



FORUM PASCASARJANA

Volume 35 Nomor 3 Juli 2012

- Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Pengendalian Mutu Lahan Kering di Kabupaten Ponorogo** 155-165
Rimun Wibowo, S. Mangkuprawira, A. Saefuddin, dan S.G. Irianto
- Uji Aktivitas Bakteri Pereduksi Merkuri Asal Pesk Talawaan-Tatelu, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara** 167-177
Sedy B. Rondonuwu, Dwi A. Santosa, Suprihatin, dan Bibiana W. Lay
- Konstruksi Vektor Ekspresi Gen *MaMt2* Penyandi Metallothionein Tipe II dan Introduksinya ke dalam *Nicotiana benthamiana*** 179-188
Yustinus U. Anggraito, Suharsono, S.J. Pardal, dan Didy Sopandie
- Pola Komunikasi pada Pengembangan Kapasitas Kewirausahaan Petani Sayuran (Kasus Pendampingan Misi Teknik Taiwan di Kabupaten Boyolali dan Bogor)** 189-201
Cahyono T. Wibowo, Sumardjo, Didin Hafidhuddin, dan Sarwititi S.A.
- Instalasi Jaringan Peralatan untuk Pengamatan Hidrokimia: Studi Kasus di DAS Mikro Cakardipa, Sub-DAS Cisukabirus, DAS Ciliwung Hulu, Jawa Barat** 203-212
Nani Heryani, H. Pawitan, M. Yanuar J. Purwanto, dan K. Subagyo
- Kajian Metode Klasifikasi *Forest Canopy Density* untuk Deteksi Degradasi Hutan di Hutan Lahan Kering Taman Nasional Halimun Salak** 213-223
Sigit Nugroho, I N.S. Jaya, Antonius B. Wijanarko, dan M. Buce Saleh
- Analisis Kondisi Pengudaraan Pasif pada Rumah Baduy Dalam dengan Teknik Simulasi** 225-233
Meiske Widyarti, Budi I. Setiawan, Hadi S. Arifin, dan Arief S. Yuwono

Sekolah Pascasarjana
Institut Pertanian Bogor
Bogor, Indonesia

FORUM PASCASARJANA

ISSN 0126-1886

Volume 35 No. 3 Juli 2012

Pelindung

Rektor (H. Herry Suhardiyanto)

Penanggung Jawab

Dekan Sekolah Pascasarjana IPB (Dahrul Syah)

Pemimpin Redaksi

Wakil Dekan Sekolah Pascasarjana IPB (Dedi Jusadi)

Wakil Pemimpin Redaksi

Sekretaris Program Doktor Sekolah Pascasarjana IPB (Marimin)
Sekretaris Program Magister Sekolah Pascasarjana IPB (Nahrowi)
Sekretaris Bidang Pengembangan dan Kerjasama (Muladno)

Dewan Redaksi

Alex Hartana (Genetika dan Pemuliaan Tanaman)
Ari Purbayanto (Kelautan)
Basita Ginting S. (Penyuluhan Pembangunan dan Komunikasi Pertanian)
Tri Koesoemaningtyas (Ekofisiologi Tanaman)
Lailan Syaufina (Ilmu Pengetahuan Kehutanan)
I G. Putu Purnaba (Matematika dan Statistika)
M. Parulian Hutagaol (Ekonomi Pertanian dan Sosiologi)
M. Zairin Jr (Budi Daya Perairan)
Maggy T. Suhartono (Biokimia dan Bioteknologi)
Reviany Widjajakusuma (Fisiologi Hewan, Biologi Nuklir)
Setyo Pertiwi (Teknik Pertanian)
Asep Sudarman (Ilmu Produksi Ternak)
Utomo Kartosuwondo (Hama dan Penyakit Tumbuhan)

Redaksi Pelaksana

Wahju Q. Mugnisjah
Komaruddin Idris

Administrasi

Muhammad Fikri

Alamat Redaksi

Sekolah Pascasarjana IPB

Gedung Andi Hakim Nasoetion Lt. 5, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Telp. 0251-8628448, 8622642 ext. 510 Fax. 0251-622986

e-mail: forum_pascasarjana@bima.ipb.ac.id, forumsp@yahoo.com

Forum Pascasarjana merupakan jurnal ilmiah yang diterbitkan setiap triwulan sebagai sarana diseminasi hasil-hasil penelitian Sekolah Pascasarjana IPB

UCAPAN TERIMA KASIH

Redaksi *Forum Pascasarjana* mengucapkan terima kasih kepada

- (1) Dr.Ir. Amiruddin Saleh, MS
- (2) Dr.Ir. Naresworo Nugroho, M.Si
- (3) Prof.Dr.Ir. Kukuh Murti Laksono, MS
- (4) Dr.Ir. Etty Riani, MS

yang telah membantu menelaah naskah yang diterbitkan dalam Vol. 35 No. 3, Juli 2012.

