

ISSN 0853-9723

E
ELEKTRO

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI

M A S
MESIN ARSITEKTUR SIPIL

**AN ANALYTICAL STUDY OF INTERMODAL TRANSPORT
OF MOTORCYCLE AND PUBLIC BUS**

Efendy Tambunan

**ANALISA KEPADATAN RUAS JALAN DI KECAMATAN
RUNGKUT DENGAN PEMETAAN SISTEM INFORMASI
GEOGRAFIS**

Hendrata Wibisana dan Siti Zainab

**STRENGTH PREDICTION OF HIGH STRENGTH RC SHEAR
WALLS**

Ika Bali and Krisnanda, B.F.

**PERANCANGAN DAN REALISASI PENGANTRIAN MEJA
PADA RESTORAN MENGGUNAKAN FASILITAS *SHORT
MESSAGE SERVICE***

Nurwijayanti Kusumaningrum

**SIMULASI PENGENDALI P. I. D. FUZZY
PADA SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR ARUS
SEARAH**

Bambang Widodo

**ASPEK KENYAMANAN TERMAL PADA PENGKONDISIAN
RUANG DALAM**

James Rilatupa

Empat Kali Setahun

Vol. 18, No. 3, Agustus 2008, Hal. 135 - 198

ISSN 0853-9723

Penerbit:
Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia, Jakarta

Redaksi Pelaksana:
Ika Bali (Ketua)
S.M. Doloksaribu (anggota)
Robinson Purba (anggota)
Aryantono Martowidjojo (anggota)
Efendy Tambunan (anggota)

Sekretariat:
Flora Latumeten
Kerno Suharsoyo

Alamat Redaksi:
Sekretariat Jurnal Sains dan
Teknologi EMAS,
Gedung Fakultas Teknik UKI
Jl. Mayjen Sufoyo No.2,
Cawang, Jakarta Timur 13630
INDONESIA

Telp. +62-21 8009190/8092425
Pes. 402; Faks. +62-21 8094074
E-mail: ikabali@yahoo.com
Homepage: www.uki.ac.id

Rekening Bank:
Bank BRI Unit RS UKI
No. : 0783-01-001630-50-5
A.n. Ika Bali

PENGANTAR REDAKSI

Pembaca yang budiman,

Jurnal Sains dan teknologi EMAS yang ada di tangan pembaca adalah edisi ketiga untuk tahun volume 18.

Edisi kali ini memuat tulisan-tulisan yang berkaitan dengan bidang Teknik Sipil, Teknik Elektro, dan Teknik Arsitektur.

Ketiga bidang tersebut mencakup, tiga tulisan di bidang Teknik Sipil membahas topik yang berkaitan dengan transportasi dan elemen dinding geser beton bertulang, dua tulisan di bidang Teknik Elektro yang membahas topik teknologi SMS dan P.I.D. Fuzzy, serta satu tulisan di bidang Teknik Arsitektur yang meneliti aspek kenyamanan termal ruang dalam.

Penulis-penulisnya datang dari beberapa perguruan tinggi dan lembaga-lembaga lain di Indonesia.

Semoga tulisan-tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian dan bagi kemajuan sains dan teknologi kita

Selamat membaca.

Salam,
Redaksi

PENGANTAR REDAKSI	iii
DAFTAR ISI.....	v
AN ANALYTICAL STUDY OF INTERMODAL TRANSPORT OF MOTORCYCLE AND PUBLIC BUS	
<i>Efendy Tambunan</i>	135 – 142
ANALISA KEPADATAN RUAS JALAN DI KECAMATAN RUNGKUT DENGAN PEMETAAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS	
<i>Hendrata Wibisana dan Siti Zainab</i>	143 – 155
STRENGTH PREDICTION OF HIGH STRENGTH RC SHEAR WALLS	
<i>Ika Bali and Krisnanda, B.F.</i>	157 – 163
PERANCANGAN DAN REALISASI PENGANTRIAN MEJA PADA RESTORAN MENGGUNAKAN FASILITAS <i>SHORT MESSAGE SERVICE</i>	
<i>Nurwijayanti Kusumaningrum</i>	165 – 174
SIMULASI PENGENDALI P. I. D. FUZZY PADA SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR ARUS SEARAH	
<i>Bambang Widodo</i>	175 – 189
ASPEK KENYAMANAN TERMAL PADA PENGKONDISIAN RUANG DALAM	
<i>James Rilatupa</i>	191 - 198

