udara dan kelembaban udara masing-masing ruang pada lima buah rumah tinggal berdinding batu. Beberapa penelitian menyebutkan rumah berdinding batu termasuk ke dalam rumah tradisional yang mempunyai banyak keunggulan dalam pencapaian kenyamanan termal. Penelitian mencoba melihat pada rumah tinggal berdinding batu di daerah pegunungan yang kecenderungan mempunyai suhu rendah yaitu Desa Tieng, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo, *Central Java* Indonesia.

Tujuan penelitian adalah menganalisis kenyamanan termal rumah tinggal berdinding batu di daerah pegunungan dengan melihat suhu udara dan kelembaban masing-masing ruang serta dianalisis berdasarkan suhu nyaman penghuni.

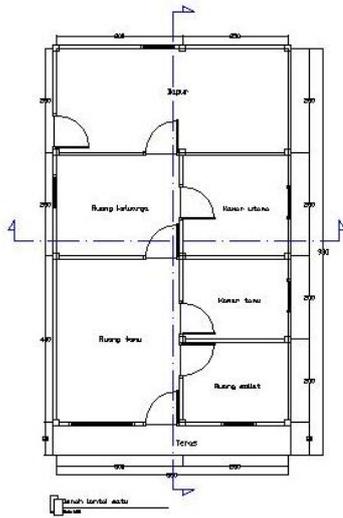
2. METODE

Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran suhu udara dan kelembaban udara dengan menggunakan alat pengukuran termal digital. Pengukuran dilakukan selama 1 hari mulai jam 07.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB. Data pengukuran diambil setiap 1 jam sekali untuk masing-masing ruang. Setelah data pengukuran didapat, dilakukan analisis data terhadap data pengukuran kelembaban masing-masing ruang dalam dan dikaitkan dengan ruang luar serta dibandingkan antara rumah satu dengan rumah lainnya.

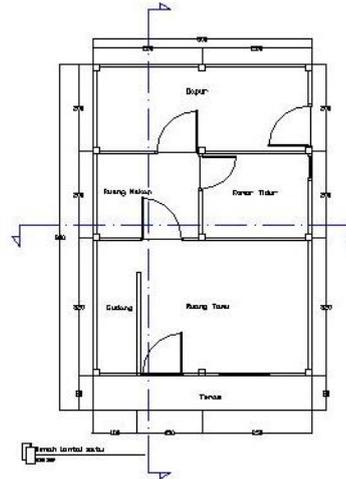
Ruang luar yang diambil datanya adalah ruang luar dari depan rumah (teras depan). Dari data yang didapat, akan diambil kesimpulan besaran ruang yang memenuhi kriteria suhu nyaman penghuni (dapat memenuhi kenyamanan termal penghuni) serta akan didapat rumah tinggal berdinding batu yang mana yang dapat memenuhi kenyamanan termal penghuni.

3. ANALISIS DAN HASIL

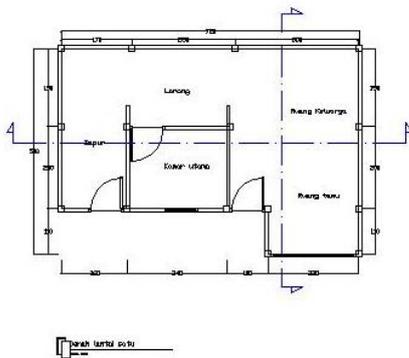
Dari hasil pengukuran diperoleh data tentang kondisi fisik bangunan dan data suhu udara serta kelembaban udara yang ditampilkan dalam grafik. Ruang yang ada pada masing-masing rumah hampir mirip satu sama lain yang meliputi ruang keluarga, dapur, kamar tidur, kamar mandi dan gudang, namun ada rumah tinggal yang tidak mempunyai kamar mandi, ada pula ruang kamar tidur yang tidak diperkenankan untuk di teliti, sehingga dalam penelitian ini ada beberapa ruang yang tidak diikutkan dalam analisis perbandingan terhadap rumah lainnya



