

MODEL DESAIN BEARING WALL PADA BANGUNAN HUNIAN DI DAERAH DINGIN DALAM UPAYA PEROLEHAN PANAS

Gaguk Sukowiyono¹⁾, Debby Budi Susanti¹⁾

¹⁾ Dosen Program Studi Arsitektur ITN Malang

ABSTRAKSI

Desa Tengger Ngadas yang dihuni oleh Suku Tengger termasuk dalam wilayah Kecamatan Poncokusuma Kabupaten Malang. Posisinya terletak pada pegunungan Tengger tepatnya pada kawasan pegunungan Bromo-Tengger-Semeru berada pada ketinggian antara ±1000-3676 m di atas permukaan laut. Hal ini menggambarkan bahwa kondisi topografinya bergunung dan bertebing curam (kemiringan ±30° hingga 60°) dan berhawa dingin dengan suhu udara rata-rata rendah, kelembaban tinggi, kecepatan angin kencang, curah hujan tinggi, dan minimnya intensitas panas matahari dalam satu hari, membuat keadaan ini sangat berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan termal huniannya.

Ada tiga jenis material dinding yang digunakan pada huniannya, yaitu: papan, papan dengan batu kali/batu bata, dan batu bata. Dari ketiganya dipilih sebagai obyek penelitian yang menggunakan material batu bata dengan bahan atap genteng pres dan lantai dari keramik.

Dalam perolehan data dilakukan melalui kajian pustaka dan observasi lapangan pada hunian dengan dinding batu bata, serta pengukuran kondisi klimatologi yang selanjutnya disimulasikan dan dianalisa secara diskriptif.

Kata Kunci: kondisi lingkungan, kenyamanan termal, material bangunan.

PENDAHULUAN

Rumah sebagai *shelter* (ruang lindung) merupakan tempat untuk melindungi diri dari: kondisi iklim yang berubah-ubah (berteduh), ancaman dan gangguan alam (berlindung), serta respon terhadap gejala-gejala alam sekitarnya, seperti yang dikemukakan Rapoport bahwa semula arsitektur lahir sekedar untuk menciptakan tempat tinggal sebagai wadah perlindungan terhadap pengaruh kondisi iklim dan binatang. Hal ini juga dialami oleh masyarakat Suku Tengger di desa Ngadas yang terletak di dataran tinggi dalam upaya memperoleh panas untuk kenyamanan termal huniannya.

Desa Tengger Ngadas masuk dalam wilayah kecamatan Poncokusuma kabupaten Malang. Terletak pada pegunungan Tengger yang

merupakan sebuah pegunungan besar dan luas yang berpusat pada Gunung Bromo. Luas kawasan pegunungan Tengger ± 40 km arah Utara-Selatan dan ± 25 km arah Timur-Barat dengan ketinggian antara ± 1000 - 3676 m di atas permukaan laut. Permukaan tanahnya bergunung-gunung dan bertebing curam dengan kemiringan antara $\pm 30^\circ$ hingga 60° .

Posisi tersebut menggambarkan bahwa daerah Tengger berhawa dingin, dimana suhu udara rata-rata rendah dengan kelembaban relatif tinggi, kecepatan angin cukup kencang, dan curah hujan rata-rata tinggi. Dalam merespon kondisi tersebut rancangan konstruksi bangunannya dibuat untuk memprotek kondisi lingkungan luar yang dingin, selain itu pemanasan dari peralatan, perabot elektrikal, dan aktivitas dijadikan sebagai pendukung sumber panas (*internal heat gain*) dari dalam bangunan.

Perubahan status ekonomi, sosial dan budaya menjadikan pemenuhan suatu hunian sudah bergeser awalnya melindungi dari gangguan lingkungan (iklim) menjadi rasa keinginan dan pengakuan status. Hal ini juga terjadi pada Suku Tengger Ngadas, dimana masyarakat yang dari sisi ekonomi mengalami peningkatan, berupaya merubah karakter kehidupannya yang diperlihatkan dalam perubahan huniannya.

Bentuk bangunan dengan penggunaan material kekinian kelihatan estetika ("moderen"), namun belum tentu baik dalam merespon kondisi lingkungan setempat. Kesesuaian dan ketepatan dalam penentuan sistem struktur dan konstruksi serta jenis material yang digunakan menentukan keberhasilan pemenuhan tingkat kenyamanan termal bangunan.

PERMASALAHAN

Upaya perolehan panas pada suatu hunian di daerah berhawa dingin guna mendapatkan tingkat kenyamanan termal, dalam penggunaan material dan sistim konstruksi bangunannya (lantai, dinding, dan atap) hendaknya mampu merespon kondisi lingkungan setempat. Kesalahan dalam penggunaan material bangunan dan konstruksinya akan berdampak pada kurang nyamannya kondisi termal bangunan.

TINJAUAN PUSTAKA

Iklim merupakan faktor alam yang turut berperan mempengaruhi kenyamanan termal bangunan sehingga dalam merancang harus mampu merespon kondisi lingkungan setempat dan pemenuhan tingkat kenyamanan penghuninya, maka harus diperhatikan jenis material yang dipakai sebagai bahan bangunannya.