ASPEK KENYAMANAN TERMAL PADA PENGKONDISIAN RUANG DALAM

James Rilatupa¹

ABSTRACT

This paper discusses the thermal comfort for room as a part of comfort principles in architecture design. This research was conducted in Engineering Faculty of Tarumanagara University with measured dry bulb temperature (DBT), wet bulb temperature, and wind velocity. Based on measured data to resulted the effective temperature from diagram of effective temperature and relative humidity from psychometric diagram. The result showed Library Room and Classroom I have comforted condition, meanwhile for Classroom II and Room of Student Secretariat has uncomforted condition. The aim of this research is to describe the role of architecture in building design which should pay attention to the climate and nature condition in order to minimize uncomforted condition.

Keywords: effective temperature, relative humidity, thermal comfort.

ABSTRAK

Tulisan ini menjelaskan tentang kenyamanan termal ruang sebagai bagian dari prinsip-prinsip kenyamanan dalam desain arsitektur. Penelitian ini dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara dengan mengukur suhu udara kering (DBT), suhu udara basah (WBT), dan kecepatan udara. Berdasarkan hasil pengukuran data diperoleh suhu efektif dari diagram suhu efektif dan kelembaban relatif dari diagram psikometri. Hasil penelitian menunjukkan Ruang Perpustakaan dan Ruang Kelas I memiliki kondisi nyaman, sedangkan untuk Ruang Kelas II dan Ruang Sekretariat Mahasiswa kondisinya kurang/tidak nyaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan peran arsitektur dalam desain bangunan yang harus memperhatikan kondisi iklim dan alam untuk meminimalkan kondisi ketidaknyamanan.

Kata kunci: suhu efektif, kelembaban relatif, kenyamanan termal

¹ Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Kristen Indonesia, Jalan Mayjen Sutoyo, Jakarta 13630, INDONESIA, E-mail: jrilatupa@yahoo.com, Tel.: +62-21-8009190, Fax.: +62-21-8094074

1. PENDAHULUAN

Kenyamanan adalah bagian dari salah satu sasaran karya arsitektur. Kenyamanan terdiri atas kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis yaitu kenyamanan kejiwaan (rasa aman, tenang, gembira, dll) yang terukur secara subyektif (kualitatif). Sedangkan kenyamanan fisik dapat terukur secara obyektif (kuantitatif); yang meliputi kenyamanan spasial, visual, auditorial dan termal.

Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman. Seperti diketahui, manusia merasakan panas atau dingin merupakan wujud dari sensor perasa pada kulit terhadap stimuli suhu di sekitarnya. Sensor perasa berperan menyampaikan informasi rangsangan kepada otak, dimana otak akan memberikan perintah kepada bagian-bagian tubuh tertentu agar melakukanantisipasi untuk mempertahankan suhu sekitar 37°C. Hal ini diperlukan organ tubuh agar dapat menjalankan fungsinya secara baik.