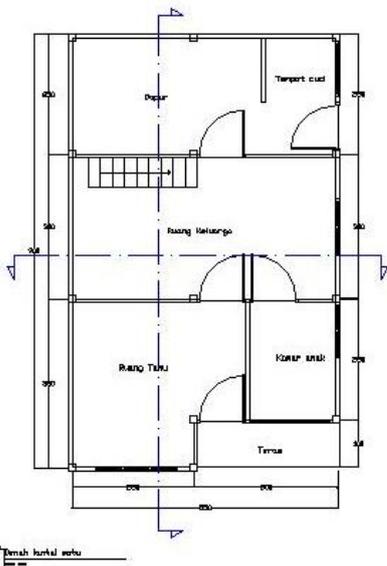
Gambar 1. Denah Rumah Tinggal Sampel (1)



Gambar 4. Denah Rumah Tinggal Sampel (4)

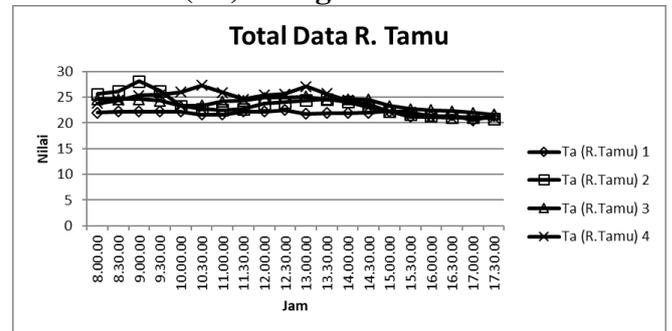


Gambar 2. Denah Rumah Tinggal Sampel (2)



Gambar 3. Denah Rumah Tinggal Sampel (3)

Suhu udara (Ta) ruang tamu

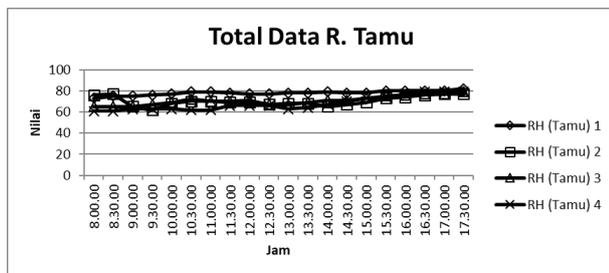


Gambar 6. Grafik Ta ruang tamu semua rumah sampel

Pada pengukuran suhu udara ruang tamu, diperoleh data minimum yaitu 21,3 °C yang terjadi di rumah tinggal 3 pukul 07:00 WIB. Karena pada rumah ini terdapat sedikit perabot, juga menggunakan lantai plester tanpa menggunakan karpet. Sehingga suhu udara menjadi lebih dingin.

Kemudian Suhu maksimum mencapai 29,0 °C yang terjadi pada rumah tinggal 4 pukul 13:00 WIB. Karena pada ruang ini tidak mempunyai plafond, namun hanya sebagian saja, sehingga ketika cuaca sedang cerah, maka suhu udara di dalamnya akan meningkat lebih tinggi daripada yang lain. Sedangkan rata-rata ketinggian suhu udara yaitu mencapai 26,4 °C.

Kelembaban udara (RH) ruang tamu

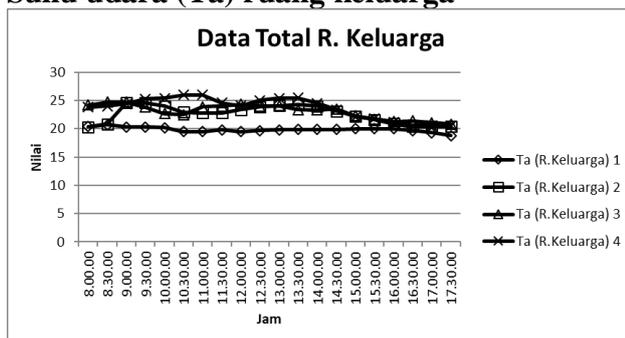


Gambar 7. Grafik RH ruang tamu semua rumah sampel

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kelembaban minimum terjadi pada rumah tinggal 4, pada pukul 07:00 WIB, yaitu mencapai 69,6 %. Karena pada ruang ini menggunakan lantai tanah sehingga terdapat beberapa celah pada bagian bawah yang tentunya mengakibatkan masuknya angin dari luar. Sehingga suhu, sirkulasi dan kelembaban udara menjadi lebih teratur.

