

ALANG-ALANG SEBAGAI MATERIAL INSULASI TERMAL

¹Ninieki Pratiwi, ²Baharuddin Hamzah, ³Rosady Mulyadi

¹Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

²Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

³Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

email: pratiwi_ninieki@yahoo.com

Abstrak

Alang-alang dipercaya dapat menjadi insulasi termal yang baik namun sayangnya saat ini mulai ditinggalkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui daya insulasi termal alang-alang dalam berbagai kondisi cuaca jika dibandingkan dengan tanpa insulasi dan mendapatkan posisi yang baik antara alang-alang dan bahan lain sebagai material insulasi termal. Penelitian dilakukan di kampus teknik Universitas Hasanuddin Gowa dengan menggunakan thermal chamber yang diukur dengan menggunakan alat sensor TMP36 untuk mengukur temperatur permukaan dinding dan sensor DHT11 untuk mengukur temperatur dan kelembaban di dalam ruangan. Terdapat 2 model thermal chamber. Satunya berisi alang-alang yang dikeringkan sebagai insulasi dengan 4 tipe dinding sementara lainnya tidak menggunakan insulasi. Data yang didapatkan diolah menjadi grafik dan dilakukan uji T dan F untuk melihat perbedaannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alang-alang dapat menjadi insulasi termal dibandingkan tanpa insulasi. Daya insulasi termal dengan melihat selisih temperatur permukaan dinding luar-dalam ketika hari terpanas/ hottest day yakni, dinding timur 4,9°C, dinding selatan 2,9°C, dinding barat 2,5°C dan terakhir dinding utara 2,3°C. Sementara tanpa insulasi alang-alang yakni, dinding selatan 1,77°C, dinding timur 1,37°C, dinding barat 0,79°C dan terakhir dinding utara -0,03°C. Untuk hari hujan/ coldest day, dinding timur 1,07°C, dinding utara 0,57°C, dinding selatan 0,39°C dan terakhir dinding barat -0,26°C. Sementara tanpa insulasi dinding timur 0,19°C, dinding selatan -0,62°C, dinding utara -0,97°C dan terakhir dinding barat -1,15°C. Untuk posisi yang baik yang paling menyerap panas ketika hari terpanas/ hottest day yakni dinding timur, dinding selatan, dinding barat dan terakhir dinding utara. Ketika hari hujan/ coldest day dinding yang paling menyerap panas dinding timur, dinding utara, dinding selatan dan terakhir dinding barat.

Kata Kunci: Alang-alang, material insulasi, *thermal chamber*

Pendahuluan

Menurut *United Nation Environment Programme* dalam Asdrubali et al (2015), menyatakan bahwa estimasi bangunan mengkonsumsi sekitar 40% dari energi dunia, 25% air, 40% sumber daya global, bangunan juga bertanggung jawab terhadap 1/3 emisi gas dari efek *greenhouse* dalam hal ini konsumsi bangunan untuk pendinginan dan pencahayaan. Intelektual, performansi persepsual manusia secara umum akan mencapai kondisi terbaik bila manusia itu ada dalam kondisi nyaman termal (Fanger, 1982 dalam

Sugini, 2014). Nyaman termal selain memegang peran dalam penciptaan kondisi ruang yang nyaman bagi aktivitas, juga akan berdampak pada kesehatan penghuni bangunan. Apabila suhu *core* badan melebihi 37°C akan mengakibatkan *stroke*, kelelahan panas dan akhirnya mengantar pada kematian (Bell & Greene 1982 dalam Sugini, 2014).

Melihat dua hal tersebut, yakni pentingnya menjaga kebutuhan energi agar bangunan tidak menjadi penyumbang emisi gas dan pentingnya menciptakan kenyamanan termal maka diperlukan penggunaan material yang

dapat mengisolasi termal pada kulit bangunan agar dapat menjaga suhu interior bangunan menjadi konsisten dan nyaman. Dalam Hong *et al* (2009), ASHRAE Standard 55 dan ISO Standard 7730 dipergunakan secara luas sebagai standar kenyamanan termal. Kedua standar tersebut berdasarkan model “*heat-balance*” yang digunakan ke dalam faktor lingkungan seperti temperatur, kelembaban, kecepatan udara, faktor personal seperti pakaian dan tingkat aktifitas metabolisme yang dijelaskan oleh *Predicted Mean Vote* (PMV).