Dalam kaitannya dengan bangunan, kenyamanan didefinisikan sebagai suatu kondisi tertentu yang dapat memberikan sensasi yang menyenangkan bagi pengguna bangunan. Manusia dikatakan nyaman secara termal ketika ia tidak dapat menyatakan apakah ia menghendaki perubahan suhu yang lebih panas atau lebih dingin dalam suatu ruangan. Sementara itu, Standard Amerika (Anonymous, 1989) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai perasaan dalam pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termalnya. Dalam standard ini juga disyaratkan bahwa suatu kondisi

dinyatakan nyaman apabila tidak kurang dari 90 persen responden yang diukur menyatakan nyaman secara termal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk menyelenggarakan aktivitasnya di dalam ruang agar terlaksana secara baik, manusia memerlukan kondisi fisik tertentu di sekitarnya yang dianggap nyaman. Salah satu persyaratan kondisi fisik yang nyaman adalah suhu nyaman, yaitu suatu kondisi termal udara di dalam ruang yang tidak mengganggu tubuhnya. Suhu ruang yang terlalu rendah akan mengakibatkan kedinginan atau menggigil, sehingga kemampuan beraktivitas menurun. Sementara itu, suhu ruang yang tinggi akan mengakibatkan kepanasan dan tubuh berkeringat, sehingga mengganggu aktivitas juga. Dapat dikatakan kondisi kerja akan menurun atau tidak maksimum pada kondisi udara yang tidak nyaman.

Menurut Olgay (1963), tingkat produktivitas dan kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim setempat. Apabila kondisi iklim (berkaitan dengan suhu udara, kelembaban, radiasi matahari, angin, hujan, dsbnya) sesuai dengan kebutuhan fisik manusia, maka tingkat produktivitas dapat mencapai titik maksimum. Demikian pula halnya dengan tingkat kesehatan akan mencapai optimal apabila kondisi iklim juga mendukung pencapaian tersebut. Puncak produktivitas dan kesehatan manusia dicapai pada iklim yang berbeda antara tempat satu dan lainnya di dunia ini. Di daerah kutub manusia mencapai tingkat produktivitas maksimum pada musim panas (Juli –

September), sedangkan di daerah subtropis kondisi optimal tercapai pada musim dingin. Sementara itu di daerah tropis dengan panas matahari yang menyengat membuat manusia mudah lelah pada musim panas, sehingga produktivitas rendah.

Suhu udara merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kondisi nyaman (termal) manusia. Hoppe (1988) memperlihatkan bahwa suhu manusia naik ketika suhu ruang dinaikkan sekitar 21°C. Kenaikan lebih lanjut pada suhu ruang tidak menyebabkan suhu kulit naik, namun menyebabkan kulit berkeringat. Pada suhu ruang sekitar 20°C suhu nyaman untuk kulit tercapai. Selain suhu udara, suhu radiasi matahari dari sekeliling permukaan (plafon, dinding, pintu, jendela dan lantai) juga ikut mempengaruhi kenyamanan ruang. Sementara itu, pengaruh kelembaban udara pada kenyamanan ruang tidak sebesar pengaruh suhu udara. Faktor kecepatan udara juga mempengaruhi kenyamanan termal, dimana semakin besar kecepatan udara akan berpengaruh terhadap semakin rendahnya suhu kulit manusia.

Menurut Lippsmeir (1994) batas-batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah pada kisaran suhu udara 22,5°C - 29°C dengan kelembaban udara 20 – 50%. Selanjutnya dijelaskan bahwa nilai kenyamanan tersebut harus dipertimbangkan dengan kemungkinan kombinasi antara radiasi panas, suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan udara. Penyelesaian yang dicapai menghasilkan suhu efektif (TE). Suhu efektif ini diperoleh dengan percobaan-percobaan yang mencakup suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan udara. Menurut penyelidikan, batas-batas

kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah 19°TE (batas bawah) - 26°TE (batas atas). Pada suhu 26°TE, banyak manusia mulai berkeringat. Sementara itu kemampuan kerja manusia mulai menurun pada suhu 26,5°TE - 30°TE. Kondisi lingkungan mulai sulit bagi manusia pada suhu 33,5°TE – 35,5°TE dan tidak memungkinkan lagi pada suhu 35°TE - 36°TE.