▪ Iklim Tropis Lembab

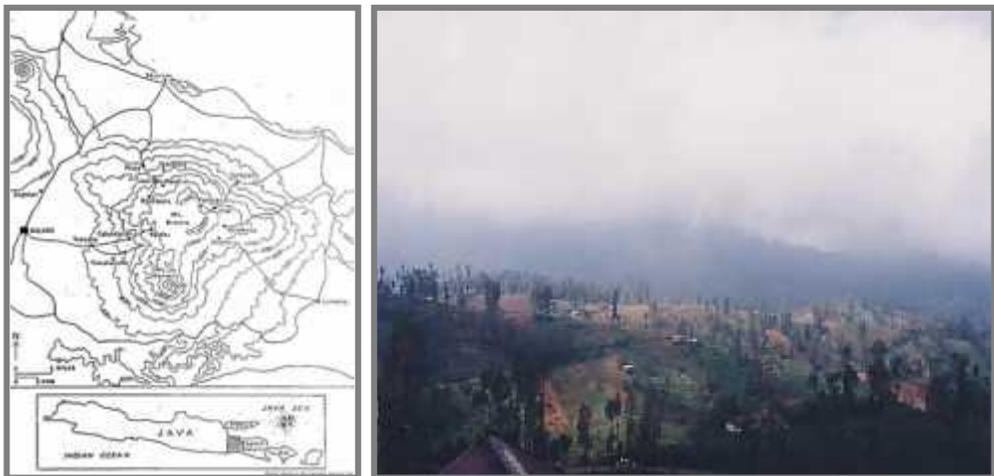
Membentang di sekitar katulistiwa antara 15°LU dan 15°LS . Ditandai dengan panas lingkungan yang berlebihan, suhu udara dan kelembaban rata-rata tinggi. Suhu udara rata-rata pada siang hari berkisar antara 27°C – 32°C , sedangkan pada malam hari suhu udara rata-rata berkisar antara

21°C–27°C dengan kelembaban udara rata-rata 75%. Sedangkan fluktuasi suhu udara pada siang hari dengan malam hari tidak terlalu signifikan. Hal tersebut berlaku juga pada perbedaan suhu udara di luar dan di dalam bangunan sehingga untuk mencapai kenyamanan termal yang diinginkan perlu dilakukan kontrol atau tindakan adaptif dari penghuni.

▪ Permasalahan pada Iklim Tropis Lembab

Suhu udara panas, kelembaban udara tinggi, intensitas radiasi matahari tinggi, dan pergerakan angin lambat, serta curah hujan tinggi menjadikan kondisi iklim tropis lembab sulit untuk diselesaikan secara arsitektural guna mendapatkan kondisi nyaman dalam bangunan (Szokolay, 1981). Sedangkan menurut Evans (1980) karakteristik utama pada iklim tropis lembab antara lain mempunyai fluktuasi suhu udara rata-rata harian dan tahunan relatif kecil dengan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada suhu udara dan kelembaban udara pada dua musim dan dua waktu (siang dengan malam),

Pada daerah berhawa dingin (Desa Tengger Ngadas) yang bersuhu udara rata-rata berkisar 15.1°C–22.3°C dan kelembaban relatif rata-rata mencapai 82.1%–95.1%, dengan kecepatan angin berkisar antara 1.1 m/dt – 2.5 m/dt (Widyaprakorso,1994), curah hujan selama setahun sekitar 1800 mm dengan presentase 20 hari/perbulan, proses evaporasi pada tubuh jarang terjadi, apabila tubuh berkeringat relatif tidak mudah dihapus karena air keringat cepat membeku akibat suhu udara rata-rata rendah dengan kelembaban udara relatif tinggi, dan intensitas radiasi matahari rendah karena mulai tengah hari diselimuti kabut yang makin lama makin menebal.



Gambar 2.
Wilayah dan Kondisi Desa Tengger Ngadas

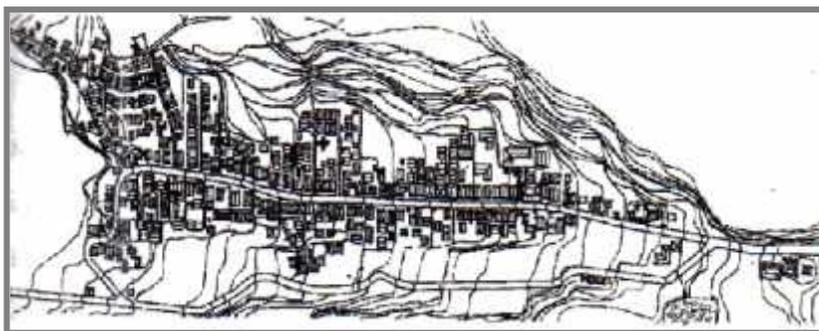


Gambar 1
Kondisi Topografi Desa Ngadas

▪ **Pemanasan Pasip di Wilayah Iklim Tropis Lembab (Daerah Berhawa Dingin)**

Untuk memperoleh kondisi termal pada bangunan di daerah berhawa dingin sistem struktur dan konstruksi bangunan punya peran memproteksi kondisi lingkungan luar. Pemakaian material bangunan yang sesuai adalah yang dapat melepas dan menyerap panas dengan cepat.

Perpindahan panas dari luar ke dalam mengalir melalui sistem struktur dan konstruksi elemen bangunan. Besar kecilnya panas yang masuk sangat ditentukan oleh sifat, jenis, dan karakter material sebagai penghantar panas. Sedangkan jarak massa $d/h < 1$ (jarak intim) secara tidak langsung mampu mempertahankan kondisi panas dalam bangunan. Tata massa yang rapat mampu saling melindungi diri dari aliran angin kencang dan aliran suhu udara dingin.