**DAFTAR ISI
CONTENS**

- | | |
|---|----------------|
| Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Pengendalian Mutu Lahan Kering di Kabupaten Ponorogo
<i>(Influence Factors to Rainfed Quality Control in Ponorogo District)</i>
Rimun Wibowo, S. Mangkuprawira, A. Saefuddin, dan S.G. Irianto | 155-165 |
| Uji Aktivitas Bakteri Pereduksi Merkuri Asal Pesk Talawaan-Tatelu, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara
<i>(Mercuric Reductase Activity Assay of Bacteria Isolated from PESK Talawaan-Tatelu, North Minahasa Regency, North Sulawesi Province)</i>
Sendy B. Rondonuwu, Dwi A. Santosa, Suprihatin, dan Bibiana W. Lay | 167-177 |
| Konstruksi Vektor Ekspresi Gen <i>MaMt2</i> Penyandi Metallothionein Tipe II dan Introduksinya ke dalam <i>Nicotiana benthamiana</i>
<i>(Construction of the Expression Vector of MaMt2 Gene Encoding for Metallothionein Type II and Its Introduction into Nicotiana benthamiana)</i>
Yustinus U. Anggraito, Suharsono, S.J. Pardal, dan Didy Sopandie | 179-188 |
| Pola Komunikasi pada Pengembangan Kapasitas Kewirausahaan Petani Sayuran (Kasus Pendampingan Misi Teknik Taiwan di Kabupaten Boyolali dan Bogor)
<i>(Communication Pattern on Vegetable Farmers' Entrepreneurship Capacity Development (Case: Taiwan Technical Mission Assistance)</i>
Cahyono T. Wibowo, Sumardjo, Didin Hafidhuddin, dan Sarwititi S.A. | 189-201 |
| Instalasi Jaringan Peralatan untuk Pengamatan Hidrokimia: Studi Kasus di DAS Mikro Cakardipa, Sub-DAS Cisukabirus, DAS Ciliwung Hulu, Jawa Barat
<i>(Installation of Equipments Nest for Hydrochemical Observations: Case Study at Cakardipa Microwatershed, Cisukabirus Watershed, Upper Ciliwung Watershed, West Java)</i>
Nani Heryani, H. Pawitan, M. Yanuar J. Purwanto, dan K. Subagyono | 203-212 |
| Kajian Metode Klasifikasi <i>Forest Canopy Density</i> untuk Deteksi Degradasi Hutan di Hutan Lahan Kering Taman Nasional Halimun Salak
<i>(Study of Forest Canopy Density Classification Method to Detect Forest Degradation at Dry Land Forest in Halimun Salak National Park)</i>
Sigit Nugroho, I N.S. Jaya, Antonius B. Wijanarko, dan M. Buce Saleh | 213-223 |
| Analisis Kondisi Pengudaraan Pasif pada Rumah Baduy Dalam dengan Teknik Simulasi
<i>(Analyzes of the Inner Baduy House's Passive Air Condition using a Simulation Technique)</i>
Meiske Widyarti, Budi I. Setiawan, Hadi S. Arifin, dan Arief S. Yuwono | 225-233 |

ANALISIS KONDISI PENGUDARAAN PASIF PADA RUMAH BADUY DALAM DENGAN TEKNIK SIMULASI

(Analyses of the Inner Baduy House's Passive Air Condition using a Simulation Technique)

Meiske Widyarti¹⁾, Budi Indra Setiawan¹⁾,
Hadi Susilo Arifin²⁾, dan Arief Sabdo Yuwono¹⁾

ABSTRACT

Environment quality is worsening every year; building's sector contributes 66% of fossil fuels pollution sources. Ways in building constructions need to be changed in more environmental friendly manner. Today, in spite of new technological advances in techniques and materials, buildings are continuously being built but lack of climatic consideration. Indigenous people, such as the Inner Baduy community, from longstanding experience have developed systems as their local wisdoms adapting to its environment and buildings in a sustainable manner. The aim of this study is to analyze the passive air condition inside the Inner Baduy house in terms of providing environmental friendly buildings. Analyzes on temperature, relative humidity and air velocity inside the building has been done by a simulation technique using Solid Work 2010 computer program. A miniature, build in scale 1 : 10 is used for data collection because at Inner Baduy settlement is restricted to use modern tools. The study results are as follows: The highest temperature inside the house is 34.16° C at 13.00 am, the maximum ventilation rate is about 0,75 m/s. at 15.00 am and the lowest humidity is 60% at 11.00 am. These result means that the Inner Baduy's building has a good microclimate condition.

Key words: ecological design, environmental friendly building, indigenous community, local wisdom, microclimate

PENDAHULUAN

Kerusakan sumber daya alam semakin memburuk setiap tahunnya dan berdasarkan penelitian dari *environment protection agency* (EPA, 2010) sektor bangunan berkontribusi 46% buangan bahan yang berasal dari sumber daya alam dan menggunakan 66% dari total penggunaan bahan bakar fosil. Agar kerusakan lingkungan tidak bertambah parah, untuk mencapai kenyamanan lingkungan di dalam bangunan harus tanpa penggunaan metode yang mengkonsumsi energi besar. Berdasarkan hasil penelitian dari EPA (2010); sepertiga dari bangunan saat ini mengalami "sick building syndrom" (Jefferson, 2007), dengan penggunaan material toksik yang menyebabkan penyakit bagi penghuninya. Kondisi di Indonesia pun demikian, sudah merupakan hal yang umum saat ini bahwa dalam mengatasi permasalahan ketidaknyamanan di dalam bangunan para perancang lebih memilih penggunaan alat-alat yang

¹⁾ Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

²⁾ Departemen Arsitektur Lansekap, Fakultas Pertanian, IPB

ANALISIS KONDISI PENGUDARAAN PASIF PADA RUMAH BADUY DALAM DENGAN TEKNIK SIMULASI

(Analyzes of the Inner Baduy House's Passive Air Condition using a Simulation Technique)