3. LOKASI DAN METODE

3.1. Lokasi dan bahan

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ruang Fakultas Teknik Kampus Tarumanagara. Sementara itu alat yang digunakan adalah sling termometer (Gambar 1) untuk menghitung suhu udara kering dan suhu udara basah, anemometer untuk mengukur kecepatan udara (Gambar 2), diagram temperatur efektif, diagram psikometri (untuk mendapatkan nilai kelembaban udara) dan alat tulis.



Gambar 1. Sling termometer



Gambar 2. Anemometer

3.2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada 4 (empat) ruang yang ada di Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara. Metode penelitian ini meliputi:

- Pengukuran langsung dilakukan pada ruang-ruang yang dijadikan penelitian dengan menggunakan 7 – 9 titik ukur untuk mendapatkan keakuratan data.
- Penelitian ini menggunakan sling thermometer untuk mendapatkan suhu udara kering dan suhu udara basah dan anemometer untuk mendapatkan data kecepatan udara.
- Data yang diperoleh kemudian akan dirata-ratakan untuk mendapatkan suhu efektif pada ruang-ruang penelitian dengan menggunakan diagram suhu efektif.
- Data rata-rata suhu udara kering dan suhu udara basah yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran sling thermometer dianalisa dengan menggunakan diagram psikometri untuk mendapatkan kelembaban udara pada ruang penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengukuran suhu tabung kering yang tertinggi dijumpai pada Ruang Perpustakaan ($30,89^{\circ}\text{C}$) dan yang terendah pada Ruang Kelas II ($30,55^{\circ}\text{C}$). Sementara itu suhu tabung basah yang tertinggi terdapat pada Ruang Kelas II ($27,11^{\circ}\text{C}$) dan yang terendah pada Ruang Kelas I ($23,44^{\circ}\text{C}$). Kecepatan udara tertinggi diperoleh pada Ruang Kelas I ($0,90 \text{ m/s}$) dan yang terendah terdapat di Ruang Sekretariat Mahasiswa ($0,11 \text{ m/s}$). Data hasil pengukuran untuk masing-masing ruang di Fakultas Teknik Universitas Tarumangara dapat dilihat pada Tabel 1.

Data-data yang diperoleh dari hasil pengukuran suhu tabung kering, suhu tabung basah dan kecepatan udara tersebut akan diplot pada diagram suhu efektif untuk mendapatkan suhu efektif (Gambar 3). Pada Gambar 3 tersebut terlihat hasil plot pada diagram suhu efektif dengan menggunakan nilai suhu tabung kering, suhu tabung basah dan kecepatan udara untuk Ruang Kelas II; dimana terlihat suhu efektifnya adalah $27,8^{\circ}\text{C}$. Untuk mendapatkan nilai kelembaban udara pada diagram psikometri digunakan hasil pengukuran dari suhu tabung kering dan suhu tabung basah (Gambar 4). Pada Gambar 4 tersebut, juga terlihat hasil plot pada diagram psikometri dengan menggunakan nilai suhu tabung kering dan suhu tabung basah untuk Ruang Kelas II; dan nilai kelembaban udara yang diperoleh adalah $77,5\%$.

Berdasarkan hasil pengukuran suhu tabung kering dan suhu tabung basah tersebut, maka diperoleh suhu efektif dari digram suhu efektif dan nilai kelembaban udara dari diagram psikometri untuk masing-masing ruangan; seperti yang terlihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa nilai suhu efektif terendah dijumpai pada Ruang Kelas I ($25,4^{\circ}\text{C}$) dan yang tertinggi pada Ruang Sekretariat Mahasiswa ($28,0^{\circ}\text{C}$). Menurut Lippsmeier (1994) batasan kenyamanan untuk suhu efektif pada daerah khatulistiwa adalah $19^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$, sementara itu Koenigsberger (1973) menyatakan daerah suhu nyaman untuk wilayah tropis adalah $22^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan pernyataan tersebut, terlihat bahwa hanya Ruang Kelas I dan Ruang Perpustakaan mempunyai kondisi nyaman, sedangkan kondisi ruangan

lainnya kurang nyaman.