Alang-alang merupakan material isolasi termal dan akustik yang baik. Hubungan antara ketahanan dan konstruksi adalah kemampuan paling penting dari kemampuan alang-alang. Kemampuan yang unik dari alang-alang telah diketahui sejak lama oleh seluruh bagian dunia (Lauren, 2000 dalam Almusaed & Almssad, 2015). Kendati demikian di beberapa tempat alang-alang ini sendiri hanya dianggap sebagai gulma dan biasanya dibabat dan dibuang ataupun hanya sebagai pakan ternak. Padahal isolator termal yang baik adalah material yang porous. Rendahnya konduktivitas termal disebabkan oleh rendahnya konduktivitas udara yang terjebak dalam pori-pori (Sudirham, 2015).

Pada penelitian terdahulu alang-alang dan termal propertinya telah diselidiki di Universitas Estonian, awalnya di Laboratorium *Life Science* pada kondisi yang tetap yang mana membuktikan bahwa alang-alang lumayan bagus untuk termal propertinya dan cocok dijadikan sebagai material insulasi (Katja *et al.*, 2013). Kemudian di Indonesia diteliti rumah tradisional *Uma Kbbubu* di Timor Tengah dimana rumah tradisional tersebut menggunakan atap

dari alang-alang. Atap ini mendominasi bentuk dari bangunan dan mampu menahan panas dari dalam ke luar ruangan pada musim hujan serta menahan panas dari luar kedalam bangunan pada musim kemarau (Suwantara & Rini, 2011). Sementara itu pada rumah tradisional *Uma Lengge* di desa Mbawa, Nusa Tenggara Barat menunjukkan dari segi termal statik adalah cukup nyaman untuk ditempati dan sangat responsif terhadap perubahan iklim. Hal ini terlihat dari respon rumah yang dapat menaikkan dengan adanya kenaikan suhu ruangan sebesar 0,1-0,8°C pada saat kondisi suhu luar yang rendah dan menurunkan penurunan suhu ruangan sebesar 0,6-1,8°C pada saat kondisi suhu luar yang tinggi (Suwantara & Dawayanti, 2012). Penelitian yang lain juga menggabungkan *Standard Portland Cement* (CEM) dan bilah yang terbuat dari alang-alang yang diambil dari *Fert Lake Reed Company* digunakan untuk penelitian ini. Papan insulasi menunjukkan hasil yang bagus untuk pengujian konduktivitas termal (Tibor *et al.*, 2012). Dari penelitian yang telah ada mengenai alang-alang, peneliti merasa masih kurangnya penelitian mengenai alang-alang sebagai material insulasi termal yang diolah secara modern terutama di Indonesia. Hal ini membuat peneliti tertarik untuk meneliti hal tersebut dengan tujuan untuk mengetahui daya insulasi termal alang-alang dalam berbagai kondisi cuaca jika dibandingkan dengan tanpa insulasi dan mendapatkan posisi yang baik antara alang-alang dan bahan lain sebagai material insulasi termal.

Metode

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kabupaten Gowa, tepatnya di kampus teknik Universitas Hasanuddin Gowa. Pengukuran pertama adalah pengukuran thermal chamber tanpa menggunakan insulasi alang-alang yang dilakukan pada tanggal 6 Nopember 2016 sampai tanggal 19 Nopember 2016. Sementara pengukuran yang kedua menggunakan insulasi alang-alang yang dilakukan pada tanggal 3 Januari 2017 sampai 10 Januari dan dilanjutkan pada tanggal 20 Januari sampai tanggal 24 Januari 2017.

Sumber Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa hasil pengukuran *thermal chamber* berupa temperatur permukaan dinding luar dan dalam, temperatur udara dan kelembaban dalam ruangan. Selain itu juga didukung dengan data monitoring kampus berupa temperatur udara luar, radiasi matahari dan curah hujan. Data sekunder yakni, data specific heat alang-alang yang didapat dari penelitian sebelumnya dan data konduktivitas kalsiboard yakni 0,25W/mK.