Selain itu juga arah hadap bangunan yang menghadap ke Timur, menjadikan sinar matahari lebih mudah untuk masuk ke dalam. Kemudian kelembaban udara tertinggi yaitu terjadi pada rumah tinggal 2, mencapai 77,8 % pada pukul 16:00 WIB. Karena pada ruang tersebut mempunyai banyak perabot pada waktu dilakukan penelitian, suhu udara mendung.

Suhu udara (Ta) ruang keluarga



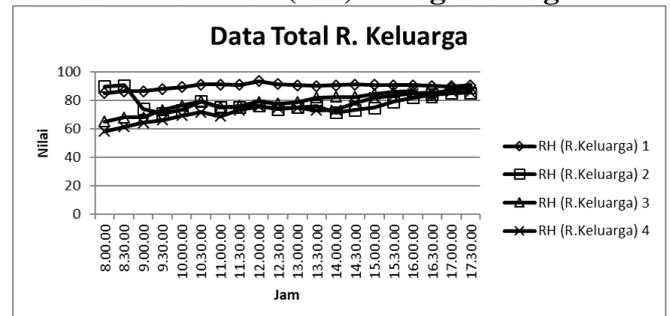
Gambar 8. Grafik Ta ruang keluarga semua rumah

Suhu udara yang diperoleh dari hasil pengukuran *thermal*, menunjukkan bahwa data minimum mencapai 21,3 °C yang terjadi pada rumah tinggal 2 pada jam 09:00 WIB. Karena pada ruang ini jarang ada aktivitas pada jam tersebut dan ruang ini berada di bagian tengah serta mempunyai sedikit bukaan seperti jendela.

Kemudian suhu udara maksimum terjadi di rumah tinggal 4 yaitu sebesar 28,5 °C. Hal ini disebabkan karena pada ruang ini tidak mempunyai bukaan langsung ke luar dan atap

bangunan lebih rendah serta menggunakan lantai batu (papan) dengan dilapisi karpet. Sedangkan rata-rata ketinggian suhu udara mencapai 26,6 °C.

Kelembaban udara (RH) ruang keluarga

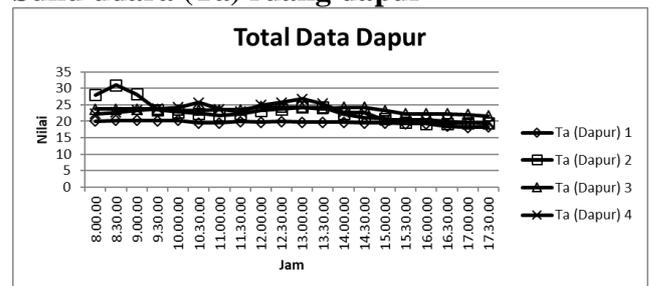


Gambar 9. Grafik RH ruang keluarga semua rumah

Dari hasil pengukuran, diperoleh data kelembaban udara minimum yang mencapai 67,0 % pada rumah tinggal 4 pukul 14:00 WIB. Karena dinding pada ruang ini masih memiliki sedikit celah untuk masuknya angin dari luar.

Sedangkan kelembaban udara maksimum terjadi pada rumah tinggal 2 yaitu sebesar 70,5 %. Karena ruang ini berada di bagian tengah dan mempunyai sedikit bukaan seperti jendela batu maupun kaca. Dan rata-rata kelembaban udara semua rumah yaitu 73,8 %.

Suhu udara (Ta) ruang dapur

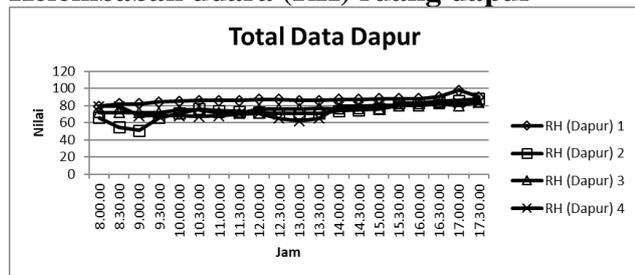


Gambar 10. Grafik Ta ruang dapur semua rumah sampel

Suhu udara ruang dapur yaitu mencapai minimum 22,2 °C dan terjadi pada rumah tinggal 2 pukul 09:00 WIB. Karena orientasi pada rumah tinggal ini menghadap ke utara dan berada dekat dengan jalan raya. Sehingga sirkulasi atau pergerakan udara lebih lancar.