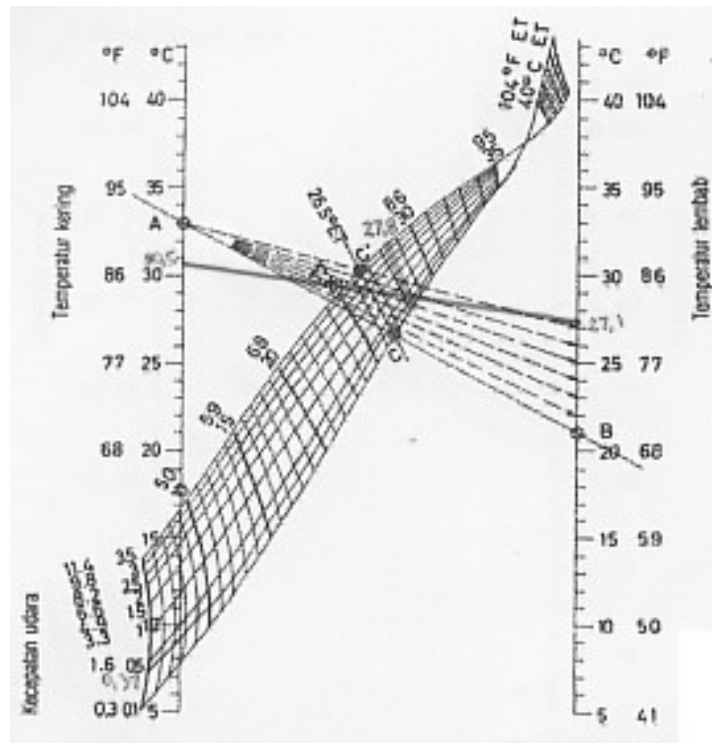
Nilai kelembaban udara yang diperoleh berdasarkan diagram psikometri yang tertinggi terdapat di Ruang Kelas II (77,5%) dan yang terendah di Ruang Kelas I (53,0). Kelembaban udara ini menunjukkan perbandingan antara tekanan uap air yang ada terhadap tekanan uap air maksimum (jenuh) dalam kondisi suhu udara tertentu. Umumnya titik jenuh akan naik dengan meningkatnya suhu udara (Karyono, 2001). Hal ini terbukti dengan hasil penelitian, dimana terlihat pada Ruang Kelas I dengan suhu efektif 25,4°C nilai kelembaban udaranya 53% bila dibandingkan dengan Ruang Kelas II yang suhu efektifnya 27,8°C nilai kelembaban udaranya 77,5%. Terlihat bahwa suhu yang semakin tinggi akan menaikkan kelembaban udaranya, karena titik jenuh uap airnya juga semakin meningkat. Dengan kata lain, semakin tinggi suhu udara maka daya serapnya terhadap uap air juga semakin meningkat.

