

**EVALUASI KENYAMANAN TERMAL RUANG
PERKULIAHAN DI UNIVERSITAS ANDALAS**

TUGAS AKHIR

Oleh :

DEWI RAHMADANI
NO BP 07 173 004



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

**EVALUASI KENYAMANAN TERMAL RUANG
PERKULIAHAN DI UNIVERSITAS ANDALAS**

TUGAS AKHIR

*Sebagai Salah Satu Syarat untuk Penyelesaian Program Sarjana pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas*

Oleh :

DEWI RAHMADANI
NO BP 07 173 004

Pembimbing:
Lusi Susanti, Dr. Eng



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

ABSTRAK

Belajar merupakan aktifitas yang membutuhkan proses kognitif dan kondisi yang optimal. Salah satu pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam mendukung proses belajar mengajar adalah lingkungan belajar, tempat terjadinya proses belajar mengajar, dimana salah satu faktor yang menjadi pertimbangan adalah kondisi iklim di ruang kelas, yang erat kaitannya dengan kenyamanan termal.

Pengukuran kondisi dan evaluasi kenyamanan termal dilakukan di ruang perkuliahan Universitas Andalas. Tujuh ruangan dipilih sebagai objek dalam penelitian, dengan kriteria umum ruangan yang terbagi ke dalam 2 jenis, yaitu ruangan yang memiliki ventilasi alami, dan ruangan yang memiliki ventilasi buatan seperti kipas angin dan AC. Ruangan Tersebut adalah Ruang Rapat Teknik Industri, RSTA A Mesin, Ruang C.1.11 Gedung C, Ruang B.2.1 Gedung B, RSTA 1 Teknik Industri, Ruang G.2.6 Gedung G dan Ruang D.2.5 Gedung D. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran objektif dengan PMV dan subjektif dengan kuesioner. Enam parameter fisik yang berpengaruh terhadap kenyamanan termal diukur, yaitu temperatur udara, temperatur radiant, kelembaban, kecepatan angin, nilai resistensi pakaian dan tingkat aktivitas metabolisme. Kemudian, responden diminta untuk menuliskan sensasi termal, persepsi termal dan harapan kondisi termal mereka.

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa sensasi termal di semua ruang pengamatan adalah netral, namun hanya di Ruang Rapat Teknik Industri yang menunjukkan bahwa responden puas dengan persepsi termal dan kelayakan termal ruangan. Hasil dari PMV menunjukkan hanya di Ruang Rapat Teknik Industri yang memberikan sensasi netral bagi penghuninya, dengan nilai PMV sebesar 0.18, dan untuk ruangan lain yaitu RSTA A Mesin (+1.17), C.1.11 (+1.37), B.2.1 (+1.41), RSTA 1 Teknik Industri (+1.38), G.2.6 (+1.20) and D.2.5 (+1.23) memberikan sensasi sedikit panas bagi penghuninya.

Kata Kunci: *Kenyamanan termal, belajar, ruang kelas*

ABSTRACT

Studying is an activity that requires cognitive processes and needs optimal conditions. One consideration that needs to be considered in support of teaching and learning is classroom as the learning environment, the teaching-learning process site, where one of the factors to be considered is the climate conditions in the classroom, which is closely related to thermal comfort.

Measurement and evaluation of thermal comfort was done in Andalas University classrooms. Seven rooms were selected as study sites, with the general criteria of the room which was divided into two types, naturally ventilated classrooms and unnaturally ventilated classrooms with ceiling fans and air conditioning. They are Meeting Room in Industrial Engineering Faculty, RSTA A Machine, C.1.11, B.2.1, RSTA 1 of Industrial Engineering, G.2.6 and D.2.5. In this study, both objective physical measurements with PMV and subjective assessments with questionnaire were performed. The six physical parameters affecting human thermal comfort were measured. They were air temperature, relative humidity, air velocity, average radiant temperature, metabolic rate and cloth insulation. Then, subjects were asked to write out their thermal sensation, thermal perception, thermal acceptable and thermal preference.