Rancangan Penelitian

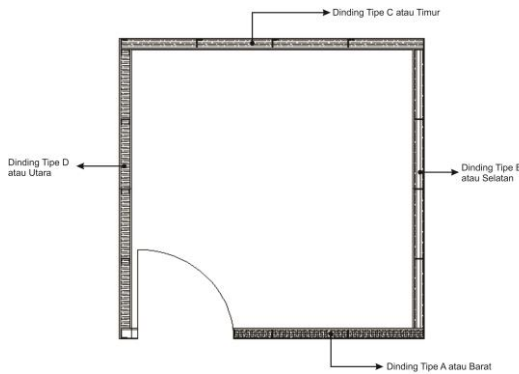
Metode penelitian ini adalah penelitian eksperimen dimana peneliti memanipulasi variabel kemudian mengobservasi pengaruh atau perubahan yang diakibatkan oleh manipulasi yang dilakukan tadi (Sumanto, 2014). Penelitian dilakukan dengan menggunakan *thermal chamber* yang diukur temperatur permukaan dinding luar dan dalam serta temperatur dan kelembaban udara

ruangan untuk mengetahui kemampuan kulit bangunan.



Gambar 1. Thermal Chamber Sumber : penulis, 2016

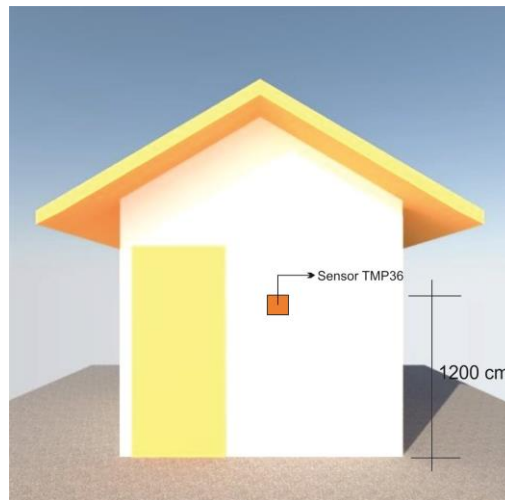
Menurut Schittich (2006) dalam Asih (2012), salah satu tugas dari kulit bangunan adalah untuk mengatur kondisi umum di sekeliling atmosfer luar ruang yang bertujuan untuk memastikan kondisi kenyamanan di dalam ruang. Model *thermal chamber* dapat dilihat pada gambar (1) bisa dibongkar pasang sehingga dilakukan 2 kali perlakuan yakni pertama tanpa insulasi alang dan kedua dengan menggunakan insulasi alang-alang. Dengan insulasi alang-alang sendiri terdapat 4 tipe dinding yang berbeda, yakni tipe dinding A atau barat yakni tipe dinding yang alang-alang diletakkan secara horisontal dan vertikal atau searah dan berlawanan dinding kalsiboard, tipe dinding B atau selatan yakni tipe dinding yang alang-alang diletakkan secara horisontal atau searah dinding kalsiboard dan terdapat void di tengah sebesar 3 cm, tipe dinding C atau timur yakni yang alang-alang diletakkan secara horisontal atau searah dinding kalsiboard dan terdapat void di tengah sebesar 3 cm, dan terakhir tipe dinding D atau utara yakni tipe dinding yang alang-alang diletakkan secara vertikal atau berlawanan dinding kalsiboard. Denah dapat dilihat pada gambar (2). Alang-alang yang dipergunakan adalah jenis rumput dengan nama latin *imperata cylindrica*.



Gambar 2. Denah *thermal chamber* Sumber : penulis, 2016

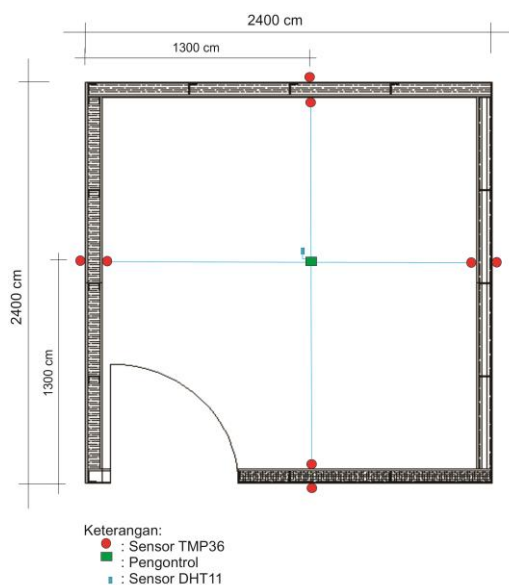
Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data di lapangan dilakukan melalui teknik pengukuran dan perekaman. Teknik pengukuran berupa hasil pembacaan 8 sensor TMP36 yang ditempatkan di setiap sisi dinding ruangan dan 1 sensor DHT11 di dalam ruangan yang akan disimpan ke dalam media penyimpanan sementara (SD Card) yang selanjutnya akan dianalisis. Untuk titik ukur dapat dilihat pada gambar (3).