Gambar 3
Pola Tata Massa Masyarakat Tengger

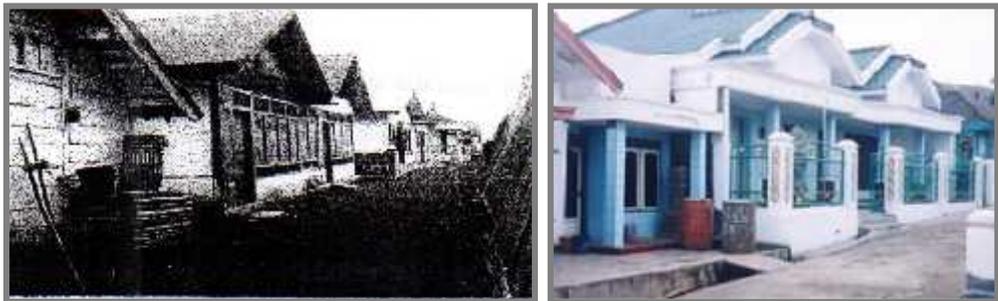
▪ **Kondisi Termal Bangunan**

Kondisi termal bangunan ditentukan oleh kinerja termal bangunan dan kondisi iklim. Kondisi tersebut disebabkan adanya perpindahan panas di

antara keduanya untuk mencapai kondisi yang seimbang (*heat balance*), Kondisi termal dalam bangunan dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Sebagai kontrol agar termal bangunan berada dalam *comfort zone*, maka perlu diketahui elemen bangunan yang berpengaruh, yaitu: (a) *material*, menjadi media perantara antara kondisi luar dan dalam, (b) *Shadding*, mengontrol sinar matahari yang masuk pada bangunan, (c) *Ventilasi*, proses memasukkan udara segar ke dalam bangunan dalam jumlah sesuai kebutuhan

▪ Kinerja Termal Bangunan

Kinerja termal bangunan dipahami sebagai pengontrol termal pada ruang dalam melalui desain dan karakteristik materialnya. Bahan bangunan yang baik adalah yang mampu merespon kondisi lingkungan luar, hal ini tergantung pada konstruksi dari bahan tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja termal bangunan merupakan keberhasilan dari sistem pendinginan dan/atau pemanasan pasip yang dimodifikasi agar dapat memenuhi persyaratan kondisi ruang dalam (Van Straaten, 1980).



Gambar 4.
Contoh Tipe Bangunan 'Lama' dan 'Moderen'

▪ Kelakuan Termal Bangunan

Pemakaian material pada bangunan dapat dilihat pada elemen-elemen bangunan, yaitu selubung bangunan (dinding dan atap) dan interior bangunan (lantai dan partisi). Pematahan laju panas di daerah tropis lembab menurut Santosa (1999) dilakukan dengan prinsip konstruksi yang mempunyai *heat resistance* (R) maksimal, *conductivity value* (C) minimal, dan *heat transmittance* (U-value) minimal. Sedangkan pada wilayah dataran tinggi (pegunungan) adalah kebalikan dari dataran tinggi dimana untuk perolehan termal bangunan, maka dibutuhkan R minimal dengan C dan U-value yang maksimal.

Pada daerah tropis lembab menurut Evans (1980), karakteristik dari material termal pada elemen dinding dan elemen atap harus diperhatikan. Dalam pemilihan material penutup atap untuk di daerah tropis lembab adalah yang memiliki nilai *thermal resistance* (R) besar dan nilai *conductivity*

(C) kecil, sehingga dalam penggunaan material pada atap sebaiknya yang mempunyai *time lag* (tlg) pendek dengan *capacity* rendah, agar dapat mencegah peningkatan panas (*heat gain*) yang menjadi salah satu penyebab ketidak nyamanan pada malam hari. Sedangkan pada daerah berhawa dingin, pemilihan material pada atap sebaiknya yang mempunyai *time lag* panjang dengan *capacity* tinggi, agar peningkatan panas yang terjadi dapat dimanfaatkan untuk mencapai kenyamanan di malam hari.

Pada elemen dinding, material konstruksi yang digunakan sebaiknya bersifat ringan, agar mempercepat pendinginan pada malam hari. Menurut Rosenlund (2000) dalam Noerwasito (2006), kemampuan material melawan panas yang mempengaruhi bangunan, disebut *thermal properties* adalah: (a) *Density*, (b) *Conductivity*, (c) *Absorbtansi thermal*, dan (d) *Specific heat*.

▪ *Batako*

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0349-1989), batako disebut juga dengan *Conblock (concrete block)* atau batu cetak beton. Batako mempunyai sifat panas dan ketebalan total yang lebih baik dari beton padat. Berdasarkan bentuknya, batako sifat penghantar panas yang lebih baik karena mempunyai ruang kosong di dalamnya. Berdasarkan bahan bakunya, batako dibedakan menjadi dua, yaitu: (a) *Batako putih*, dan (b) *Batako semen pc / batako pres*. Batako ini biasanya menggunakan dua lubang atau tiga lubang disisinya untuk diisi oleh adukan pengikat. Penggunaan dinding batako dapat meningkatkan suhu udara di dalam ruang terutama pada sore hingga malam hari. Keberadaan rongga di dalam dinding yang berisi udara menjadikan udara yang telah terkena radiasi panas matahari terjebak tanpa dapat tersalur keluar secara lancar.