Meiske Widyarti¹⁾, Budi Indra Setiawan¹⁾,
Hadi Susilo Arifin²⁾, dan Arief Sabdo Yuwono¹⁾

ABSTRACT

Environment quality is worsening every year; building's sector contributes 66% of fossil fuels pollution sources. Ways in building constructions need to be changed in more environmental friendly manner. Today, in spite of new technological advances in techniques and materials, buildings are continuously being built but lack of climatic consideration. Indigenous people, such as the Inner Baduy community, from longstanding experience have developed systems as their local wisdoms adapting to its environment and buildings in a sustainable manner. The aim of this study is to analyze the passive air condition inside the Inner Baduy house in terms of providing environmental friendly buildings. Analyzes on temperature, relative humidity and air velocity inside the building has been done by a simulation technique using Solid Work 2010 computer program. A miniature, build in scale 1 : 10 is used for data collection because at Inner Baduy settlement is restricted to use modern tools. The study results are as follows: The highest temperature inside the house is 34.16° C at 13.00 am, the maximum ventilation rate is about 0,75 m/s. at 15.00 am and the lowest humidity is 60% at 11.00 am. These result means that the Inner Baduy's building has a good microclimate condition.

Key words: ecological design, environmental friendly building, indigenous community, local wisdom, microclimate

PENDAHULUAN

Kerusakan sumber daya alam semakin memburuk setiap tahunnya dan berdasarkan penelitian dari *environment protection agency* (EPA, 2010) sektor bangunan berkontribusi 46% buangan bahan yang berasal dari sumber daya alam dan menggunakan 66% dari total penggunaan bahan bakar fosil. Agar kerusakan lingkungan tidak bertambah parah, untuk mencapai kenyamanan lingkungan di dalam bangunan harus tanpa penggunaan metode yang mengkonsumsi energi besar. Berdasarkan hasil penelitian dari EPA (2010); sepertiga dari bangunan saat ini mengalami "sick building syndrome" (Jefferson, 2007), dengan penggunaan material toksik yang menyebabkan penyakit bagi penghuninya. Kondisi di Indonesia pun demikian, sudah merupakan hal yang umum saat ini bahwa dalam mengatasi permasalahan ketidaknyamanan di dalam bangunan para perancang lebih memilih penggunaan alat-alat yang

¹⁾ Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

²⁾ Departemen Arsitektur Lansekap, Fakultas Pertanian, IPB

mengonsumsi energi fosil yang besar. Masyarakat dunia sepakat bahwa cara membangun permukiman harus diubah dengan yang lebih ramah lingkungan (Gilman, 1991).

Masyarakat asli (*indigenous people*) yang ada di Indonesia, salah satunya adalah suku Baduy Dalam, telah mempunyai pengalaman berabad-abad dengan kearifan lokal mereka dalam mengontrol lingkungan hidupnya. Sejak berabad-abad silam mereka dapat hidup berkelanjutan tanpa bantuan dari mana pun. Dalam pembuatan bangunan mereka tidak menggunakan energi fosil dan dapat beradaptasi pada iklim setempat. Oleh karena itu, konsep rancangan rumah tradisional Baduy Dalam perlu digali lebih mendalam guna memperkaya pengetahuan tentang bangunan yang ekologis (*eco-house*). Diharapkan pengetahuan tentang bangunan tradisional Indonesia dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pembuatan bangunan yang berwawasan lingkungan di daerah beriklim tropis lembab.

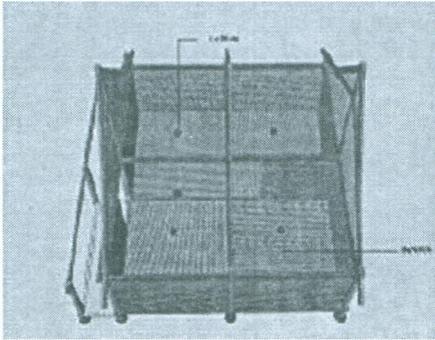
Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi pengudaraan pasif di dalam rumah suku asli (*indigenous*) Indonesia, yaitu masyarakat Baduy Dalam.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengolahan data dan analisisnya dilakukan di Departemen Teknik Mesin dan Biosistem dan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, dan Laboratorium Fluida, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Karena di kampung Cibeo tidak diperkenankan untuk mengambil data lingkungan dan mengukur bangunan dengan alat modern, dipergunakan teknik simulasi. Simulasi dibuat menggunakan program SolidWork 2010. Simulasi kondisi pengudaraan pasif dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu pengambilan data di lapangan, validasi data, dan simulasi. Untuk pengambilan data dan simulasi dipergunakan miniatur rumah. Pembuatan miniatur berdasarkan gambar teknik hasil rekonstruksi yang dibuat dengan skala 1 : 10, berukuran 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m. Miniatur rumah dibuat dengan menggunakan bahan bangunan yang sama dengan bahan yang dipergunakan di Baduy Dalam dengan skala yang sama. Pengambilan data pada miniatur dilakukan di laboratorium lapang Departemen Teknik Mesin dan Biosistem di Leuwikopo, Kampus IPB, Darmaga. Miniatur ditempatkan di tempat terbuka agar angin lingkungan dan radiasi matahari tidak terhalangi dan diletakkan setinggi 0.8 meter.