Sedangkan suhu maksimal terjadi pada rumah tinggal 4 yaitu mencapai 29,2 °C pukul 13:00 WIB. Hal ini disebabkan karena orientasi rumah yang menghadap ke utara dan dalam kondisi cuaca yang cerah. Dan rata-rata ketinggian suhu udara yaitu mencapai 26,2 °C.

Kelembaban udara (RH) ruang dapur

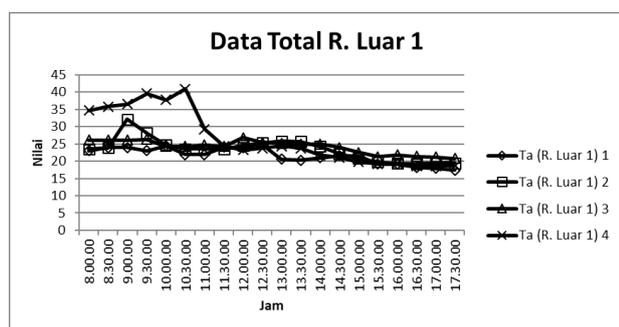


Gambar 11. Grafik RH ruang dapur semua rumah sampel

Kelembaban pada setiap rumah berbeda, namun data minimum terjadi di rumah tinggal 4 yaitu 66 % pukul 14:00 WIB. Karena pada rumah tinggal ini terletak di sebelah timur pedesaan dan letaknya lebih tinggi dari yang lain, sehingga memiliki pergerakan udara yang lebih baik dan lantainya masih berupa tanah.

Sedangkan maksimum mencapai 71,4 % pada rumah tinggal 2 pukul 13:00 WIB. Hal ini juga disebabkan karena ketinggian rumah ini lebih tinggi dari yang lain, kondisi cuaca yang cerah serta pada hari itu ruangan ini sedikit sekali untuk beraktifitas. Sehingga ruang dapur rumah ini menjadi lembab. Kemudian rata-rata kelembaban suhu udara mencapai 68,6 % pada semua rumah tinggal dari pagi hingga sore hari.

Suhu udara (Ta) ruang luar



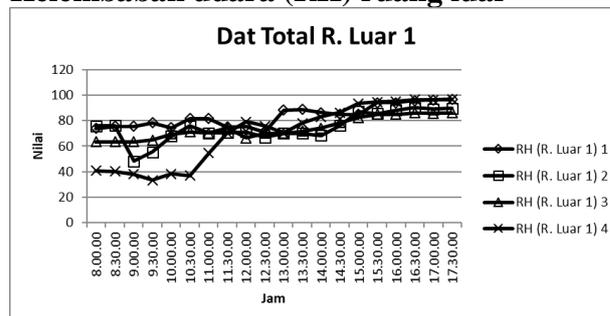
Gambar 12. Grafik Ta ruang luar semua rumah sampel

Data suhu udara minimum pada teras depan yaitu 22,4°C pada rumah tinggal 1 pukul 10:00 WIB. Karena ruang ini berada pada bagian timur bangunan, dimana orientasi bangunan menghadap ke timur namun kondisi saat itu mendung.

Sedangkan suhu maksimum terjadi pada rumah tinggal 2 yaitu mencapai 29,9 °C pukul

13:00 WIB. Karena pada jam tersebut suhu udara dan cuaca yang terjadi lebih cerah. Sehingga suhu udara akan meningkat. Kemudian rata-rata suhu udara dari semua teras depan yaitu 27,3 °C.