Bentuk dan komposisi material dinding memiliki dampak yang berbeda terhadap suhu udara di dalamnya. Keberadaan rongga yang tertutup di dalam dinding batako menjadikan suhu udara di dalam ruangan lebih cepat meningkat dibandingkan dinding solid. Dinding dengan material bata semen yang solid lebih stabil dalam peningkatan suhu yang disebabkan pengaruh radiasi matahari dari ruang luar karena memiliki ketebalan. Hal ini terjadi pada saat menerima kalor maupun ketika melepaskannya. Udara yang dapat menjadi media perambatan dan penyimpanan kalor akan memberikan dampak yang berbeda jika udara tersebut tertutup seperti halnya batako, dengan kata lain perilaku udara sangat berkaitan dengan suhu udara yang ada. Kondisi termal dari material bahan bangunan batako ini adalah:

Tabel 1. Nilai Performance Material Batako

NO	THERMAL PROPERTIES	NILAI
1	U - Value	2.55
2	Admittance	2.81
3	Decrement	0.9
4	Time Lag	2.2

Sumber: Szokolay (1987)

▪ **Batu Bata**

Batu bata memiliki bahan dasar berupa tanah liat (lempung) yang digunakan sebagai salah satu bahan bangunan yang menjadi komponen utama dalam sebuah struktur bangunan, terutama konstruksi dinding. Proses pembuatan batu bata ini dapat dilakukan secara tradisional (manual) atau secara mekanis (pabrikasi). Ada dua jenis batu bata, yaitu : (a) bata ringan, (b) bata berlobang, yaitu bata merah yang jumlah luas penampang lobangnya lebih dari 25% luas penampang batanya.

Tabel 2. Nilai Time Lag untuk batu bata

BAHAN	KETEBALAN (INCI)	NILAI-U	TIME LAG
Bata (umum)	4	0,61	2,5 jam
	8	0,41	5,5 jam
	12	0,31	8,5 jam

Sumber: David Egan 1975

▪ **Bata Ringan**

Batu bata ringan atau yang biasa disebut dengan foamed concrete merupakan bahan yang terbuat dari mortar yang dicampur dengan foam agent dengan melakukan control terhadap campuran foam menjadikan densitas dari bata ringan berada diantara 500-1600 kg/m³. Terdapat dua jenis bata ringan, yaitu: (a) jenis AAC (Autoclaved Aerated Concrete), (b) jenis CLC (Celluler Lightweight Concrete).

Tabel 3. Nilai Time Lag untuk batu bata ringan

NO	SPECIFICATION	VALUE	UNIT
1	Face Size	600 x 200	mm
2	Thickness	75 - 100	mm
3	Dry Density	550	Kg/m ³
4	Wet Density	600	Kg/m ³
5	Compressive Strength	3.5	N/mm ²
6	Time Lag	3 - 4	Hours
7	Thermal Conductivity	0,226	W/m.K

▪ **Kenyamanan Termal**

Kenyamanan termal dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan lingkungan termal (Nugroho, 2006). Pemaknaan berdasarkan pada pendekatan psikologis lebih banyak digunakan oleh para pakar pada bidang termal. ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating Air Conditioning Engineer*) memberikan definisi kenyamanan termal sebagai kondisi pikir yang mengekspresikan tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya yang meliputi fisik, fisiologis dan psikologis, sehingga pemaknaan kenyamanan termal berdasarkan pendekatan psikologis adalah pemaknaan yang paling lengkap

Dalam mencapai kenyamanan pada akhirnya akan dilakukan sendiri oleh manusia yang merujuk pada pembentukan ruang (*spatiol formation*)

yang mempertemukan fisik (lingkungan dan bangunan) dan non-fisik (jenis pakaian, aktivitas, budaya merespon kondisi iklim) seperti yang dikemukakan McIntyre (1980) dan Santosa (1986) yang menggambarkan keterkaitan antara aspek fisik dan aspek sosio-kultural dalam pembentukan kenyamanan termal.

Pada daerah dengan suhu udara dingin aliran panas dijadikan sesuatu yang penting dalam mencapai kenyamanan termal, hal tersebut dapat dilakukan dengan memaksimalkan masuknya aliran panas radiasi matahari. Sistem untuk mengurangi dampak suhu udara dingin di dalam bangunan adalah dengan cara mengalirkan panas ke dalam bangunan yang disebut sebagai sistem pemanasan pasif dan pemanasan aktif.

Kondisi termal di dalam ruangan dilakukan dengan beradaptasi secara optimal terhadap kondisi alam. Seperti yang dikemukakan oleh Givoni (1998) bahwa adaptasi (*heat acclimatization*) fisiologi akan terjadi pada manusia yang menyebabkan orang dapat merasakan nyaman pada kondisi udara yang panas. Adaptasi ini akan membedakan tingkat kenyamanan yang dirasakan seseorang terhadap lingkungannya.