Pengambilan data dilakukan selama 3 hari sejak 12 sampai 14 November 2009. Pengambilan data dilakukan setiap pukul selama 24 pukul sehari. Sebagai data masukan untuk simulasi dipergunakan data tanggal 13 November 2009. Pengambilan data untuk validasi meliputi suhu ruang, dinding dan atap miniatur (Gambar 1 dan 2). Pada miniatur diambil data temperatur sebanyak 14 titik (Gambar 3). Suhu ruang diambil 4 titik pada masing-masing ruang menggunakan *thermocoppel* yang diletakkan pada tengah-tengah ruang setinggi 5 cm. Selain itu, diukur 3 titik pada atap bagian dalam bangunan sejarak 6 cm dari puncak atap. Pengukuran suhu dinding dan atap juga menggunakan *thermocoppel* sebanyak 4 titik pada setiap dinding bangunan dan 3 titik pada penutup atap.

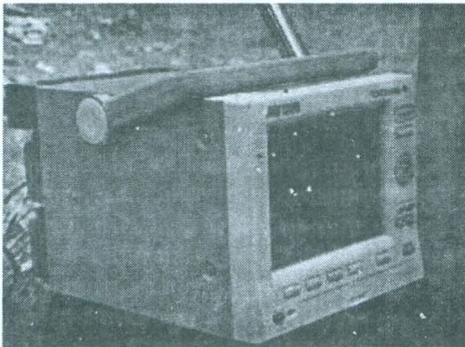


Gambar 1. Titik pengambilan data

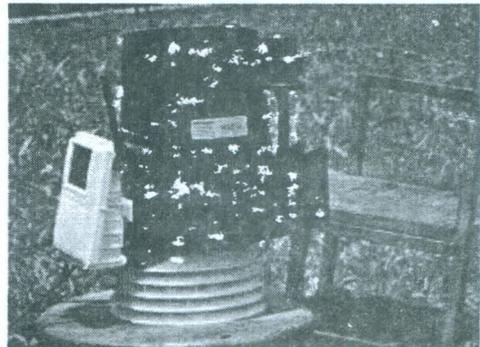


Gambar 2. Pengambilan data pada miniatur

Data disimpan pada *hybrid recorder*. Pengambilan data kelembaban menggunakan RH meter yang diletakkan pada titik yang sama dengan suhu. Pengambilan data kecepatan dan arah angin di dalam bangunan menggunakan bandul kertas dan *anemometer*. Pengambilan data tentang kondisi lingkungan dipergunakan *Weather Station* (Gambar 4). Data yang diperoleh divalidasi dengan hasil simulasi untuk mengetahui nilai kepercayaan dari simulasi.



Gambar 3. Console display data



Gambar 4. Weather station

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Data dan Validasi

Hasil pengambilan kondisi cuaca pada saat pengukuran disajikan pada Tabel 1 dan hasil pengambilan data suhu miniatur bangunan disajikan pada Tabel 2. Saat pengambilan data sudah mulai musim penghujan. Hujan turun setiap siang antara pukul 13 dan 15, didahului dengan kondisi mendung sebelumnya. Saat pengambilan data, hujan turun setiap siang sekitar pukul 13 sampai pukul 15.

Hasil pengukuran data lingkungan:

Hasil pengambilan data kondisi iklim lingkungan pada saat pengukuran disajikan pada Tabel 1. Tabel 2 menyajikan data pada miniatur yang diambil pada ruang dalam bangunan, dinding, serta atap dari sejumlah 14 titik.

Tabel 1. Data lingkungan tanggal 13 November 2009

Pukul	Arah	Angin (m/s)	Suhu (°C)	RH (%)	Tekanan udara (mmHg)	Radiasi surya (Lux)
1	-	0	23	96	760	0
2	-	0	23	96	759	0
3	-	0	23	95	759	0
4	-	0	23	96	759	0
5	-	0	22	96	760	0
6	-	0	22	96	760	0
7	TL	0	25	88	762	111
8	TL	0	29	74	762	324
9	B	0,4	31	67	762	584
10	BD	0,9	33	66	762	883
11	TG	0,9	33	61	761	918
12	S	0,4	33	64	760	575
13	TG	0,9	34	63	759	508
14	TG	0,8	31	65	759	520
15	U	0,9	24	92	760	440
16	BL	0	24	93	760	121
17	TG	0,9	24	95	761	23
18	TG	0,4	23	94	761	10
19	T	0	23	96	761	0
20	-	0	23	96	762	0
21	-	0	23	96	763	0
22	-	0	23	96	762	0
23	-	0	23	96	762	0
24	-	0	23	96	761	0

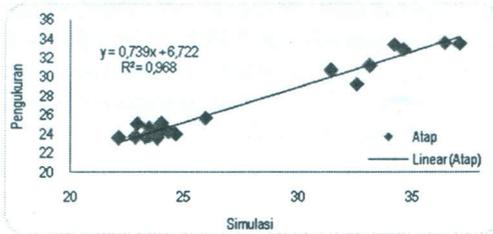
Tabel 2 Data suhu miniatur tanggal 13 November 2009