Kondisi kenyamanan untuk Ruang Perpustakaan yang memiliki luas 135 m²

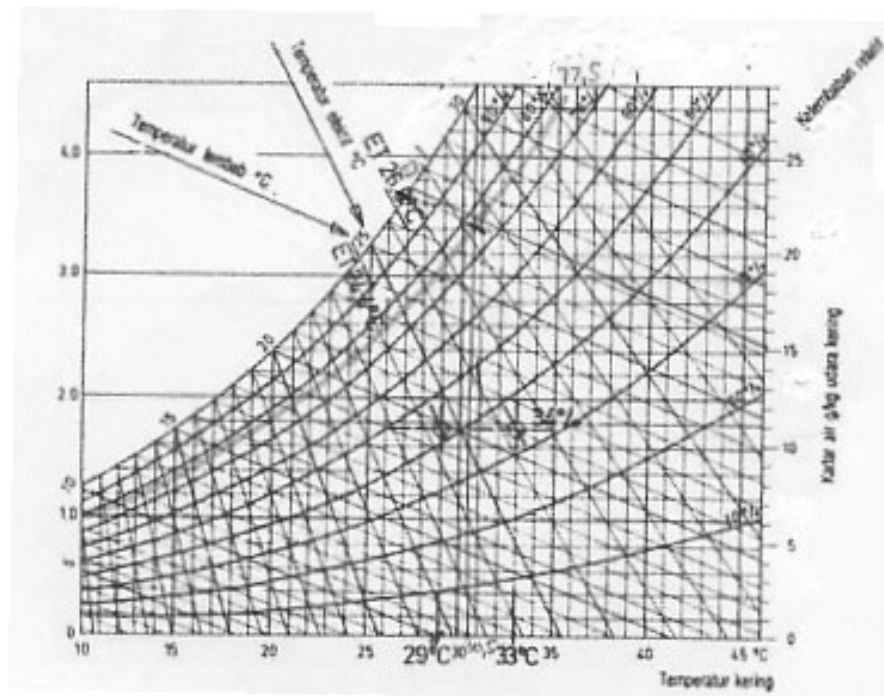
dan suhu efektif 26,5°C; sebenarnya telah diatur dengan pendingin ruangan. Ruang ini juga memiliki beberapa bukaan (3 jendela dan 1 pintu), tetapi sirkulasi udara kurang baik. Meskipun demikian dengan adanya pendingin ruangan, kondisi kenyamanan untuk ruang ini juga dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengguna ruangan, sehingga kurang dijumpai adanya kendala. Menurut Mangunwijaya (1981), kelembaban udara yang nyaman untuk tubuh di daerah tropis adalah 40% - 70%. Kelembaban udara pada Ruang Perpustakaan adalah 63,5%, sehingga masih nyaman untuk tubuh. Sementara itu Ruang Kelas I (luas 88,35 m²) memiliki suhu efektif 25,4°C dan kelembaban udara 53,0%; sehingga dapat dikatakan ruang ini nyaman untuk aktivitas penggunaannya. Ruang ini juga memiliki pendingin ruangan dan 3 (tiga) bukaan (2 jendela dan 1 pintu), sirkulasi udara kurang berjalan dengan cukup baik. Ruang ini lebih sering menggunakan pendingin ruangan bila dipakai untuk kegiatan belajar (kuliah).

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu tabung kering, suhu tabung basah, dan kecepatan udara

No.	Pengukuran	R. Perpustakaan	Ruang Kelas I	Ruang Kelas II	Ruang Sek. Mhs
1	Rataan suhu tabung kering (DBT)	30,89°C	30,72°C	30,55°C	30,86°C
2.	Rataan suhu tabung basah (WBT)	25,61°C	23,44°C	27,11°C	26,64°C
3.	Kecepatan udara	0,58 m/s	0,90 m/s	0,38 m/s	0,11 m/s
4.	Jumlah titik ukur	9	9	9	7
5.	Lantai	8	7	6	7



Gambar 3. Diagram suhu efektif untuk ruang kelas II



Gambar 4. Diagram psikometri untuk ruang kelas

Tabel 2. Suhu efektif dan kelembaban udara

No.	Pengukuran	R. Perpustakaan	Ruang Kelas I	Ruang Kelas II	R. Sekretariat Mahasiswa
1	Suhu Efektif	26,5°C	25,4°C	27,8°C	28,0°C
2.	Kelembaban Udara	63,5%	53,0%	77,5%	72,5%
3.	Luas	135 m ²	88,35 m ²	72 m ²	36 m ²
4.	Pendingin ruangan	Ada	Ada	Ada	Tidak ada
5.	Kondisi ruangan	Nyaman	Nyaman	Kurang nyaman	Kurang nyaman