▪ Hubungan Kondisi Hunian Dengan Faktor Sosial Ekonomi

Faktor sosial ekonomi sebagai penentu kondisi fisik sebuah hunian adalah unsur fisik dan teknik, ekonomi dan keuangan, serta interaksi sosial. Kondisi fisik dan teknik hunian terkait dengan luas lantai, kondisi kenyamanan penghawaan dan tercukupinya penyinaran matahari

Arsitektur bukan semata merupakan pembahasan sistem visual bentuk dan ujud dari sisi materialnya, tapi lebih merupakan gubahan sistem ruang dimana kita hidup dan bergerak. Terdapat hubungan langsung yang lebih jauh dari sekedar simbolis bentuk wadah sebagai aktualisasi kemampuan ekonomi manusia dalam memenuhi huniannya, tetapi juga kehidupan sosial dan interaksi sosial yang pada akhirnya akan membentuk pengalaman ruang. Manusia akan eksis tinggal pada suatu tempat dan melakukan hal-hal yang lebih dari sekedar tinggal dalam ruang, tetapi juga membagi bentuk-bentuk spasial dalam dua katagori. Pertama, mengatur manusia dalam ruang agar saling berhubungan, dengan kondisi tertentu yang berkaitan dengan agregasi, separasi, pola pergerakan yang dilakukan manusia dalam berbagai kelompok. Kedua, mengatur ruang melalui elemen-elemen bangunan, batas-batas, jalan, penanda, zona, dan lain-lain, yang secara fisik merupakan pola-pola yang pasti.

TUJUAN DAN MANFAAT

▪ Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan untuk mencari model sistem konstruksi pada dinding bangunan rumah tinggal yang menggunakan material buatan (pabrikasi) yang efektif dan efisien dalam mewujudkan perolehan tingkat

kenyamanan hunian di daerah dingin dengan studi kasus rumah tinggal masyarakat suku Tengger di desa Ngadas.

▪ **Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini dimanfaatkan oleh pihak-pihak sebagai berikut;

- a. Akademisi sebagai pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang ilmu sains arsitektur.
- b. Penelitian lanjut, kerangka analisis yang digunakan di dalam kajian ini dapat dijadikan alternatif untuk penelitian yang sejenis pada rumah tinggal yang berbasis pada sistem struktur dan konstruksi bangunan utamanya dinding.
- c. Masyarakat, hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai acuan dalam membangun hunian dengan penggunaan material pabrikan/konvensional (di luar kayu) sebagai upaya dalam perolehan panas atau perolehan tingkat kenyamanan yang akibat dari adanya perubahan sosial-budaya.
- d. Pemerintah, sebagai pedoman dalam penentuan suatu aturan dan/atau kebijakan penggunaan material dalam perencanaan hunian di daerah dingin.

METODE PENELITIAN

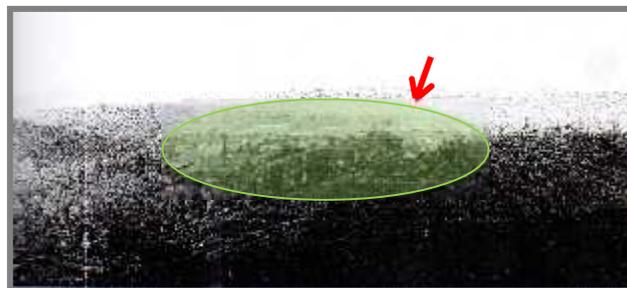
▪ **Pengumpulan Data**

Data diperoleh dari observasi lapangan dan instansi terkait berupa buku/dokumen/catatan suatu hasil penelitian. Untuk mendapatkan data tepat dan mendukung proses analisis (deskriptif), maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data, yaitu : faktor yang berpengaruh, jenis data yang dibutuhkan, sumber yang relevan, cara mendapatkan, dan alat yang digunakan.

▪ **Alat Yang Digunakan**

Untuk mendapatkan data yang tepat, maka digunakan beberapa peralatan pengukuran sebagai berikut: (a) termometer, (b) roll meter, (c) kamera, (d) jam, dan (e) kompas.

▪ **Tempat dan Waktu Pengukuran**



Gambar 5.
Posisi Desa Tengger di Ngadas

Pengukuran lapangan dilakukan pada wilayah masyarakat Tengger di Desa Ngadas Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. Dilakukan secara periodik waktu, yaitu: 06.00, 09.00, 12.00, 15.00, dan 18.00. Pembagian lima tahapan pengukuran berdasar pada aktivitas ringan yang dijalankan, selanjutnya aktivitas berhenti hingga kembali ke waktu awal.

▪ **Obyek Amatan**

Sebagai obyek penelitian adalah bangunan hunian dengan material: dinding batu bata, lantai tegel/keramik, dan atap genteng pres (pabrikasi), serta tampilan bangunan kekiian ('moderen').

▪ **Analisis**

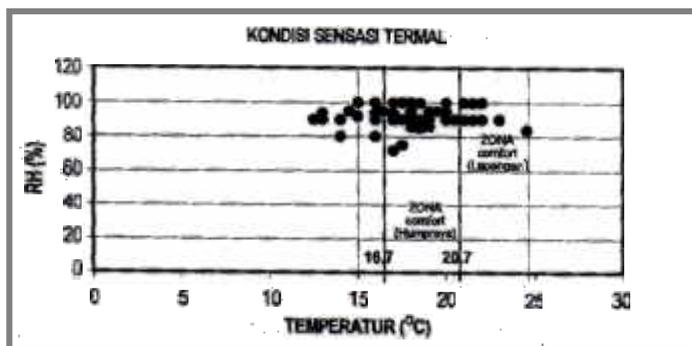
Dilakukan secara diskriptif dengan mengganti material dinding (batu bata) dengan batako, dan bata ringan. Hasil ketiganya akan dibandingkan sebagai material yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Hasil yang dimaksud pada penelitian ini adalah hasil yang diperoleh dari performance materail dengan meihat nilai *U-value*, *addmintance*, dan *time lag*. Sebagai dasar kesimpulan adalah hasil pengukuran lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Posisi obyek penelitian pada daerah pegunungan dengan suhu udara rendah dan kelembaban tinggi, maka tingkat kenyamanan termal yang dirasakan berbeda dibandingkan dengan daerah dataran rendah dan daerah pantai. Begitu pula dengan tipologi bangunannya.