Pukul	ADB	ATgD	ADT	ALT	ALBw	ALB	DT	DB	DU	DS	RST	RI	RT	RSB
1	25,2	25	25	24,1	24	23,8	24,9	24,9	24,5	24,9	25,1	24,6	24,7	25,5
2	25	24,6	24,9	23,7	23,8	23,8	24,7	24,9	24,7	24,9	24,8	24,6	24,5	25,7
3	24,9	24,7	24,9	23,4	23	23,5	24,7	24,8	24,7	24,8	24,9	24,6	24,8	25,5
4	24,2	24	24	23,2	22,3	22,6	24	24	23,9	24	24	23,6	23,9	24,9
5	23,8	23,6	23,6	22	21,5	21,7	23,4	23,4	23,3	23,5	23,7	23,2	23,5	24,5
6	24,8	24,2	24,9	27,4	23,9	24,6	24,7	24,7	24,5	24,7	30,8	24,6	25,1	25
7	26,2	25,7	26,6	30,4	25,6	26,4	26,1	26,3	25,8	26,1	32,7	26,3	25,9	27,1
8	29,5	29,3	31	42	29,2	30,4	29,2	28,9	29,4	29	35,8	30,6	31,3	31,1
9	32,4	31,2	35,2	47	35,9	36,9	31,7	31,5	31,9	31,5	37,2	32,1	32,6	32,7
10	33,5	32,9	34,3	50	40,6	49,8	33,4	33,2	34,5	33,2	38,9	36,5	36,6	36,2
11	34,6	33,5	38,6	49	42,6	49,5	34,5	34,8	34,8	34,3	36,9	35,7	36,5	35,3
12	34,2	33,4	37,6	42,7	41,8	44,5	34,5	34,3	34,7	34,2	42,3	36,6	34,4	34,8
13	34,4	33,6	38,1	44,9	44,4	56,5	34,6	35,5	34,9	34,5	36,2	35,9	36,6	36
14	31,1	30,7	32,4	33,2	34,8	37,6	31,1	31,2	31	30,5	35,1	31,2	31,1	32,8
15	25,5	25,1	25,5	24	24	24,1	25,4	25,7	25,4	25,8	26,1	24,9	25,5	24,9
16	25	24,6	24,8	23,4	23,5	23,5	24,7	24,8	24,7	25	29,3	24,7	24,3	24,9
17	25	24,7	25	23,8	24	24	25,1	25,3	25,2	25,3	28,1	25	24,5	25
18	24,2	23,7	23,7	22,5	22,6	22,8	23,9	24,2	23,9	24,1	22,6	23,7	23,7	23,9
19	24,2	23,9	24,2	23,1	23,1	23,3	24,1	24,4	24,1	24,2	23,7	24	24	23,9
20	24,1	23,8	23,7	22,6	22,5	22,8	23,9	24,1	23,9	24	23,7	23,7	23,8	23,8
21	24,2	23,9	24	22,9	23	23,2	23,9	24,2	24	24,1	23,7	23,8	23,8	23,8
22	24	23,6	23,8	22,8	22,7	23,1	23,8	24,1	23,8	23,9	23,8	23,8	23,7	23,8
23	24	23,7	23,8	22,8	22,9	23,1	23,8	24	23,8	23,9	23,7	23,6	23,5	23,7
24	24,2	23,9	24	23	23	23,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24	24	24	23,9

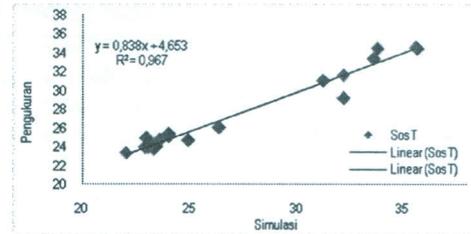
Keterangan: RT = ruang tepas; DB = dinding barat; ALT = atap luar barat; RST = ruang sosoro timur; DU = dinding utara; ADB = atap dalam barat; DS = dinding selatan; D T = dinding timur; ADT = atap tengah dalam; ADT = atap dalam timur; RI = ruang imah; ALT = atap luar timur; RSB = ruang sosoro barat

Validasi data

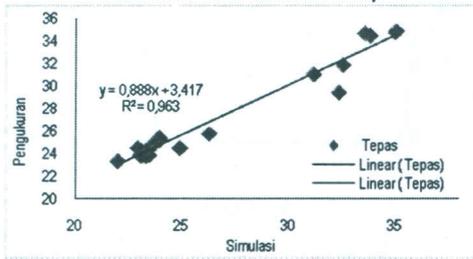
Data hasil pengukuran divalidasi dengan data hasil simulasi. Simulasi dibuat menggunakan program SolidWork 2010. Tahap awal dari simulasi adalah melakukan pengecekan besar *error* dari data hasil pengukuran dan hasil simulasi (*validasi*). Pelaksanaan validasi data dilakukan untuk mengetahui berapa besar nilai kepercayaan hasil simulasi. Pengecekan eror data hasil pengukuran dengan data hasil simulasi diwakili oleh hasil pengukuran dan simulasi suhu ruang dalam bangunan. Validasi data dibuat dengan menggunakan *root mean square error (RMSE)*. Dari hasil validasi data diperoleh tingkat kepercayaan hasil simulasi pada ruang atap, *sosoro*, *tepas* dan *imah* rata rata nilai $R^2 = 0,96$ (Gambar 6-9) yang berarti nilai hasil simulasi tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran. Teknik simulasi dipergunakan untuk mengetahui kondisi iklim mikro rumah Baduy Dalam.