Ruang Kelas II adalah ruang yang dipakai untuk kegiatan belajar dengan luas 72 m². Berdasarkan diagram suhu efektif, ruangan ini kurang nyaman dengan suhu efektif 27,8°C dan kelembaban udara 77,5%. Ruangan ini memiliki banyak bukaan (jendela) di sepanjang dinding bagian luar, sehingga udara dan cahaya matahari masuk ke dalam ruangan; akan tetapi pada di bagian dinding sebaliknya tidak memiliki bukaan kecuali pintu, dan membuat sirkulasi udara tidak berlangsung dengan baik. Meskipun memiliki pendingin ruangan, tetapi cahaya matahari yang masuk juga cukup banyak. Hal ini menyebabkan masuknya udara panas dan mendukung penilaian suhu efektif ruang yang masuk dalam kategori kurang nyaman. Sementara itu Ruang Sekretariat Mahasiswa adalah ruang kegiatan mahasiswa yang luasnya 36 m². Berdasarkan diagram suhu efektif, ruangan ini kurang nyaman dengan suhu efektif 28°C dan kelembaban udara 72,5%. Ruangan ini hanya memiliki sedikit bukaan (2 jendela dan 1 pintu), sehingga udara dan cahaya yang masuk ke dalam hanya sedikit. Sirkulasi udara kurang baik karena kurangnya ventilasi dan untuk penerangan dibutuhkan penerangan

buatan (lampu); selain itu ruang ini tidak memiliki pendingin ruangan.

5. KESIMPULAN

Data yang diperoleh berdasarkan pengukuran pada Fakultas Teknik Universitas Contoh ini menggambarkan bahwa kenyamanan termal suatu ruang sangat dibutuhkan dalam aktivitas pengguna ruang-ruang tersebut. Dari penilaian yang diperoleh ternyata luas dan arah bukaan mempengaruhi kondisi kenyamanan ruang. Semakin luas ruang dan arah bukaan yang tepat membantu kondisi kenyamanan ruang.

Ruang Perpustakaan dan Ruang Kelas I memiliki kondisi yang nyaman, karena suhu efektifnya masih masuk dalam kategori nyaman; demikian juga dengan kelembaban udara pada kedua ruang tersebut masih termasuk dalam kondisi nyaman. Sementara itu untuk Ruang Kelas II dengan luas 72 m² ternyata masuk dalam kategori kurang nyaman, meskipun memiliki banyak bukaan. Hal ini dipengaruhi oleh arah bukaan yang mendapatkan radiasi matahari secara langsung, sehingga memungkinkan masuknya udara panas yang menyebabkan kondisi suhu efektif dan kelembaban udara juga semakin tinggi. Hal sebaliknya terjadi untuk

Ruang Sekretariat Mahasiswa yang tidak mempunyai pendingin ruangan. Kondisi kurang nyaman pada ruang ini dihasilkan akibat sirkulasi udara yang kurang baik, karena minimnya bukaan pada ruang ini.

Berdasarkan hasil penelitian ini, ternyata peran arsitektur sangat mendukung kenyamanan termal ruang. Penataan bangunan dan ruang sebaiknya memperhatikan kondisi iklim dan alam setempat; sehingga dapat meminimalkan ketidaknyaman ruang.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous (1989), *Handbook of Fundamental*, Chapter 8: Physiological Principles, Comfort and Health, ASHRAE, USA.

Hoppe, P. (1988), *Comfort Requirement in Indoor Climate, Energy and Buildings*, vol. 11: 249-267, ASHRAE, USA.

Karyono, T.H. (2001), *Teori dan Acuan Kenyamanan Termis dalam Arsitektur*, Catur Libra Optima, Jakarta.

Lippsmeir, G. (1994), *Bangunan Tropis*, Erlangga, Jakarta.

Mangunwijaya, Y.B. (1981), *Pasal-Pasal Penghantar Fisika Bangunan*, Gramedia, Jakarta.

Olgay, V. (1963), *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Princeton University Press, Princeton.