Dengan semakin baiknya tingkat perekonomian masyarakat Tengger Ngadas, berpengaruh terhadap tuntutan gaya hidup utamanya pada hunian. Perubahan tipologi bangunan yang awalnya beorientasi pada kondisi respon hawa dingin, bergeser pada tampilan bangunan dengan menonjolkan model dan bentuk kekinian.

▪ **Sensasi Termal dan Tingkat Kenyamanan**



Gambar 6.
Kondisi Tingkat Sensasi Termal dan Range Kenyamanan

Dari hasil pengamatan dan pengukuran diperoleh hasil rata-rata suhu udara *outdoor temperature* sebesar 19.43°C dan *thermal neutrality* suhu udara dengan range kenyamanan termal antara 16.7°C hingga 20.7°C. Data diambil pada saat masyarakat melakukan aktivitas (ringan) di dalam dan di luar rumah. Dalam pengukuran ini didasarkan pada umur, jenis seks, pakaian yang dikenakan, aktivitas yang dilakukan, dan kondisi lingkungan.

▪ **Kinerja Termal Bangunan**

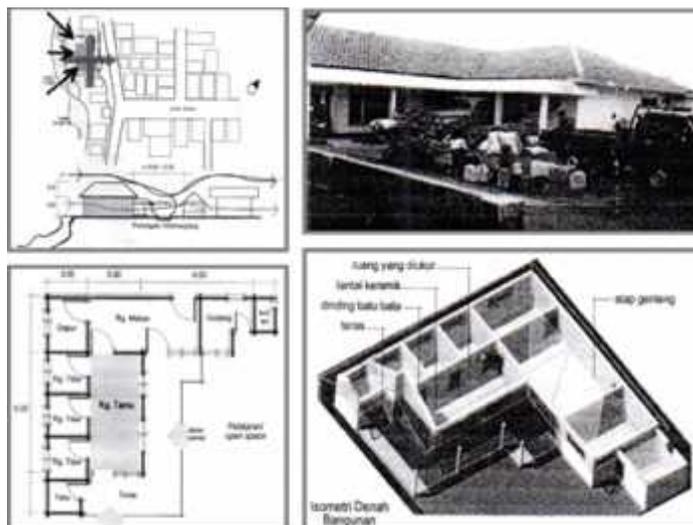
Obyek penelitian berhawa dingin, kondisi panas bangunan diperlukan untuk terbentuknya kenyamanan termal, baik secara fisik (bangunan) maupun non-fisik (sosio-kultural). Sedangkan faktor yang dianggap berpengaruh terhadap terbentuknya kondisi termal, adalah sebagai berikut:

a. *Lingkungan Luar*

Kondisi lingkungan luar yang berhawa dingin, kecepatan angin cukup kencang dan berkabut bahkan panas matahari relatif pendek perputarnya. Kondisi ini menggambarkan bahwa kawasan penelitian kurang optimal dalam perolehan panas matahari kerana pada tengah hari sudah berkabut.

b. *Tata Massa*

Keberadaan obyek penelitian di daerah pegunungan dengan topografi berkontur sehingga luasan topografinya terbatas. Hal ini berakibat pada padatnya tata massa yang ditandai dengan pendeknya jarak antara bangunan. Kepadatan tata massa ini secara tidak langsung membantu mengurangi atau menghambat pelepasan panas.



Gambar 7.
Posisi dan Kondisi Obyek Penelitian

c. *Sistem Konstruksi dan Material*

Di daerah berhawa dingin, sifat material hendaknya yang dapat mempertahankan panas dalam waktu lama. Elemen dinding dengan material batu bata tebal $\pm 0.15\text{m}$ dipleser dua sisi (*U-value* kecil dengan *time lag* panjang), material pintu papan (*U-value* besar dengan *time lag* pendek) dan jendela kaca (*U-value* besar dengan *sgf* kecil). Sedangkan material atap adalah genteng pres (*U-value* kecil dengan *time lag* agak panjang) dan material lantai menggunakan keramik (*specific heat* rendah). Orientasi bangunan pada arah Timur Laut, tapak dibatas batas kontur, tegalan, halaman, dan jalan desa.

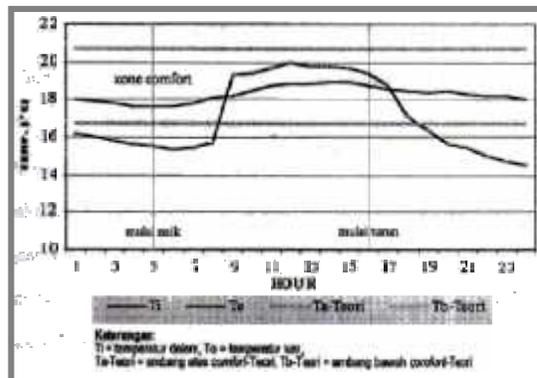
Panas yang diterima bangunan dari luar berasal dari panas matahari. Elemen dinding sisi Tenggara dan Timur Laut tidak dapat menerima panas sepanjang hari karena terbayangi. Pada siang hari panas mengenai sisi Barat Laut karena ada teras yang menjorok akibatnya dinding terbayangi. Sedangkan pada sisi Barat Daya seluruh permukaan dinding terbayangi sepanjang hari. Dari hasil pengukuran bangunan “moderen” ini mengalami periode *underheated* sejumlah - 148.5 W.h. Untuk memperoleh kondisi nyaman, maka diperlukan beban panas dengan jumlah yang sama.