Gambar 3. Titik pengukuran Sumber : penulis, 2016

Sementara teknik perekaman dilakukan dengan pemotretan, dan pengamatan untuk mendapatkan fisik bangunan. Data kuantitatif temperatur udara diukur menggunakan sensor TMP36 untuk mendapatkan temperatur permukaan dinding luar dan dalam *thermal chamber*, sementara untuk temperatur dan kelembaban ruangan akan menggunakan sensor DHT11, sedangkan data dari nilai berupa temperatur dan kelembaban sekitar kampus Gowa akan diambil dari data yang dimiliki kampus teknik jurusan arsitektur. Dan kemudian data yang didapatkan diolah dalam bentuk grafik dan dilakukan uji T dan uji F untuk mengetahui hipotesis diterima atau tidak. Pengujian hipotesis statistik adalah suatu prosedur yang memungkinkan suatu keputusan dapat dibuat, yaitu keputusan menerima atau menolak hipotesis yang sedang dipersoalkan (Wicaksono, 2006).



Metode Analisis Data

Data perhitungan dari sensor TMP36 dan DHT11 ini diolah menjadi grafik. Hasil pengukuran dari sensor TMP36 ini berupa temperatur permukaan dinding baik luar maupun dalam

thermal chamber yang dibandingkan berdasarkan tipe dinding yang telah direncanakan. Sementara itu, hasil pengukuran dari sensor DHT11 berupa temperatur dan kelembaban di dalam *thermal chamber* dibandingkan dengan data temperatur dan kelembaban sekitar kampus Gowa. Hasil pengukuran tersebut dibandingkan antara 2 tipe *thermal chamber* yang telah dibuat dan dilakukan uji T pada *chamber* yang menggunakan alang-alang dan tanpa menggunakan alang-alang dan uji F untuk mencari perbedaan antara keempat dinding tersebut. Besar daya insulasi antara tanpa alang-alang dan dengan alang-alang yang digunakan adalah nilai selisih dari temperatur permukaan dinding luar dan dinding dalam dari masing-masing hari yang kemudian dilakukan uji T untuk mencari perbedaan hari terpanas atau *hottest day* (8 Nopember 2016 dan 20 Januari 2017), begitu pula pada saat hari hujan atau *coldest day* (14 Nopember 2016 dan 4 Januari 2017). Setelah itu dilakukan uji F atau uji anova. Nilai yang digunakan adalah selisih dari temperatur permukaan dinding luar dan dinding dalam yang menggunakan alang-alang dari hari terpanas atau *hottest day* (20 Januari 2017) dan hujan atau *coldest day* (4 Januari 2017). Baik uji T dan uji F diolah menggunakan Ms.Excel. Sementara itu, nilai *specific heat* dari alang-alang yang telah diuji di negara lain beserta data aktual lapangan dimasukkan ke dalam *software Autodesk Ecotect 2011* yang kemudian dilakukan perbandingan simulasi dinding dari keempat tipe dinding tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Besar Daya Insulasi Termal Alang-Alang Dalam Berbagai Kondisi Cuaca Jika Dibandingkan Dengan Tanpa Insulasi

Besar daya insulasi antara tanpa alang-alang dan dengan alang-alang di hari terpanas atau *hottest day*, yakni: Untuk dinding barat, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *t* hitung sebesar -22,23. Nilai *t* tabel ($\alpha/2=0,025$) dengan derajat bebas (*df*) = 1438 adalah 1,96. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai *t* hitung/*t* Stat (-22,23) yang lebih kecil dari *t* tabel/*t* Critical one-tail (1,96). Dari hasil rata-rata (*mean*) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai 0,79°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai 2,53°C.