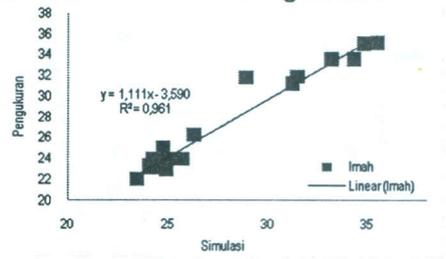
Gambar 6. Validasi atap



Gambar 7. Validasi ruang sosoro



Gambar 8. Validasi ruang tepas



Gambar 9. Validasi ruang imah

Hasil Simulasi pada Rumah Baduy Dalam

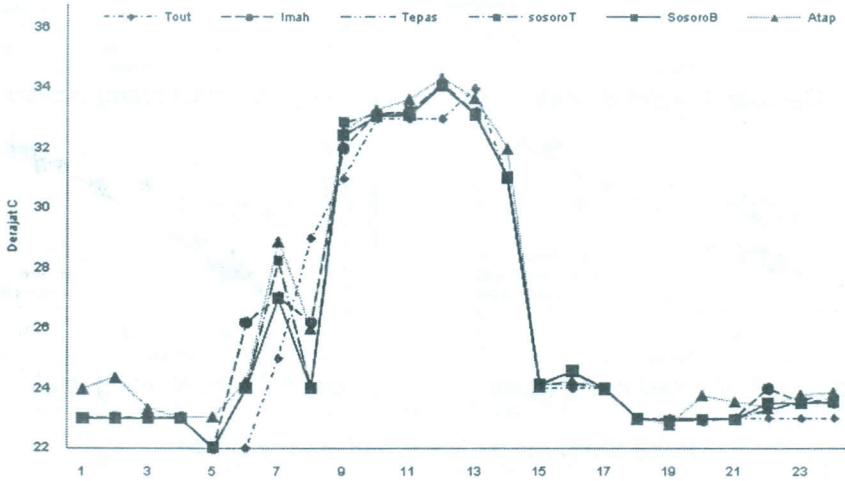
Simulasi pada rumah Baduy Dalam dilakukan selama 12 jam untuk mengetahui kondisi rumah pada siang dan malam hari. Dalam simulasi yang dibuat kondisi rumah dalam keadaan pintu tertutup. Hal ini dimaksudkan agar rancangan pengudaraan pasif rumah dari hasil simulasi yang didapat berada dalam kondisi yang terburuk.

Suhu

Suhu mulai meningkat pada pukul 6 sesuai dengan peningkatan besar radiasi matahari. Peningkatan suhu terbesar terjadi pada pukul 9 sampai pukul 13. Pada pukul 14 suhu menurun kembali hingga pukul 18 dan setelah itu mulai stabil sepanjang malam dengan suhu sebesar 23°C . Suhu terendah terjadi pada pukul 5 sebesar 22°C . Suhu terpanas pada pukul 12 mencapai $34,16^{\circ}\text{C}$ pada ruang *sosoro* timur. Besar suhu hampir merata di setiap ruang. Di ruang *imah* dan ruang *sosoro* barat suhu lebih rendah, yaitu hanya sebesar $33,18^{\circ}\text{C}$. Hal ini dikarenakan pada saat itu matahari berada di lintang selatan dan letak ruang *imah* di bagian barat laut dan ruang *imah* tertutup dinding bilik (Gambar 10).

Kondisi suhu di dalam bangunan sangat terpengaruh oleh suhu lingkungan. Apabila suhu lingkungan naik maka suhu di dalam bangunan akan naik. Kondisi ini diambil dengan kondisi bangunan tertutup. Suhu lingkungan antara pukul 6 - 18 adalah 23°C . Suhu dalam bangunan antara pukul 17 dan pukul 5 sekitar $23 - 24^{\circ}\text{C}$. Suhu lingkungan mulai naik pada pukul 6 dan mencapai puncaknya pada pukul 13.00 sebesar 34°C . Suhu rata rata bangunan setelah pukul 18 sampai pukul 4 pagi sekitar 23°C . Pukul 5 suhu bangunan menurun menjadi 22°C . Mulai pukul 6 sampai pukul 10 suhu naik dan mencapai puncaknya pukul 13, yaitu sebesar $34,16^{\circ}\text{C}$ di ruang *sosoro* timur. Setelah pukul 13 suhu menurun kembali karena hujan turun pada pukul 13. Pada saat itu matahari sudah bergulir ke arah barat memanas ruang *imah* dan *sosoro* barat. Karena ruang *imah* bersekat, suhunya menjadi sedikit lebih rendah dari ruang lainnya. Hasil simulasi

menunjukkan suhu terdistribusi hampir merata pada seluruh bangunan. Perbedaan suhu antara satu ruang dengan ruang lainnya maksimal 0,12 -2,8°C antara pukul 8 dan pukul 14, sedangkan pada malam hari suhu lebih merata. Suhu terendah terjadi saat pukul 5 pagi. Atap bangunan bersuhu 0,5°C di atas bangunan pada siang hari. Suhu atap terbesar pada pukul 13 sebesar 36,17°C.