Dengan Bergeraknya matahari (06.00–09.00) mengakibatkan suhu udara luar mengalami kenaikan yang signifikan, sebelumnya sebesar 15.7°C menjadi sebesar 19.3°C dan mencapai puncaknya pada jam 12.00 dengan suhu udara luar 19.9°C , setelah itu menurun secara konstan hingga jam 17.00 sebesar 18.80°C . Pada jam 18.00 terjadi penurunan suhu udara agak rendah hingga mencapai 17.1°C , dan selanjutnya menurun secara konstan hingga tengah malam. Hal ini karena saat itu panas banyak diterima dari matahari (dari jam 07.00 hingga 13.00) dan lingkungan yang longgar (*indirect*), dimana saat itu kondisi lingkungan luar mulai tertutup kabut yang makin lama semakin menebal. Dengan makin menebalnya kabut yang mengandung uap air dengan pergerakan angin lambat, semakin mempercepat turunnya suhu udara luar pada jam 18.00. Sedangkan kondisi lingkungan dalam suhu udara terlihat konstan sepanjang hari dengan kenaikan dan penurunan setiap jamnya berkisar antara 00.1°C hingga 00.3°C . Pada jam 05.00 pagi suhu udara dalam mulai naik bergerak dimulai dari 17.7°C dengan RH (*Relative Humidity*) sebesar 83.9% dan suhu udara luar sebesar 15.4°C . Hal ini terjadi karena ada tambahan panas (*internal heat gain-Qi*) dari perabotan, peralatan elektronik, dan aktivitas, serta panas dari kondisi luar yang mulai menghangat. Suhu udara dalam mencapai puncaknya pada jam 15.00 sebesar 19.0°C dengan RH sebesar 84.9%, dimana saat kondisi luar sebesar 19.8°C . Hal ini terjadi karena suhu udara luar mengalami kenaikan dan

penggunaan material dinding batu bata yang sifatnya menyerap dingin pada malam hari yang dilepas pada siang hari (*U-value* kecil dan *time lag* panjang), serta adanya penambahan panas dari matahari (*solar heat gain-Qs*) yang memanaskan kondisi luar yang masuk melewati elemen dinding dan material pintu-jendela dari sisi depan dan samping kiri. Selanjutnya suhu udara dalam mengalami penurunan secara konstan hingga tengah malam, begitu pula dengan suhu udara luar.

Suhu udara di dalam bangunan secara keseluruhan berada pada daerah nyaman. Hal ini karena pada saat itu kondisi luar berada di bawah dari suhu udara hasil kajian teori dan elemen dinding menggunakan material dari batu bata yang mempunyai *U-value* kecil dan *time lag* panjang, material lantainya dari keramik yang mempunyai nilai *konduktivitas* tinggi dengan *specific heat* rendah, dan material atapnya dari genteng tanah liat yang mempunyai nilai *U-value* besar dan *time lag* pendek, serta aktivitas ringan (memasak) yang dilakukan dari jam 05.00.

Pada saat jam 09.00 kondisi lingkungan di luar (T_o) berada dalam kondisi hangat (19.3°C) dan kondisi suhu udara di dalam (T_i) sebesar 18.2°C dengan RH sebesar 84.1% sehingga dapat dilihat bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara T_i dan T_o , maka kondisi ini berada di daerah nyaman. Hal ini bisa terjadi karena *internal heat gain* dapat dipertahankan oleh sifat material dinding batu bata dan sistem konstruksinya.



Gambar 8.
Grafik T_i dan T_o Pada Bangunan 'Modern'

Suhu udara T_i cenderung lebih tinggi daripada suhu udara T_o pada jam 01.00-08.00 dan jam 18.00-24.00 dengan selisih suhu yang terjadi $\pm 1.31^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada siang hari dari jam 09.00 hingga 17.00 suhu udara T_o lebih tinggi dari pada suhu udara T_i . Dalam kenaikan dan

penurunan suhu udara di luar akan dibarengi pula dengan kenaikan dan penurunan suhu udara di dalam dan hal ini terjadi sepanjang hari.

Dengan melihat hasil pembahasan di atas terkait dengan tingkat kenyamanan termal dari hasil amatan dan pengukuran yang dilakukan pada hunian masyarakat Tengger di Desa Ngadas, dari hunian yang ada dipilih sebagai obyek penelitian adalah hunian ber tipe kekinian ('Moderen') yang dindingnya menggunakan material batu bata, lantainya berbahan keramik, dan atapnya berbahan genteng pres. Dicoba dilakukan simulasi dengan menyandingkan beberapa data material dinding berdasar kualifikasi nilai performance material seperti yang dijelaskan dalam tabel di bawah. Adapun sistem konstruksi dan susunan materialnya dianggap sama dengan sistem konstruksi yang ada pada obyek penelitian, yaitu adanya lapisan plester di dua sisi material dinding batu bata.