Kelembaban udara (RH) ruang luar

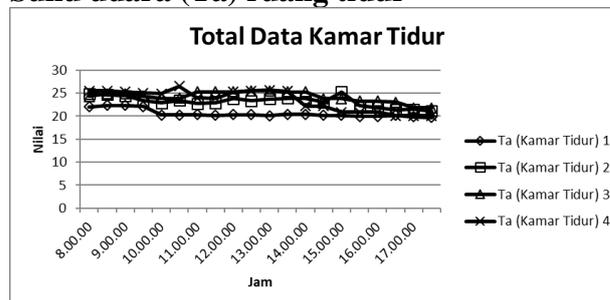


Gambar 13. Grafik RH ruang luar semua rumah sampel

Kelembaban udara pada teras depan, data minimum terjadi di rumah tinggal 2 pukul 10:00 WIB yaitu 49,3 %. Karena pada jam tersebut, sirkulasi udara dan cahaya matahari pada ruang ini lebih lancar. Sehingga tidak menimbulkan kelembaban yang tinggi.

Sedangkan data maksimum mencapai 79,2 % pada rumah tinggal 1 pukul 09:00 WIB. Karena pada ruang ini terdapat banyak barang-barang hasil pertanian (sayuran, ubi, batu, dll) serta kondisi cuaca yang mendung. Dan rata-rata kelembabannya yaitu mencapai 66,9 %.

Suhu udara (Ta) ruang tidur

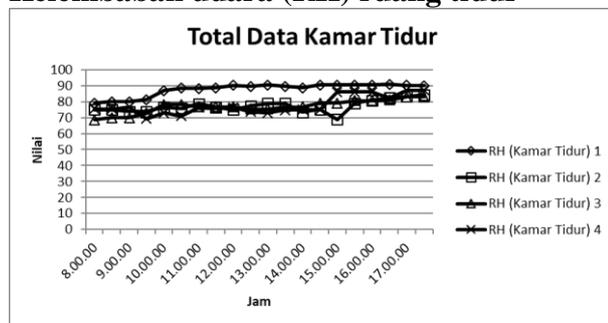


Gambar 14. Grafik Ta ruang tidur semua rumah sampel

Dari total data yang diperoleh, ditemukan suhu udara minimum pada rumah tinggal 2, yaitu mencapai 22,1 °C pukul 07:00 WIB. Karena ruang masih tertutup rapat (jendelanya belum dibuka, dikarenakan penghuninya masih tidur). Sehingga sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan.

Suhu maksimum juga terjadi pada rumah tinggal 2, yaitu mencapai 28,9 °C pukul 15:00 WIB. Karena pada jam tersebut, ruang ini digunakan untuk aktifitas yang padat (ruang Playstation). Sehingga suhu udara pada ruang ini meningkat. Sedangkan rata-rata suhu udara yang terjadi pada semua rumah tinggal yaitu mencapai 26,5 °C.

Kelembaban udara (RH) ruang tidur

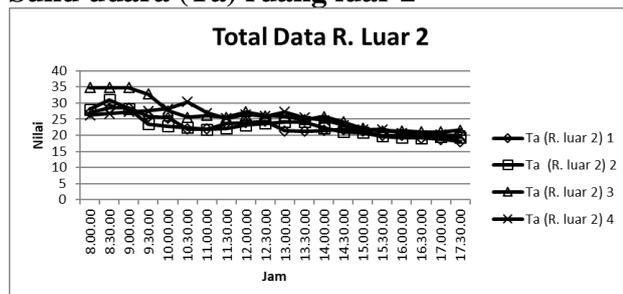


Gambar 15. Grafik RH ruang tidur semua rumah sampel

Dari grafik di atas, dapat dilihat bahwa kelembaban minimum terjadi pada rumah tinggal 2 yaitu mencapai 66,0 % pukul 10:00 WIB. Karena pada ruang ini belum digunakan untuk beraktifitas dan berada pada bagian barat dalam bangunan. Sehingga kelembaban udara menjadi lebih ringan.

Kemudian kelembaban maksimum mencapai 73,0 % yang terjadi pada rumah tinggal 5 pukul 12:00 WIB. Karena ruangan ini berada di bagian Barat sedangkan orientasi bangunan menghadap ke Timur serta minimnya bukaan keluar seperti jendela maupun ventilasi udara. Sedangkan kelembaban rata-rata dari semua ruang tidur pada rumah tinggal yaitu mencapai 69,8 %.