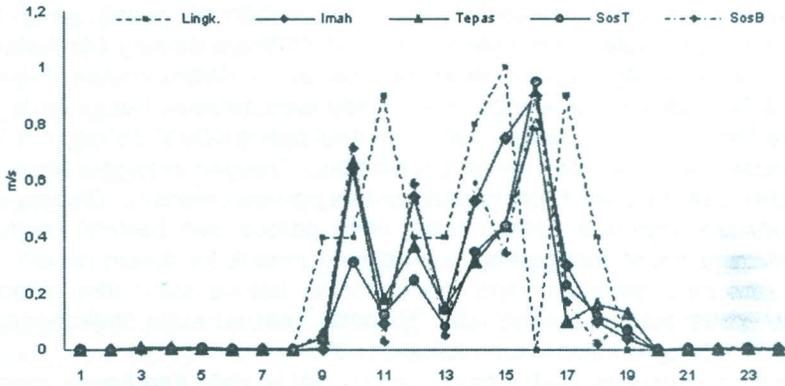
Gambar 10. Kondisi suhu di dalam rumah

Aliran udara

Aliran udara di dalam bangunan di simulasikan pada kondisi bangunan tertutup. Kondisi aliran ventilasi dalam rumah terjadi sepanjang hari dengan besaran yang beragam. Kondisi aliran udara terjadi di seluruh bagian bangunan. Ruang *imah* walaupun berpenyekat, aliran udaranya tidak lebih kecil rata-ratanya dari pada ruang lainnya. Aliran udara ini terlihat lebih besar di siang hari daripada di malam hari. Hal ini sejalan dengan kondisi aliran udara lingkungan. Kecepatan angin terbesar pada ruang *imah* sebesar 0,75 m/s dan pada ruang *Sosoro Timur* 0,44 m/s terjadi pada pukul 15. Melihat kondisi angin lingkungan, saat itu angin bertiup dari arah barat laut dengan kecepatan 1 m/s. Ternyata angin di dalam bangunan sangat dipengaruhi oleh angin lingkungan. Kecepatan angin terbesar terjadi pada ruang *sosoro barat* sebesar 0,71 m/s. dan *tepas* 0,66 m/s, yaitu pada pukul 10. Ruang di bagian barat seperti *imah* dan *sosoro barat* mempunyai kecepatan angin yang lebih besar dari bagian timur.

Kecepatan angin lingkungan terbesar terjadi pada pukul 11, 15, dan 17, yaitu sebesar 0,9 - 1 m/s. Kecepatan angin di seluruh bangunan pada siang hari lebih besar daripada di malam hari. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin lingkungan yang mulai kencang pada pukul 9 - 18. Pada bagian atap bangunan, aliran udara lebih besar daripada di dalam ruangan dengan kecepatan maksimum sebesar 1,8 m/s. Aliran angin bagian atap sangat besar pada siang hari antara 0.52-1.8 m/s. Aliran udara didalam bangunan terjadi sepanjang hari. Kecepatan angin pukul 10 dan pukul 15 merupakan yang terbesar. Pada pengamatan di satu lubang di sopi-sopi atap bagian selatan terlihat bahwa antara pukul 10 sampai pukul 15 kecepatan angin di sopi sopi sangat besar, yaitu antara 1,3 - 2,2 m/s,

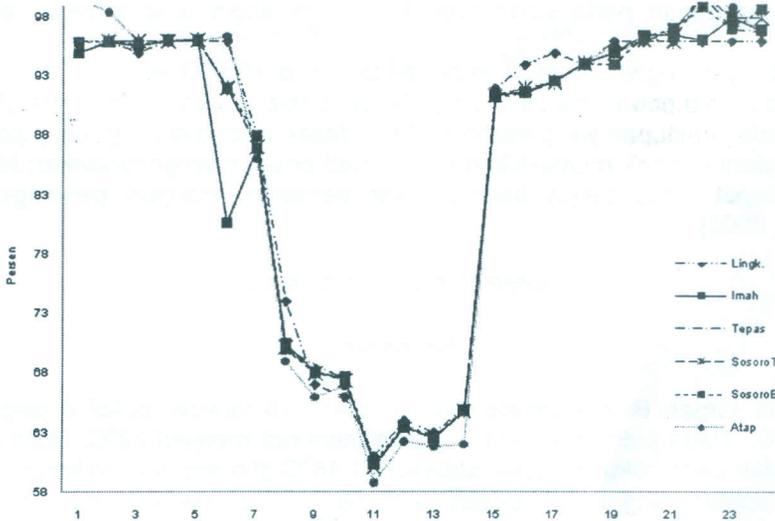
pada saat itu kecepatan angin lingkungan antara 0,4-1 m/s. Hal ini disebabkan karena pada bagian atap terjadi konveksi akibat perbedaan panas.



Gambar 11. Kondisi aliran udara di dalam rumah

Kelembaban relatif

Kelembaban relatif di dalam bangunan merata pada seluruh bangunan. Besarnya sangat dipengaruhi oleh kelembaban di luar bangunan. Pada ruang yang terletak di bagian barat kelembaban pada pukul 13 dan 14 lebih tinggi sebesar 0,3%, yaitu pada ruang sosoro barat. Kelembaban terendah ruang terjadi pada pukul 11, yaitu sebesar 60%. Kelembaban bagian atap bangunan lebih kecil dari pada kelembaban ruang di bawahnya. Hal ini terjadi mulai pukul 10 sampai pukul 14. Kelembaban atap saat itu sebesar 58-66,9%. Kelembaban atap terendah terjadi pukul 11 sebesar 58,8% (Gambar 12). Kelembaban bangunan di waktu malam naik, yaitu sekitar 98-99%. Kelembaban di dalam rumah sangat bergantung pada kondisi kelembaban lingkungan dan rata-rata lebih rendah sekitar 1% pada siang hari dan lebih besar sekitar 1-2% pada malam hari. Kelembaban di dalam ruang mulai rendah pada pukul 7 dan terus menurun sampai pukul 12.