Untuk dinding selatan, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *t* hitung sebesar -17,35. Nilai *t* table ($\alpha/2=0,025$) dengan derajat bebas (*df*) = 1438 adalah 1,96. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai *t* hitung/*t* Stat (-17,35) yang lebih kecil dari *t* tabel/*t* Critical one-tail (1,96). Dari hasil rata-rata (*mean*) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai 1,77°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai 2,90°C.

Untuk dinding timur, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *t* hitung sebesar -25,07. Nilai *t* tabel ($\alpha/2=0,025$) dengan derajat bebas (*df*) = 1438

adalah 1,96. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai t hitung/ t Stat(-25,07) yang lebih kecil dari t tabel/ t Critical one-tail (1,96). Dari hasil rata-rata (mean) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai 1,37°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai 4,95°C.

Untuk dinding utara, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai t hitung sebesar -26,70. Nilai t tabel ($\alpha/2=0,025$) dengan derajat bebas (df) = 1438 adalah 1,96. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai t hitung/ t Stat (-26,70) yang lebih kecil dari t tabel/ t Critical one-tail (1,96). Dari hasil rata-rata (mean) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai -0,03°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai 2,39°C. Nilai minus menandakan bahwa permukaan dinding melepaskan panas sehingga temperatur permukaan dinding dalam lebih panas.

Besar daya insulasi antara tanpa alang-alang dan dengan alang-alang di hari hujan atau *coldest day*, yakni: untuk dinding barat, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai t hitung sebesar -19,02. Nilai t tabel ($\alpha/2=0,025$) dengan derajat bebas (df) = 1438 adalah 1,96. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai t hitung/ t Stat (-19,02) yang lebih kecil dari t tabel/ t Critical one-tail

(1,96). Dari hasil rata-rata (mean) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai -1,15°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai -0,26°C. Nilai minus menandakan bahwa permukaan dinding melepaskan panas sehingga temperatur permukaan dinding dalam lebih panas.

Untuk dinding selatan, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai t hitung sebesar -18,80. Nilai t tabel ($\alpha/2=0,025$) dengan derajat bebas (df) = 1438 adalah 1,96. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai t hitung/ t Stat (-18,80) yang lebih kecil dari t tabel/ t Critical one-tail (1,96), $-18,80 < -1,96$. Dari hasil rata-rata (mean) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai -0,62°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai 0,392°C. Nilai minus menandakan bahwa permukaan dinding melepaskan panas sehingga temperatur permukaan dinding dalam lebih panas.

Untuk dinding timur, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai t hitung sebesar -14,90. Nilai t tabel ($\alpha/2=0,025$) dengan derajat bebas (df) = 1438 adalah 1,96. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai t hitung/ t Stat (-14,90) yang lebih kecil dari t tabel/ t Critical one-tail (1,96), $-14,90 < -1,96$. Dari hasil rata-rata (mean) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai





0,19°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai 1,07°C. Untuk dinding utara, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai t hitung sebesar -25,35. Nilai t tabel ($t_{\alpha/2, df} = 0,025$) dengan derajat bebas (df) = 1438 adalah 1,961. Hal ini menunjukkan selisih tanpa alang-alang “berbeda nyata” (H_0 ditolak) dengan alang-alang. Kesimpulan ini didasarkan pada nilai t hitung/t Stat (-25,35) yang lebih kecil dari t tabel/t Critical one-tail (1,96), $-25,35 < -1,96$. Dari hasil rata-rata (mean) selisih permukaan dinding baik tanpa alang-alang dan dengan alang-alang bisa dilihat bahwa nilai rata-rata tanpa alang-alang bernilai -0,97°C sedangkan nilai rata-rata dengan alang-alang bernilai 0,57°C. Nilai minus menandakan bahwa permukaan dinding melepaskan panas

sehingga temperatur permukaan dinding dalam lebih panas.

Perbandingan Posisi yang Baik Antara Alang-Alang Dan Bahan Lain Sebagai Material Insulasi

Pada tabel (1) terlihat bahwa untuk hari terpanas atau hottest day (20 Januari 2017), berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai F hitung sebesar -56,62. Nilai F tabel ($F_{\alpha, df1, df2} = 0,05$) dengan derajat bebas 1 (df1) = 3 dan derajat bebas 2 (df2) = 5752 adalah 2,6. Nilai F hitung (25,35) yang lebih besar dari F tabel (2,60) menunjukkan bahwa rata-rata selisih keempat dinding dengan alang-alang “berbeda nyata”. Dari hasil rata-rata (average) selisih permukaan keempat dinding bisa dilihat bahwa dinding barat = 2,53°C, dinding selatan = 2,90°C, dinding timur = 4,95°C, dinding utara = 2,39°C.