Suhu udara (Ta) ruang luar 2



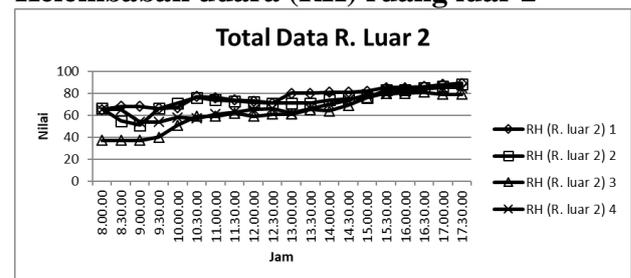
Gambar 16. Grafik Ta ruang makan semua rumah sampel

Pada ruang makan, dilakukan pengukuran suhu udara yang menghasilkan data minimum hingga 22,2 °C pada rumah tinggal 2 pukul

09:00 WIB. Karena pada ruang ini tidak memiliki bukaan ke luar seperti jendela maupun ventilasi udara dan berada di bagian utara serta orientasi bangunan menghadap ke selatan.

Sehingga cahaya matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan. Sedangkan data maksimum mencapai 30,3 °C yang terjadi pada rumah tinggal 1 pukul 14:00 WIB. Karena ruang ini terletak di bagian Selatan dan orientasi bangunan menghadap ke Utara serta ruang ini dekat dengan ruang luar. Kemudian rata-rata suhu udaranya yaitu mencapai 27,4 °C dari pagi hingga sore hari.

Kelembaban udara (RH) ruang luar 2

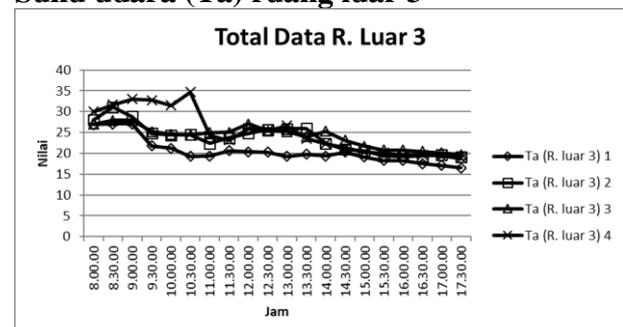


Gambar 17. Grafik RH ruang makan semua rumah sampel

Setelah dilakukan pengukuran pada tingkat kelembaban udara, maka diperoleh data minimum hingga 69 %, yang terjadi pada rumah tinggal 2 pukul 07:00 WIB. Karena pada ruang ini tidak memiliki banyak barang yang disimpan dan juga mempunyai cukup bukaan ke luar. Sehingga kelembaban menjadi ringan.

Kemudian kelembaban udara tertinggi terjadi pada rumah tinggal 3 yaitu mencapai 79,6 % pukul 14:00 WIB. Karena ruang ini tidak mempunyai bukaan seperti jendela dan juga digunakan untuk menyimpan perabot-perabot yang tidak terpakai, sehingga menimbulkan kelembaban yang tinggi. Sedangkan kelembaban rata-rata mencapai 74,8 %.

Suhu udara (Ta) ruang luar 3

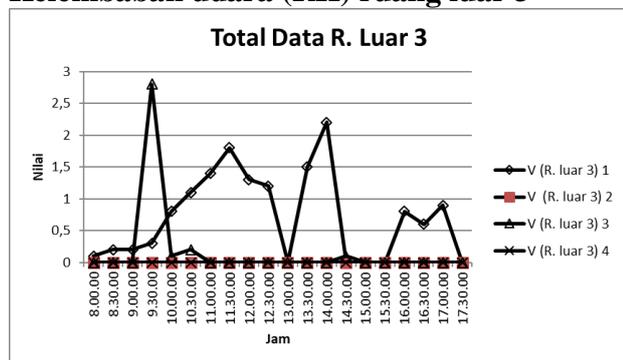


Gambar 18. Grafik Ta gudang semua rumah sampel

Dari ruang gudang yang ada, suhu udara minimum terjadi pada rumah tinggal 3 yaitu mencapai 22,2 °C pukul 07:00 WIB. Karena letak ruang ini berada di sebelah selatan, sedangkan orientasi bangunan menghadap ke Utara. Sehingga sinar matahari pagi tidak dapat masuk ke dalam ruang tersebut.