Tabel 4. Nilai Performance Material Dinding

NO	MATERIAL	THERMAL PERPORTIES				KETERANGAN
		U-VALUE	TIME LAG	DECREMENT FAKTOR	ADMITTANCE	
1	Batu Bata	1.78	4.63	0,64	3.19	Lama menerima dan melepas panas, karena U-value kecil Time Lag panjang
2	Batako	2.55	2.2	0.90	2.81	cepat menerima dan melepas panas, karena U-value besar Time Lag pendek
3	Bata Ringan	-	3.4	-	-	Lama menerima dan melepas panas, Time Lag panjang

Berdasarkan tabel di atas dapat dilakukan analisis secara diskriptif bahwasanya material batako lebih baik dalam merespon kondisi lingkungan yang berhawa dingin apabila dibandingkan dengan dua material lainnya, yaitu: material batu bata dan bata ringan. Hal ini terjadi karena sistem struktur material dalam pembuatan batako menggunakan material semen pc yang dicampur dengan pasir yang mempunyai ukuran diameter bulatan cukup besar apabila dibandingkan dengan material yang digunakan dalam pembuatan batu bata dan bata ringan. Struktur pasir inilah yang mengakibatkan struktur bahan batako berongga (agak longgar). Hal ini yang menjadikan dinding dari batako mempunyai sifat cepat dalam menerima dan melepas panas karena nilai *U-value* yang besar dan waktu penyimpanan (*time lag*) pendek atau dapat dikatakan bahwa kondisi lingkungan di luar dan kondisi di dalam perbedaan suhu udaranya tidak terlalu signifikan. Kondisi di dalam hunian akan jauh lebih baik apabila material batako yang digunakan adalah materil dengan jenis yang berlubang di tengahnya (berongga udara) seperti

dalam gambar 5.5, jenis ini sangat baik dalam merespon kondisi lingkungan apabila dibandingkan dengan material batako jenis padat, karena lubang di tengah dapat berfungsi sebagai pemutus aliran suhu udara dingin dari lingkungan luar yang akan masuk ke dalam bangunan begitu juga sebaliknya, bahwa suhu udara panas dari dalam bangunan akan dapat dipertahankan cukup lama untuk menghangatkan kondisi di dalam hunian. Sedangkan pada batu bata komposisi material yang digunakan adalah campuran antara tanah liat dengan air yang diolah sedemikian rupa sehingga struktur materialnya sangat rapat, begitu juga dengan bata ringan yang komposisi materialnya dari bahan khusus dan pengolahannya juga khusus sehingga hasilnya adalah bata yang sangat ringan yang mana kekuatannya menyerupai beton dengan kerapatan struktur materialnya yang cukup padat. Hal inilah yang mengakibatkan bahwa ke dua material dinding dari batu bata dan bata ringan kurang bagus digunakan pada daerah yang berhawa dingin untuk perolehan panas. Karena pada saat ruang butuh hangat (kondisi luar yang panas) namun yang terjadi adalah kondisi di lingkungan dalam tambah dingin hal ini karena nilai *U-value* besar dengan waktu penyimpanan (*time lag*) panjang atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa suhu udara yang terjadi perbedaannya sangat signifikan antara kondisi lingkungan di luar dengan kondisi di dalam bangunan.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis deskriptif terhadap hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan terhadap hunian masyarakat Suku Tengger di Desa Ngadas dengan bentuk dan model kekinian ('Moderen'), hasilnya bahwa hunian tidak lagi dapat merespon kondisi lingkungan setempat dengan baik (tidak nyaman), maka dicarilah alternatif dengan penggunaan material pabrikan lainnya yang mampu untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Hasil analisis simulasi *U-value* dan *time lag* dari material bangunan batu bata, batako, dan bata ringan, menunjukkan bahwa batako adalah material yang paling baik dalam merespon suhu udara yang ada. Banyaknya jenis dan model bentuk batako, bentuk dengan lubang ditengah adalah yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- 2002. *Demografi Desa Ngadas*. Pemerintah Desa Ngadas. Kecamatan Poncokusumo. Kabupaten Malang
- 2002. *Potensi Desa Ngadas*. Direktorat Jenderal Pemberdayaan Masyarakat dan Desa Departemen Dalam Negeri. Pemerintah Kabupaten Malang.

- Anonim. 1996. *Studi Pengembangan Kawasan Wisata Desa Ngadas Kabupaten Malang*. Jurusan Arsitektur. ITN Malang.
- Evans, Martin. 1980. *Housing, Climate and Comfort*. The Architectural Press. London.
- Givoni, B. 1998. *Climate Considerations in Building and Urban Design*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Hefner, Nancy J. Smith dan Robert W. Hefner. 1985. *Masyarakat Tengger Dalam Sejarah Nasional Indonesia*. Boston University. Boston
- Lippsmeier, Georg. 1997. *Bangunan Tropis*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Santosa, M. Nastiti, S. dan Sudarmo, E. 1987. *Aspek Kepadatan Dan Bentuk Lingkungan Permukiman pada Penggunaan Energi Alam*. Laboratorium Sains Bangunan. Jurusan Arsitektur. ITS. Surabaya.
- Szokolay, SV. 1981. *Environment Science Handbook*. Construction Press (Longman). London.
- Van Straaten, JF. 1980. *Passive Cooling and Heating Through Building Design*. Dalam seminar *Passive and Low Energy Cooling, Heating and Dehumidification*. University of Miami. Florida.
- Widyaprakoso, Simanhadi. 1994. *Masyarakat Tengger, Latar Belakang Daerah Taman*