Tabel 1. Rata-rata besar daya insulasi (°C) di hari terpanas/ hottest day tanggal 20 Januari 2017

No	Posisi dinding berdasarkan arah mata angin	Rata-rata besar daya insulasi (°C)	Tipe dinding
1	Barat	2.539402	 <p>Tipe dinding A, yakni alang-alang diletakkan secara horisontal dan vertikal</p>
2	Selatan	2.907227	 <p>Tipe dinding B, yakni alang-alang diletakkan secara horisontal atau sejajar dinding kalsiboard dan terdapat void diantara alang-alang selebar 3 cm</p>
3	Timur	4.950799	 <p>Tipe dinding C, yakni alang-alang diletakkan secara horisontal atau sejajar dinding kalsiboard</p>
4	Utara	2.395066	 <p>Tipe dinding D, yakni alang-alang diletakkan secara vertikal atau berlawanan dinding kalsiboard</p>

Sumber : analisis penulis, 2017





Pada tabel (2) terlihat bahwa untuk hari hujan atau coldest day (4 Januari 2017), berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai F hitung sebesar 90,58.

Nilai F tabel ($F_{\alpha, df1, df2} = 0,05$) dengan derajat bebas 1 (df1) = 3 dan derajat bebas 2 (df2) = 5752 adalah 2,60. Nilai F hitung (90,58) yang lebih besar dari F tabel

(2,60) menunjukkan bahwa rata-rata selisih keempat dinding dengan alang-alang “berbeda nyata”. Dari hasil rata-rata (average) selisih permukaan keempat dinding bisa dilihat bahwa dinding barat = $-0,26^{\circ}\text{C}$, dinding selatan = $0,39^{\circ}\text{C}$, dinding timur =

$1,07^{\circ}\text{C}$, dinding utara = $0,57^{\circ}\text{C}$. Nilai minus menandakan bahwa permukaan dinding melepaskan panas sehingga temperatur permukaan dinding dalam lebih panas.

Tabel 2. Rata-rata besar daya insulasi ($^{\circ}\text{C}$) di hari hujan/ *coldest day* tanggal 4 Januari 2017

No	Posisi dinding berdasarkan arah mata angin	Rata-rata besar daya insulasi ($^{\circ}\text{C}$)	Tipe dinding
1	Barat	-0.2681	 <p>Tipe dinding A, yakni alang-alang diletakkan secara horisontal dan vertikal</p>
2	Selatan	0.392773	 <p>Tipe dinding B, yakni alang-alang diletakkan secara horisontal atau sejajar dinding kalsiboard dan terdapat void diantara alang-alang selebar 3 cm</p>
3	Timur	1.073384	 <p>Tipe dinding C, yakni alang-alang diletakkan secara horisontal atau sejajar dinding kalsiboard</p>
4	Utara	0.578596	 <p>Tipe dinding D, yakni alang-alang diletakkan secara vertikal atau berlawanan dinding kalsiboard</p>

Penelitian ini menunjukkan hasil pengukuran pada saat hari terpanas atau *hottest day* dari rata-rata uji T dinding dengan alang-alang lebih menyerap panas dibanding tanpa alang-alang yakni untuk dinding barat senilai $2,53^{\circ}\text{C}$, rata-rata uji T dinding selatansenilai $2,90^{\circ}\text{C}$, rata-rata uji T dinding timur senilai $4,95^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata uji T dinding utara senilai $2,39^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran pada saat hari hujan atau *coldest day* dari rata-rata uji T dinding dengan alang-alang lebih menyerap panas dibanding tanpa alang-alang yakni untuk dinding barat senilai $-0,26^{\circ}\text{C}$, rata-rata uji T untuk dinding selatan senilai $0,39^{\circ}\text{C}$, rata-rata uji T dinding timur senilai $1,07^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata uji T dinding utara senilai $0,57^{\circ}\text{C}$.