Results of thermal comfort questionnaire showed that thermal sensation in all observed rooms exhibited neutral thermal sensation, but only at Industrial Engineering Meeting Room exhibited that subjects were satisfied with thermal perception and thermal acceptable of the room. PMV calculation exhibited neutral thermal sensation (+0.18) only at Industrial Engineering Meeting Room while at other rooms like RSTA A Machine (+1.17), C.1.11 (+1.37), B.2.1 (+1.41), RSTA 1 of Industrial Engineering (+1.38), G.2.6 (+1.20) and D.2.5 (+1.23) exhibited slightly warm thermal sensation.

Keywords: Thermal comfort, study, classroom

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki iklim tropis. Wilayah Indonesia yang terdiri dari dataran tinggi, dataran rendah dan pegunungan memiliki temperatur udara yang berbeda-beda sehingga membentuk iklim vertikal dari dataran rendah hingga ke pegunungan, yaitu iklim panas, sedang, sejuk dan dingin. Hal ini disebabkan karena letak Indonesia yang secara astronomis berada antara 6° LU – 11° LS dan 95° BT – 141° BT yang merupakan lintang rendah sehingga Indonesia berada pada iklim tropis.

Berdasarkan data yang dirilis oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), temperatur di Indonesia berada di kisaran 23°C sampai 33°C , dengan kelembapan relatif berkisar antara 60% sampai 95% pada pagi dan malam hari (BMKG, 2011). Berikut merupakan data temperatur, kelembapan dan kecepatan angin di Indonesia.

Tabel 1.1 Data temperatur, kelembapan dan kecepatan angin di Indonesia

	Average Minimum Temperatur (°C)	Average Minimum Temperatur (°C)	Average Minimum Temperatur (°C)	Relative humidity (%)	Average Wind Speed (Beaufort)
<i>January</i>	24	30	27	85	3
<i>February</i>	24	30	27	85	3
<i>March</i>	24	31	28	83	3
<i>April</i>	24	32	28	82	3
<i>May</i>	24	32	28	82	3
<i>June</i>	23	32	28	81	3
<i>July</i>	23	32	28	78	4
<i>August</i>	23	32	27.5	76	3
<i>September</i>	23	33	28	75	4
<i>October</i>	24	33	29	77	4
<i>November</i>	24	32	28	81	3
<i>December</i>	24	32	28	82	3

(BMKG, 2011)

Berdasarkan data di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Indonesia memiliki temperatur yang panas, lembab dengan curah hujan yang cukup tinggi. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap semua aktifitas manusia. Berdasarkan hasil penelitian Fanger (1973), sebanyak 90% dari waktu manusia dihabiskan untuk melakukan aktifitas di dalam ruangan, seperti bekerja, belajar, tidur, berkendara, dan pekerjaan lainnya, kecuali untuk orang yang pekerjaannya merupakan pekerjaan lapangan. Hal ini membuat banyak penelitian terkait mengenai bagaimana menciptakan ruangan yang nyaman bagi penggunaannya.

Dalam melaksanakan aktifitas, manusia umumnya menginginkan kondisi yang nyaman. Menurut Grandjean (1986), manusia akan merasakan kenyamanan hanya ketika sistem keteraturan vasomotor (rentang pertukaran panas yang menyatakan kondisi tubuh dalam kesetimbangan) tidak terlalu banyak terbebani, yaitu ketika fluktuasi sirkulasi darah ke arah kulit tidak lebih dari fluktuasi yang normal. Sedangkan rasa tidak nyaman, seperti temperatur ruang yang terlalu panas atau dingin akan mengakibatkan perubahan fungsional pada organ yang bersesuaian pada tubuh manusia. Menurut Grandjean (1986), kondisi panas yang berlebih di sekeliling mengakibatkan rasa letih, kantuk, mengurangi kestabilan dan meningkatkan jumlah angka kesalahan kerja. Hal ini akan menurunkan daya tahan tubuh manusia untuk menghasilkan panas dengan jumlah yang lebih sedikit.