Kemudian suhu tertinggi terjadi pada rumah tinggal 4, yaitu sebesar 30,8 °C pukul 15:00 WIB. Karena ruang ini berlantai batu yang dilapisi karpet dan atap bangunan lebih rendah. Sehingga ruang ini akan terasa lebih panas. Pada nilai rata-rata suhu udara mencapai 27,0 °C dari pagi hingga sore hari.

Kelembaban udara (RH) ruang luar 3



Gambar 19. Grafik RH gudang semua rumah sampel

Dalam melakukan pengukuran *thermal*, ditemukan kelembaban udara yang minimum mencapai 71,3 % pada rumah tinggal 4 pukul 15:00 WIB. Karena ruang ini mempunyai ventilasi udara sehingga sirkulasi udara menjadi lebih lancar.

Dilihat dari suhu minimum, terdapat 98,27% ruang dalam yang pernah mempunyai suhu udara lebih rendah dibandingkan suhu luar, akan tetapi dilihat dari suhu maksimum terdapat 23,3% ruang dalam yang mempunyai suhu rendah dibanding ruang luar. Apabila dilihat secara keseluruhan maka lebih dari 85% ruang dalam yang mempunyai suhu lebih rendah dibanding dengan suhu ruang luar.

Tabel 1. Rekapitulasi suhu udara terendah dan tertinggi

No	Jam	Ruang	Suhu terendah	Keterangan	Jam	Suhu tertinggi	Keterangan
----	-----	-------	---------------	------------	-----	----------------	------------

1	09:00 WIB	R. Tamu	22.1	Rumah 2	13:00 WIB	30	Rumah 4
2	09:00 WIB	R. Keluarga	21.3	Rumah 2	13:00 WIB	29.5	Rumah 4
3	09:00 WIB	R. Dapur	21.2	Rumah 2	13:00 WIB	29.2	Rumah 4
4	10:00 WIB	R. Luar	22.4	Rumah 1	13:00 WIB	29.9	Rumah 2
5	07:00 WIB	R. Tidur	22.1	Rumah 2	15:00 WIB	29.9	Rumah 2
6	09:00 WIB	R. Luar 2	22.2	Rumah 2	14:00 WIB	28.3	Rumah 1
7	07:00 WIB	R. Luar 3	23.2	Rumah 3	15:00 WIB	29.8	Rumah 4
8	07:00 WIB	R. KM/WC	22.2	Rumah 3	14:00 WIB	28.7	Rumah 3

Tabel 2. Rekapitulasi kelembaban udara terendah dan tertinggi

No	Jam	Ruang	Kelembaban terendah	Keterangan	Jam	Kelembaban tertinggi	Keterangan
1	12:00 WIB	R. Tamu	59.6	Rumah 4	16:00 WIB	77.8	Rumah 2
2	14:00 WIB	R. Keluarga	67	Rumah 4	13:00 WIB	80.5	Rumah 2
3	14:00 WIB	R. Dapur	66	Rumah 4	13:00 WIB	81.4	Rumah 2
4	10:00 WIB	R. Luar	45.3	Rumah 2	09:00 WIB	79.2	Rumah 1
5	10:00 WIB	R. Tidur	66	Rumah 2	12:00 WIB	73	Rumah 5
6	07:00 WIB	R. Luar 2	69	Rumah 2	14:00 WIB	79.6	Rumah 3
7	15:00 WIB	R. Luar 3	71.3	Rumah 4	14:00 WIB	78	Rumah 3
8	07:00 WIB	R. KM/WC	71	Rumah 3	14:00 WIB	79	Rumah 3

4. PENUTUP

Ruang dalam yang mempunyai suhu udara lebih rendah dibanding ruang luar lebih dari 75%. Berdasarkan suhu nyaman Mom & Weisborn serta Karyono, rumah tinggal sampel tidak bisa memenuhi suhu nyaman yang diterima oleh masyarakat Indonesia. Rata-rata suhu rumah tinggal lebih rendah dibanding dengan suhu nyaman yang ditemukan oleh Mom & Weisborn dan Karyono. Hal ini sesuai dengan daerah pegunungan yang memenuhi suhu udara rendah. Penghuni akan mencoba memenuhi kenyamanan termalnya dengan cara membuat perapian.