Sementara dari keempat dinding tersebut, ketika hari terpanas atau *hottest day*, dinding yang paling menyerap panas yakni dinding timur, kemudian dinding selatan, disusul dinding barat dan terakhir dinding utara. Ketika hari hujan atau *coldest day* dinding yang paling menyerap panas yakni dinding timur, kemudian dinding utara, disusul dinding selatan dan terakhir dinding barat. Dari hasil simulasi untuk dinding timur walaupun temperatur udara dalam lebih panas dibanding udara luar sebesar $7,5^{\circ}\text{C}$ namun daya insulasinya lebih tinggi dibanding yang lain. Setelah dinding timur yang mampu menginsulasi adalah dinding selatan, pada saat simulasi temperatur udara dalam lebih panas dibanding udara luar sebesar

9,2°C. Berikutnya dinding barat, pada saat simulasi temperatur udara dalam lebih panas dibanding udara luar sebesar 9,4°C. Dan terakhir tipe dinding utara, pada saat simulasi temperatur udara dalam lebih panas dibanding udara luar sebesar 9,4°C.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa alang-alang dapat menjadi insulasi termal dibandingkan tanpa insulasi. Alang-alang dapat menjadi insulasi termal terutama ketika hari terpanas atau hottest day dengan hasil pengukuran untuk dinding timur 4,9°C, dinding selatan 2,9°C, dinding barat 2,5°C dan terakhir dinding utara 2,3°C. Dan untuk simulasi adalah tipe dinding timur, dinding selatan, dinding barat dan terakhir tipe dinding utara. Sementara tanpa insulasi alang-alang yakni, dinding selatan 1,77°C, dinding timur 1,37°C, dinding barat 0,79°C dan terakhir dinding utara -0,03°C. Untuk hari hujan atau coldest day dengan hasil pengukuran untuk dinding timur 1,07°C, dinding utara 0,57°C, dinding selatan 0,39°C dan terakhir dinding barat -0,26°C. Dan untuk simulasi adalah dinding timur, dinding utara, dinding selatan dan terakhir dinding barat. Sementara tanpa insulasi dinding timur 0,19°C, dinding selatan -0,62°C, dinding utara -0,97°C dan terakhir dinding barat -1,15°C. Karena keterbatasan pada penelitian maka selanjutnya dapat melakukan pengukuran langsung dengan membuat keempat tipe dinding dengan chamber yang berbeda agar hasilnya lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Almusaed A. & Almssad A. (2015). *Building Materials In Eco-Energy Houses From Iraq And Iran. Case Studies In Construction Materials* 2, 42-54.
- Asdrubali F. et al. (2015). *A Review Of Unconventional Sustainable Building Insulation Materials. Sustainable Materials And Technologies*, 17-34.
- Asih D. S. (2012). *Pengaruh Material Pelapis Pada Fasade Bangunan Terhadap Nilai Ottv (Tesis)*. Depok: Universitas Indonesia.
- Honget al. (2009). *A Field Study Of Thermal Comfort In Low-Income Dwellings In England Before And After Energy Efficient Refurbishment. Building And Environment* 44, 1228-1236.
- Katja S. et al. (2013). *Bio-Susceptibility Of Materials And Thermal Insulation Systems Used For Historical Buildings*. Elsevier, 499-506.
- Sudirham. (2015). *Sifat-Sifat Termal*. Diakses 5 Maret 2016. Available from, www.Darpublic.Com.
- Sugini D. (2014). *Kenyamanan Termal Ruang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sumanto. (2014). *Teori dan Aplikasi Metode Penelitian*. Yogyakarta: Caps Publishing.
- Suwantara K. & Dawayanti. (2012). *Karakteristik Termal Pada Uma Lengge di Desa Mbawa Nusa Tenggara Barat*. Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar. Puslitbang Permukiman Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum.
- Suwantara K. & Rini N. (2011). *Kinerja Termal Rumah Tradisional Uma Kbbu*. Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar. Puslitbang Permukiman Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum.
- Tibor et al. (2012). *Developing Building Materials From Cement-Bonded*

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

ENERGI EFFICIENT FOR SUSTAINABLE LIVING, November 2017, 3-12

Reed Composite Based On Waste Materials. International Scientific Conference On Sustainable Development & Ecological Footprint.

WicaksonoY.(2006). *Aplikasi Excel Dalam Menganalisis Data.* Jakarta: Pt.Elex Media Komputindo.