Salah satu faktor lingkungan fisik yang mempengaruhi tingkat kenyamanan pada saat bekerja adalah kenyamanan termal. Menurut *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers / ASHRAE* (1989), kenyamanan termal adalah perasaan dimana seseorang merasa nyaman dengan keadaan temperatur lingkungannya, yang dalam konteks sensasi digambarkan sebagai kondisi dimana seseorang tidak merasakan kepanasan maupun kedinginan pada lingkungan tertentu. Jadi, kenyamanan termal bukan hanya diukur dari

temperatur udara tapi dari jumlah individu yang merasa nyaman dengan temperatur lingkungan tersebut.

Secara umum, terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal seseorang, yaitu faktor lingkungan dan faktor individu. Faktor lingkungan merupakan faktor yang berasal dari lingkungan, yang terdiri atas 4 faktor, yaitu temperatur udara, temperatur *radiant*, kelembaban dan kecepatan pergerakan angin. Sedangkan untuk faktor individu, ada 2 hal yang mempengaruhi, yaitu tingkat metabolisme dan pakaian. (ASHRAE, 1989)

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan kenyamanan termal adalah PMV dan PPD. PMV (*Predicted Mean Value*) merupakan index yang dikenalkan oleh Professor Fanger dari *University of Denmark* yang mengindikasikan sensasi dingin dan hangat yang dirasakan oleh manusia pada skala +3 sampai -3. PMV berhubungan dengan 6 faktor kenyamanan termal yang telah disebutkan sebelumnya dan merupakan nilai rata-rata yang menggambarkan bagaimana yang dirasakan oleh orang banyak mengenai sensasi lingkungan yang ditempati. Sedangkan untuk mengetahui berapa banyak orang yang tidak puas dengan kondisi lingkungan dapat ditentukan dengan PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*). (ASHRAE, 1989)

Temperatur menyeluruh suatu ruangan selama masih dalam batas kenyamanan maka tidak akan ada masalah, namun jika sudah di luar batas kenyamanan maka menjadi suatu gangguan bahkan menimbulkan efek psikologis ataupun fisiologis tergantung pada level pertukaran panasnya. Menurut Sitalaksana, dkk (1979) berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda sebagai berikut:

- a. 49 °C: Temperatur yang dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas tingkat kemampuan fisik dan mental. Lebih kurang 30° derajat Celcius: aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan

cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan. Timbul kelelahan fisik.

- b. $\pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$: Aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan, timbul kelelahan fisik.
- c. $\pm 24\text{ }^{\circ}\text{C}$: Kondisi optimum.
- d. $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$: Kelakuan fisik yang *extrem* mulai muncul.

Oleh karena itu, menciptakan lingkungan termal yang nyaman bagi manusia yang berada di dalamnya merupakan hal yang penting, karena hal ini dapat mempengaruhi sikap dan kinerja dari individu, bahkan keselamatan individu tersebut. Apabila individu tersebut merasa nyaman dengan temperatur lingkungannya, maka dia akan melakukan aktifitasnya dengan lebih baik begitu pula sebaliknya.

Sumatera Barat terletak pada pada $30^{\circ}\text{ LU} - 2^{\circ}\text{ LS}$ dan $98^{\circ}\text{ BT} - 102^{\circ}\text{ BT}$, dengan ibukota Padang. Berdasarkan data yang dirilis oleh Stasiun Meteorologi Tabing, temperatur rata-rata di Sumatera Barat pada tahun 2008 berada di kisaran $26,38^{\circ}\text{C}$, dengan temperatur minimum terjadi pada bulan Mei yaitu $22,2^{\circ}\text{C}$ dan temperatur maksimum Juli yaitu $31,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan relatif berkisar $81,33\%$. (SMT,2008)

Universitas Andalas merupakan salah satu universitas negeri yang terdapat di Sumatera Barat yang dilengkapi dengan beberapa gedung perkuliahan yang memiliki karakteristik bangunan dan desain yang berbeda. Terdapat beberapa gedung yang ruangnya belajarnya memiliki pendingin ruangan, baik itu pendingin ruangan alami seperti ventilasi udara ataupun pendingin buatan seperti AC ataupun kipas angin.

Salah satu aktivitas utama di universitas adalah belajar. Belajar merupakan suatu proses usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil

pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya. Belajar merupakan salah satu pekerjaan yang bersifat mental, yang membutuhkan kemampuan kognitif dalam menjalaninya. Kognitif merupakan semua aktifitas mental yang berhubungan dengan persepsi, penalaran, pikiran, ingatan dan pengolahan informasi yang memungkinkan seseorang memperoleh pengetahuan, memecahkan masalah, dan merencanakan masa depan.