Suhu yang berbeda-beda pada masing-masing ruang dipengaruhi juga oleh desain bangunan termasuk adanya ruang perantara dan penataan interior (Prianto, 2002). Pengolahan terhadap desain bangunan juga akan membuat bangunan menjadi ramah lingkungan serta hemat energi termasuk pengolahan fasad

bangunan untuk menciptakan kenyamanan termal (Prianto. 2012).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Hermawan, Hadiyanto, Sunaryo and Kholil, Analysis Of Thermal Performance Of Wood And Exposed Stone-Walled Buildings In Mountainous Areas With Building Envelop Variations, *Journal Of Applied Engineering Science (JAES)* 17 (612), 2019, 321 – 332
- Hermawan, Eddy Prianto, Thermal evaluation for exposed stone house with quantitative and qualitative approach in mountainous, Wonosobo, Indonesia, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES)* 99, 2017, 012017-1-10
- Hermawan, Sunaryo, Asyhar Kholil, The analysis of thermal performance of vernacular building envelopes in tropical high lands using Ecotect, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* Vol 423 (2020) 012004
- Hermawan, H., Prianto, E. and Setyowati, E. (2018) “STUDI TIPOLOGI RUMAH VERNAKULAR PANTAI DAN GUNUNG (STUDI KASUS DI KABUPATEN DEMAK DAN KABUPATEN WONOSOBO)”, *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 5(3), pp. 259-266. doi: <https://doi.org/10.32699/ppkm.v5i3.473>
- Hermawan, H., Prianto, E. and Setyowati, E. (2014) “Prediksi Kenyamanan Termal dengan PMV di SMK 1 Wonosobo”, *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 1(1), pp. 13-20. doi: <https://doi.org/10.32699/ppkm.v1i1.229>
- Hermawan, Eddy Prianto, Erni Setyowati, Studi Lapangan Variabel Iklim Rumah Vernakuler, *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 1(2), 2018, 97-105
- HERMAWAN, Hermawan; PRIANTO, Eddy; SETYOWATI, Erni. ANALISA PERBANDINGAN SUHU PERMUKAAN DINDING RUMAH VERNAKULAR PANTAI DAN GUNUNG. *Jurnal Arsitektur ARCADE* 2(3), 2018, 149-154
- Hermawan, H. (2014) “KARAKTERISTIK RUMAH TINGGAL TRADISIONAL DI DAERAH PEGUNUNGAN JAWA TENGAH”, *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 1(3), pp. 212-219. doi: <https://doi.org/10.32699/ppkm.v1i3.267>
- Hermawan, H. and Sanjaya, W. (2015) “PERBANDINGAN RUMAH TINGGAL SETEMPAT DI GUNUNG SLAMET DAN PANTAI GLAGAH”, *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 2(1), pp. 34-46. doi: <https://doi.org/10.32699/ppkm.v2i1.315>
- Hermawan H. and Fikri M. (2020) “PERBANDINGAN TERMAL RUMAH TINGGAL KAYU BERBEDA TIPE ATAP DI DESA RENGGING, JEPARA”, *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(3), pp. 291-298. doi: <https://doi.org/10.32699/ppkm.v7i3.1421>.
- Karyono. T.H.. (2000). Report on thermal comfort and building energy studies in Jakarta-Indonesia. *Building and Environment*. 35. 77-90.
- Karyono. T.H.. (2008). Bandung thermal comfort study: assesing the applicability of an adaptive model in Indonesia. *Architectural Science Review*. volume 51.1. p.60-65.
- Prianto. E.. (2002). Alternatif disain arsitektur daerah tropis lembab dengan pendekatan kenyamanan thermal. *Dimensi Teknik Arsitektur*. vol. 30. no. 1. juli 2002:85 – 94
- Prianto. E.. (2012). Strategi disain fasad rumah tinggal hemat energi. *Riptek*. vol. 6. no.I. hal.: 55 – 65