Gambar 12. Kondisi RH di dalam rumah

Kondisi Pengudaraan Pasif Rumah Baduy Dalam

Pada rumah Baduy Dalam tidak terdapat banyak ruang yang tertutup dengan dinding pembatas ruang yang masif. Banyaknya dinding pembatas ruang yang masif akan menyebabkan akumulasi panas di dalam rumah dikarenakan sirkulasi udara tidak berjalan dengan baik. Pada denah rumah hanya terdapat satu ruang yang bersekat, yaitu ruang *imah*. Penyekat ruang dibuat dengan dinding dari bahan porous, yaitu bilik dari anyaman bambu. Dengan menggunakan dinding porous, aliran udara masih dapat masuk melalui pori-pori dinding. Dinding penutup mempergunakan anyaman bambu (*bilik*) yang porous dan bernilai konduktivitas rendah sehingga dapat mengurangi panas yang masuk ke dalam rumah. Hal ini tercermin dari hasil simulasi yang menunjukkan bahwa suhu dan aliran udara ruang *Imah* pada pukul 12 sekitar 33 °C, pada saat itu suhu lingkungan adalah sebesar 33 °C. dengan kelembaban sebesar 60%.

Rumah masyarakat Baduy tidak mempunyai jendela dan hanya mempunyai satu buah pintu masuk. Jendela dibuat dengan cara melubangi dinding. Walaupun tidak mempunyai jendela, cahaya dan udara masuk dari celah-celah dinding. Hasil simulasi dibuat dalam kondisi pintu tertutup, dan ternyata tiupan angin lingkungan tetap berpengaruh terhadap aliran udara di dalam rumah. Pada pukul 12 angin lingkungan sebesar 0,4 m/s dan aliran udara di dalam ruang adalah sebesar sekitar 0,6 m/s. Pada siang dan malam hari, aliran udara selalu terjadi di dalam rumah.

Pada atap bangunan terdapat teritis (*overstek*) yang lebar untuk mengurangi panas matahari di siang hari. Rumah Baduy Dalam tidak ditutup plafon dengan demikian tinggi bangunan akan bertambah mengakibatkan terjadinya pertukaran udara secara konveksi di dalam rumah akibat perbedaan suhu pada siang hari. Pada bidang sopi-sopi atap ditutup dengan penutup dinding dari anyaman bambu yang sangat porous (*abig-abig*) yang berlubang besar dengan porositas sebesar 50%. Kecepatan angin pada sopi-sopi dan atap terjadi akibat adanya angin lingkungan ditambah dengan konveksi akibat terjadinya perbedaan tekanan udara di dalam bangunan pada siang hari Kecepatan angin atap terbesar adalah 2 m/detik.

Kebergantungan manusia tropis pada energi (listrik) sebetulnya relatif jauh lebih rendah daripada manusia yang hidup pada wilayah sub-tropis (Kartono, 1999). Pada kehidupan yang masih bertaraf dasar, manusia yang hidup pada iklim tropis cenderung tidak memerlukan energi fosil untuk mempertahankan hidupnya. Mereka dapat hidup tanpa bantuan alat pemanas ataupun pendingin udara (Karyono, 2001).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

- (1) Suhu rumah Baduy Dalam setelah pukul 18 sampai pukul 4 pagi sekitar 23°C. Pada pukul 5 suhu bangunan menurun menjadi 22°C. Suhu tertinggi adalah pada pukul 13, yaitu sebesar 34,16°C di ruang *sosoro* timur.
- (2) Kecepatan angin lingkungan terbesar terjadi pada pukul 15 dengan kecepatan 1 m/s; pada ruang *imah* terjadi aliran ventilasi sebesar 0,75 m/s.

dan pada ruang *sosoro* timur sebesar 0,44 m/s. Aliran angin yang melewati sopi-sopi atap pada siang hari besar, yaitu 0,52 - 2,2 m/s.

- (3) Kelembaban relatif pada ruang terendah terjadi pada pukul 11, yaitu sebesar 60%. Kelembaban pada bangunan di waktu malam mencapai nilai tertinggi sebesar 98 - 99 %.
- (4) Rancangan rumah Baduy Dalam mempunyai kondisi pengudaraan yang baik dan sangat terpengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Aliran ventilasi terjadi sepanjang hari dan merata pada seluruh bangunan. Rumah berdinding *bilik* sangat responsif terhadap perubahan suhu lingkungan.

Saran

- (1) Sebaiknya dilakukan studi yang mendalam untuk menggali konsep bangunan tradisional Indonesia, untuk membuat bangunan yang sesuai pada iklim tropis lembab.
- (2) Dalam mendesain kenyamanan termal bangunan agar memperhatikan pengurangan dalam penggunaan energi untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Environment Protection Agency. 2010. Greenbuilding. [http://en.wikipedia.org/wiki/green-building#cite-note 12](http://en.wikipedia.org/wiki/green-building#cite-note_12). [15 September 2010].
- Gilman R. 1991. Ecovillage & Sustainable Communities. *USA Communities Magazine* 1(1).
- Jefferson T. 2007. Proceeding of greenbuilding conference. Maryland, USA.
- Kartono JL. 1999. Ruang, manusia dan rumah tinggal; Suatu tinjauan perspektip kebudayaan timur dan barat. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, 27(2): 6-14.
- Karyono TH. 2001. Wujud kota tropis di Indonesia: Suatu pendekatan iklim, lingkungan dan energi. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* 29(2):141-14.