Dalam proses belajar, dibutuhkan kondisi yang optimal, baik dari individu ataupun lingkungan agar aktifitas belajar dapat berjalan dengan baik. Bila lingkungan belajar tidak mendukung, maka proses penyampaian informasi dan kinerja dari pelajar akan berkurang atau tidak tercapai secara optimal.

Aprilia (2009) melakukan penelitian berupa pengaruh interaksi musik dan temperatur ruang terhadap kemampuan kognitif dengan responden mahasiswa. Aprilia dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa temperatur pada rentang penelitian yang diujikan memberikan pengaruh signifikan pada taraf nyata 5% terhadap kemampuan penalaran, dengan kondisi optimal untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan kemampuan penalaran adalah pada temperatur $24^{\circ}\text{C} \pm 1$ dan $28^{\circ}\text{C} \pm 1$.

Marsidi dan Ch. Desi Kusmindari (2009), dalam jurnalnya yang berjudul Pengaruh Tingkat Kelembaban Nisbi Dan Suhu Ruang Kelas Terhadap Proses Belajar, juga mengemukakan bahwa salah satu pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam mendukung proses belajar mengajar adalah lingkungan belajar, tempat terjadinya proses belajar mengajar, dimana salah satu variabel yang menjadi pertimbangan adalah kondisi iklim di ruang kelas (kelembaban nisbi atau relatif dan temperatur).

Berdasarkan hasil survey dan wawancara ke beberapa mahasiswa di Universtas Andalas, salah satu permasalahan lingkungan yang umumnya sering dikeluhkan oleh sebagian mahasiswa adalah lingkungan gedung

perkuliahan yang tidak nyaman, yang membuat kinerja dan konsentrasi dari individu tersebut tidak optimal. Kenyamanan terhadap lingkungan termal gedung perkuliahan ini secara umum bisa dikatakan sebagai kenyamanan termal.

Oleh karena itu, studi terhadap kenyamanan termal dengan objek gedung perkuliahan dan penggunaannya ini sangat penting untuk dilakukan, karena dengan adanya studi ini, akan diketahui bagaimana tingkat kenyamanan sebagian besar pengguna yang berada dalam ruangan, sehingga untuk kedepannya dapat diberikan rekomendasi perbaikan mengenai gedung perkuliahan yang dirasa nyaman bagi para mahasiswa sehingga dapat mendukung proses belajar yang lebih baik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada paragraf di atas dapat diketahui bahwa belum adanya studi mengenai kenyamanan termal di daerah Sumatera Barat khususnya untuk gedung perkuliahan Universitas Andalas yang bisa dijadikan rujukan evaluasi dalam perancangan ruangan ataupun lingkungan belajar yang nyaman bagi kebanyakan orang, sehingga perumusan masalah pada penelitian ini adalah mengetahui sensasi dan tingkat kenyamanan termal dari pengguna ruang perkuliahan sehingga nantinya dapat diberikan rekomendasi mengenai ruang perkuliahan yang memberikan kenyamanan bagi sebagian besar penghuninya.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengukur kondisi termal ruang-ruang perkuliahan di Universitas Andalas.
2. Menentukan tingkat dan sensasi kenyamanan mahasiswa dan dosen berdasarkan hasil pengukuran tingkat kenyamanan.
3. Melakukan evaluasi dan rekomendasi terhadap kenyamanan termal di beberapa gedung perkuliahan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Gedung perkuliahan tempat dilakukannya penelitian adalah gedung perkuliahan bersama, yaitu gedung C, B, D, G, RSTA 1 Teknik Industri, RSTA A Mesin serta ruang Rapat Jurusan Teknik Industri.
2. Responden yang kenyamanan termalnya diukur adalah pengguna ruang perkuliahan yaitu mahasiswa dan dosen Universitas Andalas.
3. Pengukuran di masing-masing ruangan dilakukan selama 2 hari, dimana waktu pengamatan tiap ruangan dimulai dari pukul 9.00–15.00 WIB.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan yaitu kenyamanan termal, ilmu statistik dan lainnya yang digunakan sebagai dasar untuk penyelesaian masalah dan analisis yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dari awal sampai akhir.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan data kuisisioner dan data pengukuran kenyamanan termal dari beberapa mahasiswa di beberapa gedung perkuliahan yang dikumpulkan dan pengolahan data yang dilakukan.

BAB V ANALISIS

Bab ini menguraikan tentang analisis terhadap hasil penelitian yang dilakukan untuk melihat kesesuaian hasil yang didapatkan dengan tujuan yang ditetapkan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini mengemukakan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi termal ruang-ruang perkuliahan di Universitas Andalas dapat ditentukan dengan cara mengukur variabel lingkungan fisik yang menjadi faktor kenyamanan termal, yaitu temperatur udara, temperatur radiant, kelembaban relatif, kecepatan angin, nilai tingkat aktifitas dan nilai insulasi pakaian. Berdasarkan hasil pengukuran variabel tersebut, diperoleh hasil bahwa nilai temperatur udara dan *radiant* paling kecil adalah pada ruangan Rapat Teknik Industri, yaitu berkisar 24-25⁰C dengan kelembaban rata-rata sebesar 62%, dengan kecepatan pergerakan udara pada ruangan adalah 0m/s. Sedangkan untuk ruangan RSTA A Teknik Mesin, Ruangan C.1.11, B.2.1, RSTA 1 Teknik Industri, Ruangan G.2.6 dan D.2.5 nilai rentang temperatur udara, dan kelembaban relatif adalah 27-28⁰C, 76%; 26-29⁰C, 70%; 26-31⁰C, 60%; dan 26-29⁰C, 70%; 25-28⁰C,68%; dan 25-28⁰C,72%.
2. Sensasi kenyamanan dari pengguna ruang perkuliahan dapat ditentukan dengan 2 cara, yaitu dari nilai PMV dan hasil *individual vote* kuesioner. Berdasarkan kedua metode ini, maka dapat disimpulkan bahwa sensasi termal yang dirasakan pengguna ruangan untuk ruang Rapat Teknik Industri adalah netral, dimana pengguna merasa nyaman berada di dalam ruangan. Sedangkan untuk ruangan RSTA A Teknik Mesin, Ruangan C.1.11, B.2.1, RSTA 1 Teknik Industri, Ruangan G.2.6 dan D.2.5 sensasi termal yang dirasakan pengguna ruangan adalah sedikit panas, sehingga pengguna merasa tidak nyaman berada di dalam ruangan.
3. Adapun rekomendasi nyata yang dapat diberikan agar kenyamanan termal di semua gedung perkuliahan dapat tercapai secara optimal adalah dengan cara pemberian AC di setiap ruang perkuliahan. Namun

hal ini belum bisa dilakukan karena biaya pengadaan AC yang sangat besar. Selain itu, terdapat pertimbangan lain dalam penggunaan AC, yaitu:

- a. Besarnya konsumsi energi yang akan dikeluarkan karena penggunaan AC.
- b. Besarnya emisi gas buang berupa CO₂ ke udara, yang akan menyebabkan polusi udara.
- c. Penggunaan AC juga akan berdampak kepada kesehatan.

Oleh karena itu, maka disarankan penggunaan ventilasi alami. Agar kenyamanan termal di beberapa gedung perkuliahan dapat dicapai secara optimal dengan tetap mempertahankan ventiasi alami, maka dapat dilakukan pemanfaatan elemen arsitektur, pemanfaatan lansekap serta pemakaian material bangunan yang sesuai. Untuk ruangan Rapat Teknik Industri, tidak terdapat rekomendasi karena ruangan ini sudah memberika sensasi netral pada sebagian besar pengguna ruangan, sedangkan untuk keenam ruangan lain, perlu ditambahkan elemen arsitektur berupa tirai pada ruangan dan juga mengganti warna dinding pada bangunan menjadi warna putih agar jumlah kalor yang disrap permukaan dinding menjadi lebih kecil. Pada ruangan B.2.1, RSTA 1 Teknik Industri, dan RSTA A Mesin, perlu ditambahkan vegetasi berupa pepohonan, agar kenyamanan termal di ruang perkuliahan tersebut dapat dicapai secara optimal.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada penelitian ini, maka dapat disarankan beberapa hal untuk pengemabangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penambahan ruangan lain yang memiliki karakteristik ruangan yang bervariasi, seperti ruangan yang memiliki orientasi Utara - Selatan, memiliki ventilasi silang dan juga ruangan yang telah memanfaatkan

elemen arsitektur, lansekap serta menggunakan material bangunan yang sesuai

2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penambahan penggunaan kipas angin di ruangan yang menjadi tempat penelitian saat ini kemudian dilakukan pengukuran kenyamanan termal pada ruangan tersebut. Hal ini dilakukan untuk melihat sejauh mana pengaruh penambahan kipas angin terhadap perubahan kenyamanan termal ruangan.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan penelitian dengan objek ruang kerja pegawai. Hal ini dilakukan karena umumnya pegawai akan menenmpati ruangan selama jam kerja, tidak seperti ruang kelas yang hanya ditempati pada shift tertentu saja. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran kenyamanan termal.
4. Penambahan waktu pengamatan dan waktu pengukuran variabel, sehingga bisa ditarik kesimpulan kondisi kenyamanan termal ruang perkuliahan yang lebih luas.
5. Menggunakan anemometer yang lebih sensitif terhadap pergerakan udara yang relatif kecil di ruangan, sehingga bisa ditentukan kecepatan angin yang bergerak di dalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R. Purnomo Setiady, dan Usman, Husaini, M. Pd., M. T., (2006). Pengantar Statistika. Edisi Kedua. Jakarta: Bumi Aksara
- Aprilia, Duhita. (2009). *Kaji Eksperimen Pengaruh Interaksi Musik dan Temperatur Ruang Terhadap Kemampuan Kognitif*. Skripsi Sarjana. Universitas Andalas, Indonesia
- ASHRAE. (1989). Handbook of Fundamental Chapter 8: Physiological Principles, Comfort, and Health, ASHRAE, USA
- BMKG. (2011). *Data Iklim Indonesia*, <http://www.bmkg.com>. Diakses pada 3 Maret 2011
- Gage, N.L, Berliner, David C. 1998. Educational psychology. Boston: Houghton Mifflin
- G. G. Thompson, E. F. Gardner, and F. J. Di Vesta. 1970. Educational psychology: Instruction and behavioral change. New York: Appleton-Century-Crofts
- Guoqiang Zhang, Cong Zheng, dkk. (2007). *Thermal Comfort Investigation of Naturally Ventilated Classrooms in a Subtropical Region*. *International Journal of Industrial Ergonomics* 10.1177/1420326X06076792.
- Grandjean, Etienne. (1986). *Fitting The Task to The Man*. Taylor & Francis. Philadelphia
- Hilgard, Ernest Ropiequet. 1962. Introduction to psychology. New York: Harcourt, Brace & World
- ISO 1994 International Standard 7730 1994, *Moderate Thermal Environments Determination of the PMV and PPD Indices and Specication of the Conditions for Thermal Comfort*, ISO, Geneva
- Karyono, Tri Harso. (1998). Report on Thermal Comfort and Building Energy Studies in Jakarta – Indonesia. *Building and Environment* 35 (2000) 77-90.
- Marsidi dan Ch. Desi Kusmindari. (2009). *Pengaruh Tingkat Kelembaban Nisbi Dan Suhu Ruang Kelas Terhadap Proses Belajar*. *Jurnal Ilmiah Tekno (2009) Vol 4*
- Nana Syaodih Sukmadinata. 2005. Landasan Psikologi Proses Pendidikan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya

- SMT. (2008). *Data Iklim Padang*, <http://www.meteorologitabing.com>. Diakses pada 3 Maret 2011
- Sutalaksana, Iftikar Z. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- Talarosha, Bosaria. (2005). Menciptakan Kenyamanan Thermal dalam Bangunan. *Jurnal Sistem Teknik Industri* Volume 6, No. 3
- Tarwaka, Solichul HA dan Lilik Sudiajeng. (2004). *Ergonomi untuk Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.